

## CT 所見からみた胸椎椎管腔の形態に関する研究

山口大学医学部整形外科学教室（指導：服部 奨教授）

中 村 修 二

〔原稿受付：昭和56年3月2日〕

### Computed Tomography of the Thoracic Canal —Experimental and Clinical Studies—

SHUJI NAKAMURA

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine  
(Director: Prof. Dr. Susumu Hattori)

A study was carried out to investigate the configuration and dimension of normal thoracic canal and pathological condition of thoracic canal stenosis.

Before clinical study, an experimental study was done to obtain the adequate CT scans by cadaver vertebra. EMI CT 5005 scanner was used.

Under the adequate CT condition, thoracic canal was studied in twelve normal cases, nine cases of cervical myelopathy with developmental cervical canal stenosis and four cases of thoracic myelopathy with ossification of thoracic yellow ligament. The results were as follows.

1) The adequate condition for delineation of thoracic canal seemed to be nearly 400 EMI units in window width and 150 in level. Scanning angle was permitted within about 10°. Bony thoracic canal was well scanned at the center of vertebral body.

2) The configuration of the normal thoracic canal was oval at Th<sub>1</sub>, Th<sub>2</sub> levels and round at Th<sub>3</sub>-Th<sub>10</sub> and large oval at Th<sub>11</sub>, Th<sub>12</sub>. The sagittal diameter was almost fixed at each level and the transverse diameter was large at upper and lower levels and small at middle levels.

3) Thoracic canal was narrowed in the cases of cervical myelopathy with developmental cervical canal stenosis especially in sagittal diameter, but not narrowed in transverse diameter. Three of four cases who had myelopathy with ossification of thoracic yellow ligament had narrow canals.

4) There was a good relation between sagittal diameter of cervical canal and thoracic canal.

5) There was a good relation between sagittal diameter of thoracic canal measured by conventional radiographs (HATTORI's method) and CT scans. The author thinks that HATTORI's method is useful to diagnose the thoracic canal stenosis.

Key word: Computed tomography, Thoracic canal, Spinal canal stenosis, Thoracic myelopathy, Thoracic ossification of yellow ligament.

索引語：コンピュータ断層撮影法，胸椎椎管腔，脊柱管狭窄，胸椎部脊髓症，胸椎部黄色靱帯骨化。

Present address: Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Yamaguchi 755 Japan.

## 目 次

- I 緒 言
- II 対 象
- 1) 正常例
  - 2) 頸椎 developmental stenosis 例
  - 3) 胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症例
- III 方 法
- 1) 使用機種
  - 2) 予備実験
    - ① WW および WL の至適条件の決定
    - ② スライス面と胸椎椎管腔との傾斜の許容範囲
    - ③ 撮影部位
    - ④ 解剖学的位置の決定
    - ⑤ 測定方法
- IV 結 果
- 1) 正常例
  - 2) 頸椎 developmental stenosis 例
  - 3) 胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症例
  - 4) 頸椎椎管腔前後径と胸椎椎管腔前後径との関係についての検討
  - 5) 胸椎単純X線像による前後径とCT像による前後径の検討
- V 考 察
- VI 結 語

## I. 緒 言

computed tomography (以下CT)の scanner はG.N. Hounsfield と EMI 社により開発され、臨床試験の結果は1973年に J. Ambrose<sup>1)</sup> により初めて報告された。その後 R.S. Ledly<sup>2)</sup> らは1974年 ACTA scanner の開発を報告し、全身の横断像を撮れるようにした。その後 scanner は改良され空間分解能、吸収係数分解能、撮影時間等に著しい進歩がみられている。最近、整形外科分野においてもCTへの期待は高まりつつある。著者らは1978年以来 EMI・CT 5005 を用いて脊髄・脊椎疾患の診断、治療に利用している。

胸椎は頸椎、腰椎に比し疾患の発生頻度も少なく関心の薄い分野であったが、1975年後縦靱帯骨化調査研究班ができ、脊柱管内骨化が注目をあびるようになり、脊髄圧迫の原因として頸椎・胸椎後縦靱帯骨化と共に最近、胸椎部の黄色靱帯骨化(以下OYL)が少なからずあることが判明してきた。また、服部は1975年第45回中部EI本整形外科災害外科学会の主題として胸椎

部ミエロパチーをとりあげ、1976年第5回脊椎外科研究会のテーマとして胸椎部ミエロパチーをとり上げた。さらに1980年第53回日整会総会シンポジウムで胸椎部脊柱管狭窄症がとりあげられ注目をあびるようになった。

胸椎部脊柱管狭窄の病態を究明するためには正常な胸椎椎管腔の形態を熟知しておくことが必要である。しかし、これに関する文献は骨格標本において行なった観察<sup>36,37)</sup>が若干あるに過ぎない。まして生体における観察は適当な方法は基だ少ない。CTはその優れた解像力により鮮明な横断像を描出することを可能にした。しかし、CT像はある厚さの人体組織のX線吸収係数の平均値を合成した像であるため、CT像特有の性質があり、必ずしも正確に胸椎椎管腔を描出するとは言えない。そこで、著者はまず、実験的検討を行ない胸椎椎管腔の形態の観察に適当なCTの条件を決定した。その後、著者は生体における胸椎椎管腔の形態的特徴を分析し、また胸椎部脊髄症の発症の基盤に胸椎椎管腔の形態に起因するものがあるかどうかを解明する目的で本研究を行なった。

## II. 対 象

## 1) 正常例

単純X線像で胸椎、頸椎に異常なく、神経学的にも異常を認めない症例を正常例とした。その内容は腰椎椎間板ヘルニア、胸椎と関係しない腫瘍、腰椎圧迫骨折等である。男性8例、女性4例の計12例で、年齢は23歳～53歳で平均37.3歳である。

## 2) 頸椎 developmental stenosis 例

管球とフィルム間距離を150cmとし撮影した頸椎単純X線像で、第5頸椎椎体後縁中点から椎弓後縁までの頸椎脊柱管の前後径が14mm(実長12mm)以下の頸椎骨軟骨症による脊髄症例及び頸椎後縦靱帯骨化による狭窄を除いた本来の頸椎脊柱管前後径が14mm以下の頸椎後縦靱帯骨化を伴う脊髄症例及び頸椎症性変化や後縦靱帯骨化を認めない脊髄症例で頸椎 developmental stenosis が発症の原因と考えられる症例を頸椎 developmental stenosis<sup>6,8,14)</sup>例とした。男性8例、女性1例の計9例で、年齢は35歳～67歳、平均51.0歳である。

## 3) 胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症例

胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症と診断され手術を行なった症例を胸椎黄色靱帯骨化症例とした。男性1例、

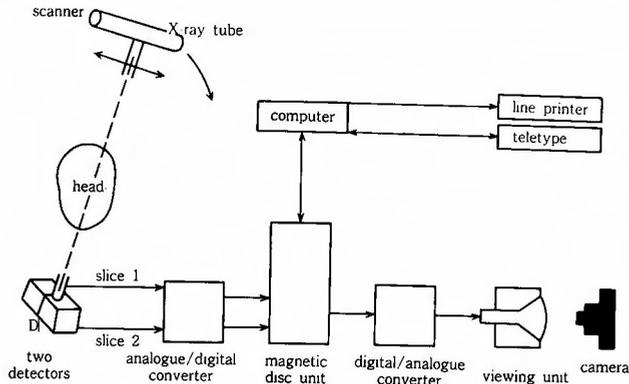


Fig. 1. Block diagram illustrating how the readings from the detectors are digitized, stored in a disc unit, processed in the computer and printed out on a line printer. They are also stored in the disc unit as fully processed pictures to be viewed on the viewing unit.

(HOUNSFIELD 1973)<sup>13)</sup>

女性 3 例, 計 4 例で, 年齢は 55 歳〜61 歳, 平均 58.0 歳である。このうち 2 例は胸椎後縦靭帯骨化, 頸椎後縦靭帯骨化, 頸椎・胸椎前縦靭帯骨化を広範囲に合併した骨増殖型である。

### III. 方 法

#### 1) 使用機種

CT Scanner の基本的機能は管球から照射され人体を透過した X 線の吸収データをもとにして画像を表示するという機能に集約できる。その系統図を (Fig. 1)<sup>13)</sup> に示す。

使用機種は第 2 世代の scanner で EMI・CT 5005 である。その性能は scan 寸法 320 mm, 画素寸法 1.0 mm × 1.0 mm, 画素数 320 × 320, スライスの厚さは 13 mm, X 線吸収係数は水を 0, 空気を -500 とし, window width (以下 WW) は 0~400, window level (以下 WL) は -500~1500 選択可能で, 走査時間は 20 秒である。なお, CT 値とは一般に X 線吸収係数の相対値であると言われ, WW は表示範囲であり, WL は CT 値の中央値である<sup>40)</sup>。

#### 2) 予備実験

胸椎の骨格標本をパラフィンに埋没し CT 像を撮り, その後, 同部位の 13 mm の骨格標本を作成し, 比較検討した。

##### ① WW および WL の至適条件の決定

WL を一定にし, WW を種々に変化させると一見, 像は変化するように見えるが, 椎管腔の形態, 大き

さには変化をほとんど与えない。しかし像の鮮明さという観点からすると WW は 400 EMI 単位付近にする方が賢明と思われる。一方 WW を一定とし WL を変化させると, 像は著明に変化し, 椎管腔の形態, 大きさに著しい影響を与える。WL を大きくするにしたがって椎管腔は大きくなり, WL が 300 を超えると, X 線吸収係数の高い部分即ち, 椎体辺縁, 椎間関節部が残存するのみとなり, 実体とかけ離れた像となる。椎管腔前後径を比較すると 200~300 EMI 単位の間で実測値と一致するようになる (Fig. 2)。しかし, そのような条件下では像は暗くなり椎弓根部, 棘突起が消失するようになり, 臨床上用いるには不適当である

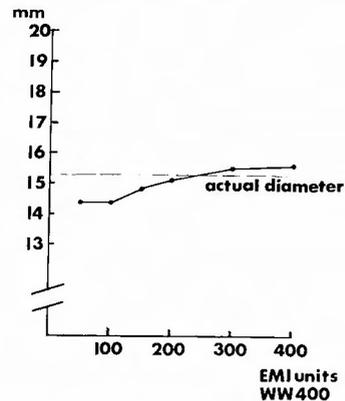
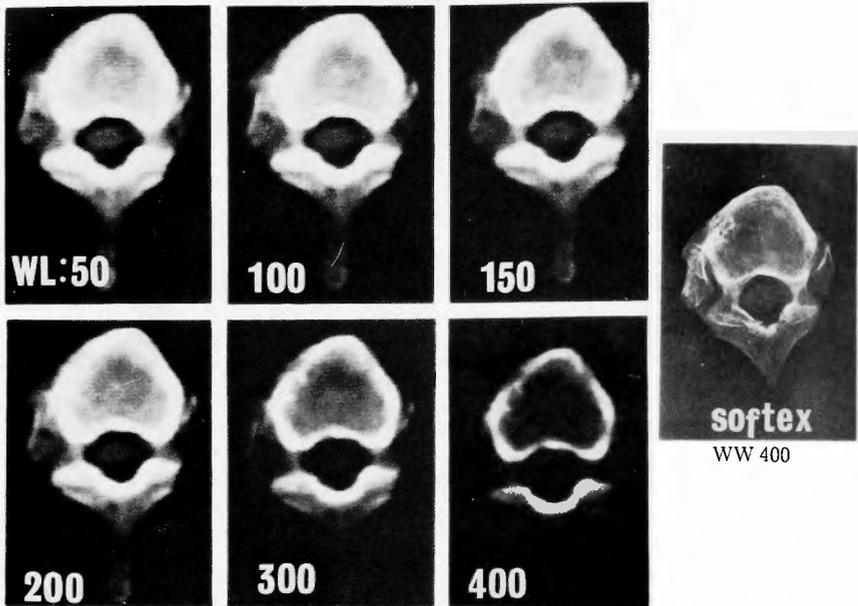
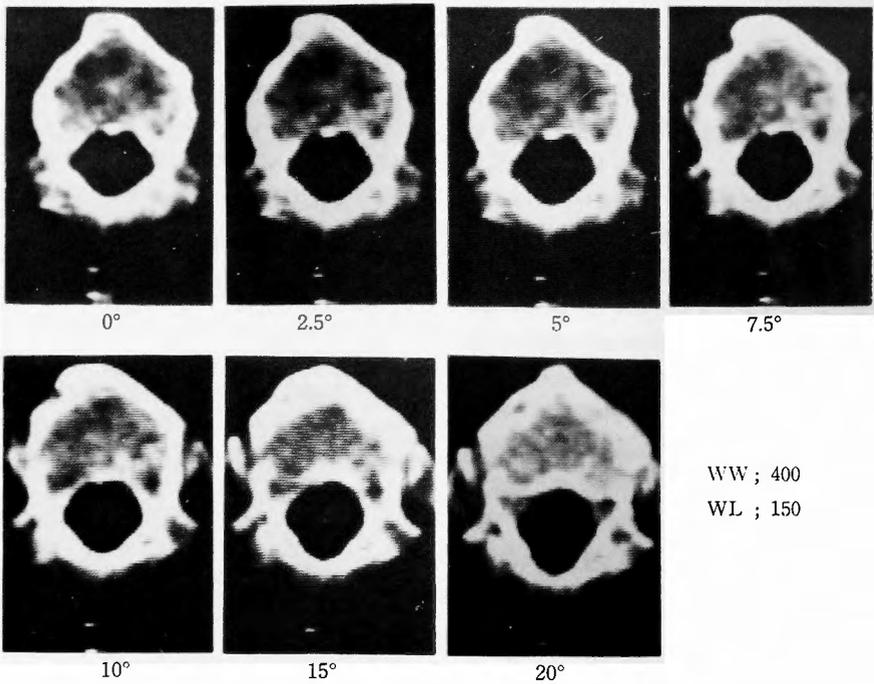


Fig. 2. Effect of window level on apparent sagittal diameter of thoracic canal. The actual diameter was seen between 200 and 300 EMI units in window level.



**Fig. 3.** Effect of window level on configuration of thoracic canal. Proper condition to observe the thoracic canal was nearly 150 EMI units.



**Fig. 4.** Effect of scanning angle on configuration of thoracic canal. Configuration of thoracic canal was markedly transformed more than 15°.

(Fig. 3). ゆえに多少の誤差はあるが像の鮮明さを考慮に入ると WW は 400 EMI 単位付近, WL は 150 EMI 単位付近で用いるのが適当である.

② スライス面と胸椎椎管腔との傾斜の許容範囲

0°~20°の範囲で胸椎椎管腔を傾斜させ CT 像を撮り、許容範囲を決定した。傾斜が大きくなるにしたがい、脊柱管腔は変形し 15°以上傾斜すると、形態的にも明らかに変形しているのがわかる (Fig. 4)。前後径を測定するに 10°までは許容しうると考えられた (Fig. 5)。ゆえに胸椎椎管腔の形態、計測に対する許容範囲は 10°までと考えられた。

③ 撮影部位

胸椎は解剖学的に長いので、全胸椎をくまなく撮影することは被爆、撮影時間等を考えると困難である。胸椎椎管腔の形態、大きさを知るのに都合の良い部位を決定するため、骨標本にて CT 像を椎体上縁、中央部、下縁において撮影した。脊柱管腔の観察には椎体、

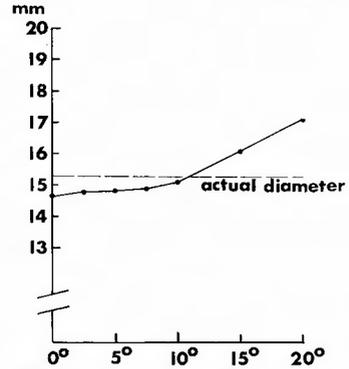


fig. 5. Effect of scanning angle on apparant segittal diameter of thoracic canal. Scanning angle was permitted within about 10° in demention.

椎弓根部、椎弓が十分撮影できる椎体中央部が好ましく、椎間板に近い部位で撮影すると、椎弓根部が十分撮影されなかったり、椎弓が下後方に傾斜するため、

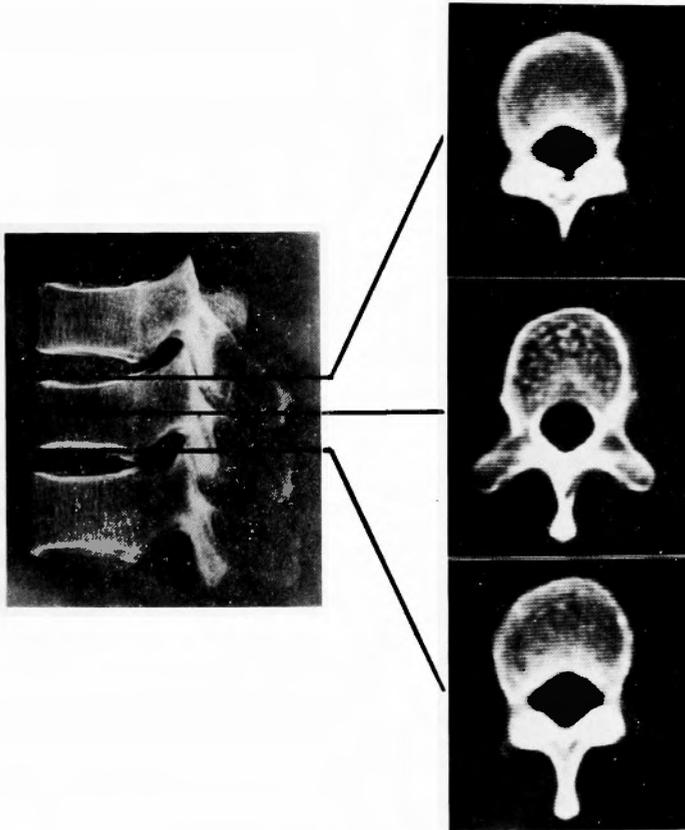


Fig. 6. Line drawing showing the level of the tomographic cuts. Bony canal was well scanned at the center of the vertebral body.

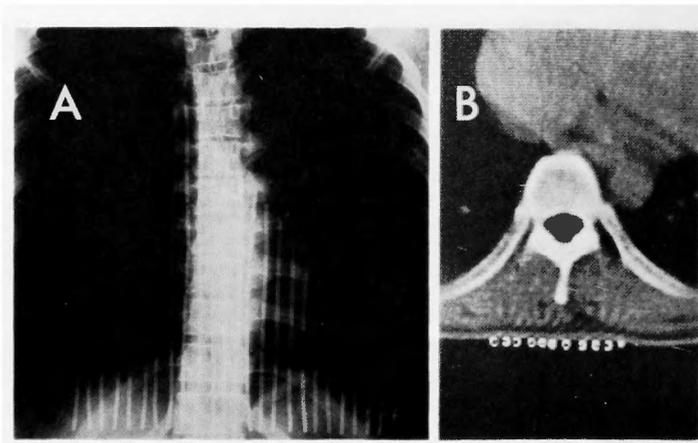


Fig. 7.

- A. Anteroposterior thoracic spine radiograph with opaque catheter-markers  
 B. CT scan with catheter-marker  
 The dots present the catheters in cross section. By counting the dots and comparing the radiograph, the level can be localized.

椎弓の腹側面が脊柱管腔の後面と異なるようになる (Fig. 6).

#### ④ 解剖学的位置の決定

胸椎には椎骨のレベルを決定するのに必要な形態的特徴に乏しく、また身体自身の marker も少なく、解剖学的位置を決定するのに難渋することがしばしばある。著者は S. B. Hammerschlag<sup>9)</sup> の方法に準じて長さの異った血管撮影用カテーテルを並べた板を作成し、患者の胸椎部背側に固定し、単純X線正面像を撮り、

CT 像と比較し解剖学的位置の決定の参考とした (Fig. 7)。この方法は患者の移動により、多少ずれることがあり、必ずしも信頼できないが、胸鎖関節、大動脈弓、気管分岐部、腰椎との移行部等、総合的に判断し解剖学的位置を確認した。

#### ⑤ 測定方法

撮影された CT 像は全て著者により 1/20mm まで測定可能なノギスを用いて測定し、倍率を乗じ、実際の脊柱管腔の大きさ (以後補正後の値) を計算した。前後径は最大前後径を、横径は最大横径を測定した (Fig. 8)。

## IV. 結 果

### 1) 正常例

上位胸椎は前後径に比し横径の大きい横楕円形をしており、特に第1、2胸椎においては第7頸椎に類似し、脊柱管腔の前方がやや扁平になっている。上位胸椎では肩甲骨による artifact が生じやすく像が不鮮明になりやすく注意を要する。第3胸椎以下第10胸椎では、ほぼ同様の形態を有しており、横径と前後径がほぼ等しい類円形となっている。下位では横径が著明に大きくなり、大楕円形となり、上位腰椎と類似するようになる (Fig. 9)。各レベルを通じて前後径はあまり変化せず、第1及び第9、10胸椎において少し小さく、第12胸椎で幾分大きくなる。正常例における前後径平均値は補正後の値で  $Th_1, 15.3 \pm 0.40 \text{ mm}$ ;  $Th_2, 15.6 \pm 0.20 \text{ mm}$ ;  $Th_3, 15.6 \pm 0.20 \text{ mm}$ ;  $Th_4, 15.7 \pm 0.18 \text{ mm}$ ;

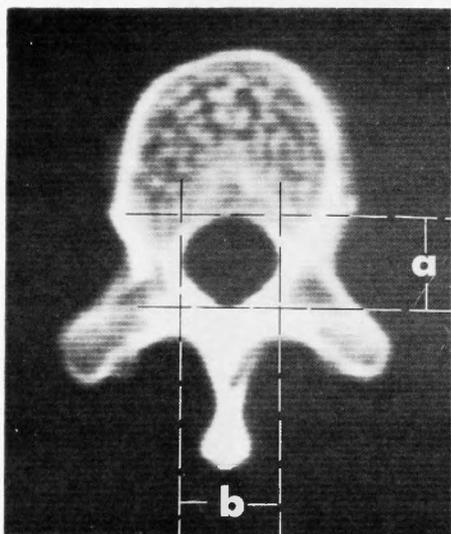


Fig. 8. Method of measurement by CT scan  
 a. Sagittal diameter  
 b. Transverse diameter

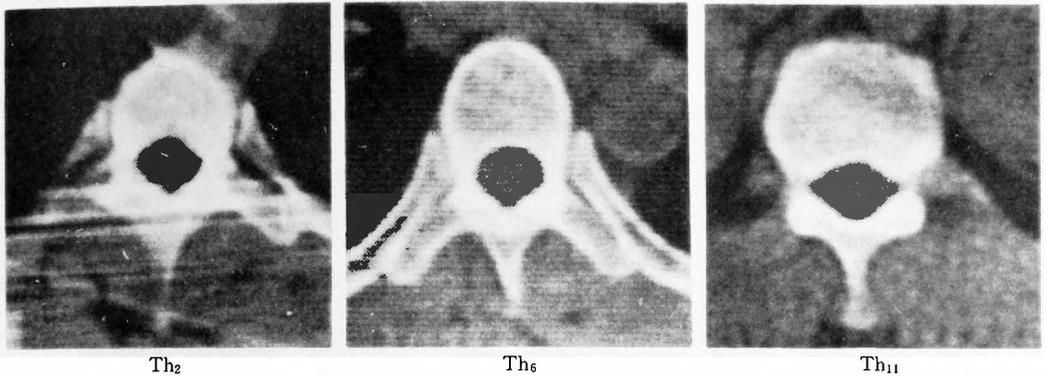


Fig. 9. Configuration of normal thoracic canal  
 A. Oval at upper thoracic levels  
 B. Round at middle thoracic levels  
 C. Large oval at lower thoracic levels

Th<sub>5</sub>,  $15.7 \pm 0.21$  mm; Th<sub>6</sub>,  $15.8 \pm 0.14$  mm; Th<sub>7</sub>,  $15.8 \pm 0.13$  mm; Th<sub>8</sub>,  $15.6 \pm 0.11$  mm; Th<sub>9</sub>,  $15.3 \pm 0.17$  mm; Th<sub>10</sub>,  $15.4 \pm 0.20$  mm; Th<sub>11</sub>,  $15.5 \pm 0.13$  mm; Th<sub>12</sub>,  $16.8 \pm 0.56$  mm であった。横径は第 1, 2 及び第 11, 12 胸椎で著明に大きく, 中位胸椎においては著明に小さく第 5, 6, 7 胸椎で最小となる。横径の平均は Th<sub>1</sub>,  $20.2 \pm 0.96$  mm; Th<sub>2</sub>,  $19.6 \pm 0.59$  mm; Th<sub>3</sub>,  $17.7 \pm 0.35$  mm; Th<sub>4</sub>,  $16.5 \pm 0.32$  mm; Th<sub>5</sub>,  $16.4 \pm 0.31$  mm; Th<sub>6</sub>,  $16.4 \pm 0.23$  mm; Th<sub>7</sub>,  $16.2 \pm 0.22$  mm; Th<sub>8</sub>,  $16.7 \pm 0.43$  mm; Th<sub>9</sub>,  $16.8 \pm 0.42$  mm; Th<sub>10</sub>,  $17.3 \pm 0.59$  mm; Th<sub>11</sub>,  $18.4 \pm 0.58$  mm; Th<sub>12</sub>,  $20.9 \pm 0.61$  mm である (Fig. 10)。男女間の差については女性がわずかに小さい傾向があ

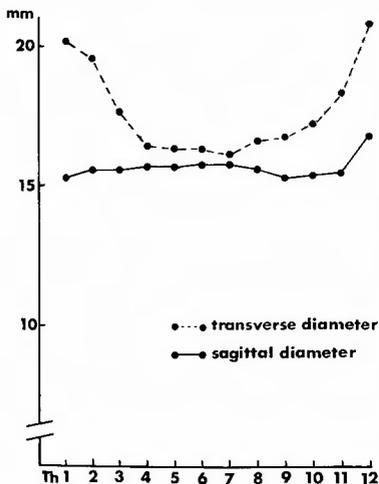


Fig. 10. Normal sagittal diameter and transverse diameter of thoracic canal

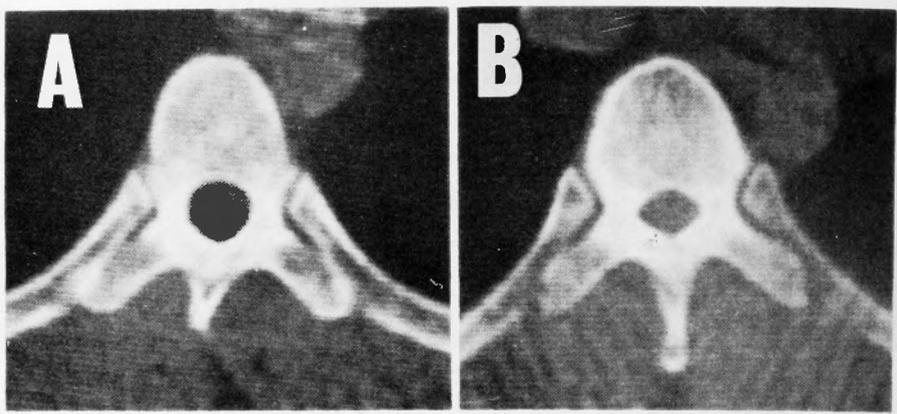
るも著明でない。

## 2) 頸椎 developmental stenosis 例

頸椎に developmental stenosis のみられる症例には胸椎においても狭小化がみられ, 狭小化は前後方向に著明で横径方向には著明でない。ゆえに胸椎椎管腔の形態は前後方向により扁平となり, 中位胸椎においても横楕円形となる (Fig. 11)。狭小化の程度は正常例に比し前後径において補正後の平均値で最小 1.4 mm ~ 最大 1.9 mm で上・中・下位胸椎各レベルともほぼ同程度に狭小化されている (Fig. 12)。横径においては著明な狭小化はみられない。前後径において正常例, 頸椎 developmental stenosis 例の両者に有意差の有無を調べたところ, Th<sub>6</sub> で両者の平均値に明らかな差が認められた (正常例,  $15.76 \pm 0.14$  mm ( $\bar{X} \pm SE$ ), 頸椎 developmental stenosis 例,  $14.20 \pm 0.56$  mm,  $t=3.5007$ ,  $P<0.01$ )。また Th<sub>12</sub> においても両者の平均値に差が認められた (正常例,  $16.75 \pm 0.56$  mm ( $\bar{X} \pm SE$ ), 頸椎 developmental stenosis 例,  $14.94 \pm 0.20$  mm,  $t=2.5248$ ,  $P<0.05$ )。一方横径においても同様に検討し Th<sub>6</sub> および Th<sub>12</sub> において両者の平均値に差を認めなかった (Th<sub>6</sub>: 正常例  $16.42 \pm 0.23$  mm ( $\bar{X} \pm SE$ ), 頸椎 developmental stenosis 例,  $15.75 \pm 0.24$  mm,  $t=1.8128$ , NS, Th<sub>12</sub>: 正常例  $20.85 \pm 0.06$  mm, 頸椎 developmental stenosis 例,  $21.20 \pm 1.51$  mm,  $t=0.41879$ , NS)。

## 3) 胸椎黄色靭帯骨化による脊髄症例

胸椎椎管腔に靭帯骨化のみられる部位での形態, 大きさの測定は靭帯骨化により前後径, 横径の測定が困難な場合もある。ゆえに OYL, OPLL のみられない



**Fig. 11.** Comparison of normal thoracic canal with narrow canal in the case of developmental cervical canal stenosis at the same level (Th<sub>9</sub>)  
 A: Thoracic canal in normal cases  
 B: Narrow thoracic canal flattened anteroposteriorly.

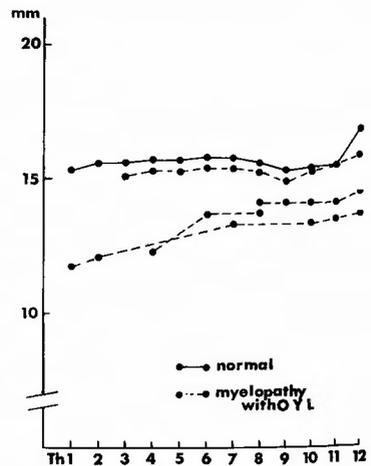
レベルで検討した。男性1例、女性3例のうち女性の1例を除き他の3例は明らかな胸椎椎管腔の狭小化がみられ、その形態は頸椎 developmental stenosis 例と同様に前後方向により扁平な形態であった。その狭小化の程度は補正後の値で正常例に比し2mm程度であった (Fig. 13)。一方横径においては前後径に比し著明な差はみられなかった。4例中2例は単純X線像において胸椎後縦靭帯骨化、頸椎後縦靭帯骨化、頸椎・胸椎前縦靭帯骨化を広範に併なった骨増殖型であった。

CT 像からも椎体の辺縁、椎間関節部はX線吸収係数が大きく白っぽく見えた。

単純X線像でみられる OYL が全てCTで描出可能とは限らず、脊柱管腔内への突出のない OYL はスライスの厚さが13mmということもあり、椎弓、椎間関節と像が重なり判別不能となる。OYL が軽度に出している場合には判別がつき難いが、脊柱管腔の形態が左右非対称となるので判断できる。さらに大きく



**Fig. 12.** Comparison of sagittal diameter in the normal cases with the cases of cervical myelopathy with developmental cervical canal stenosis. Sagittal diameter was small in the cases of myelopathy with developmental cervical canal stenosis.



**Fig. 13.** Comparison of sagittal diameter in the normal cases with the cases of thoracic myelopathy with ossification of thoracic yellow ligament. In 3 of 4 cases of myelopathy with ossification of thoracic yellow ligament, narrow thoracic canals were evident.

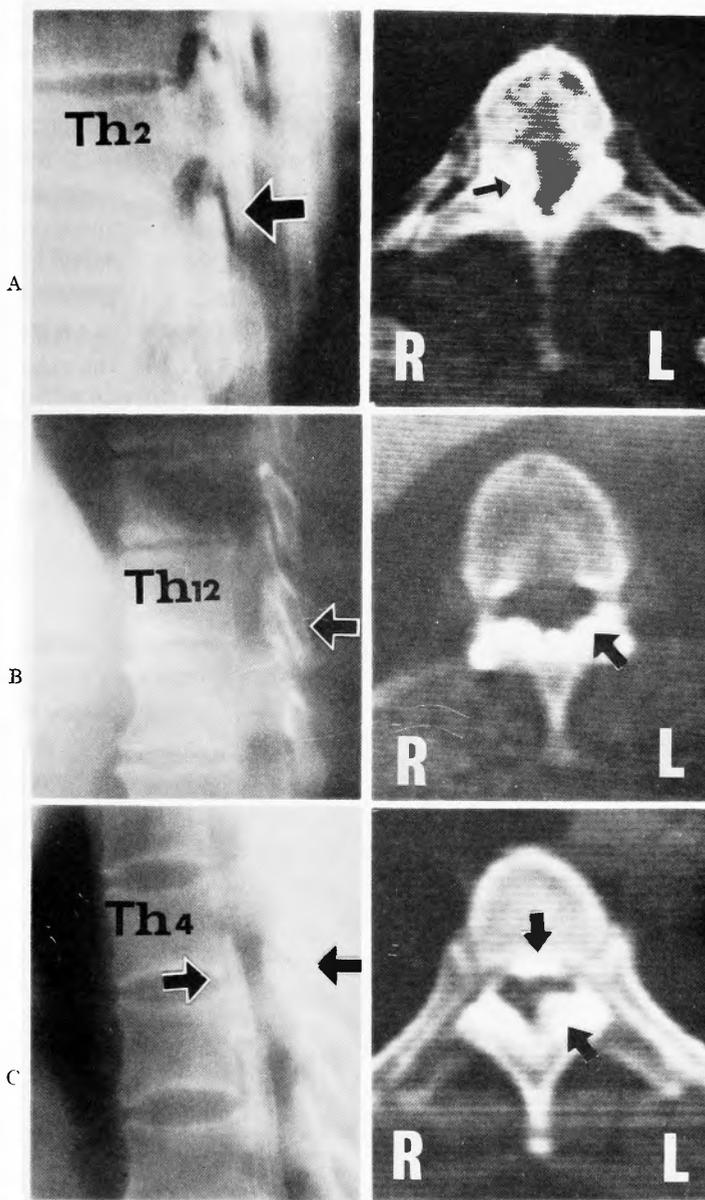


Fig. 14.

- A: Ohta 58 years old male of thoracic myelopathy with ossification of yellow ligament (OYL) at Th<sub>2-3</sub> level  
 Left: Tomography showing OYL  
 Right: CT picture showing OYL increasing to thoracic canal
- B: Okazaki 59 years old female of thoracic myelopathy with OYL at Th<sub>12-L1</sub> level  
 Left: Tomography  
 Right: CT picture showing little OYL
- C: Ochi 58 years old female with cervical and thoracic myelopathy due to multiple thoracic OYL and cervico-thoracic ossification of posterior longitudinal ligament (OPLL). This was a hyperostotic type.  
 Left: Tomography  
 Right: CT picture show OPLL and OYL increasing to thoracic canal anteriorly and posterolaterally

なると判別容易で、通常は後側方より脊柱管腔内に左右非対称的に突出し、ついには椎弓腹側面及び椎体後縁にまで達するようになる。(OVLとOPLLが合併すると脊柱管腔は前方および後側方から狭小化されて不整形となり、時には三角形状となり、脊髄は著明に圧迫を受けるであろうと推定された (Fig. 14).

#### 4) 頸椎椎管腔の前後径と胸椎椎管腔の前後径についての検討

頸椎単純X線像及び胸椎CT像の条件の良い男性11例、女性6例を対象とした。頸椎前後径の測定は単純X線側面像で第5頸椎椎体中央部における直読値を頸椎椎管腔前後径の指標とした。胸椎椎管腔前後径はCT像にて計算した補正後の値を用い、胸椎椎管腔の前後径はほぼ一定であるので、第1から第12胸椎までの前後径の平均値を胸椎椎管腔の前後径の指標とした。両者の間の関係を調べ、高い相関が認められた ( $r=0.7909$ ,  $P<0.01$ ) (Fig. 15)。以上のことより、頸椎椎管腔の狭小化がみられる場合には、胸椎にも狭小化がみられ、逆に胸椎椎管腔に狭小化がみられる場合には、頸椎においても狭小化がみられる可能性が高い。

#### 5) 胸椎単純X線像による前後径とCT像による前後径の検討

管球とフィルム間の距離を100cmで撮影した第10胸椎中心の単純X線側面像から測定した胸椎椎管腔前

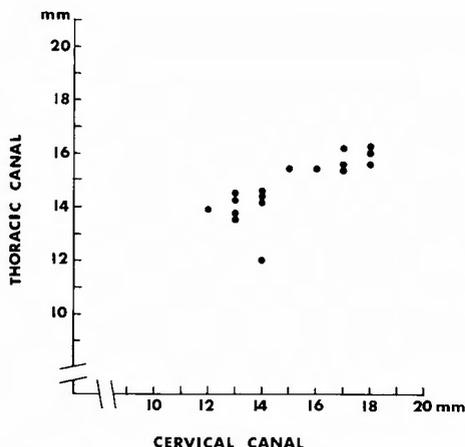


Fig. 15. Correlation of sagittal diameter between cervical canal and thoracic canal. Thoracic canal was measured by CT picture and cervical canal was done by conventional radiograph. There was a good relation between them (the correlation coefficient, 0.7909,  $P<0.01$ ).

後径の直読値とCT像による前後径の補正後の値とを比較し検討した。対象は単純X線像、CT像とも鮮明に撮影された男性11例、女性5例で、 $Th_{10}$ ,  $Th_{11}$ ,  $Th_{12}$ について検討した。単純X線像による胸椎椎管腔前後径の測定法は、当教室から既に発表したように胸椎部では脊柱管腔前後面は上関節突起後方の基部にはほぼ一致するため、椎体上縁に接線をひき、この線が上関節突起の基部と交わる点と椎体後上縁との距離を測定し前後径の指標とした (服部法)<sup>33,34,43</sup> (Fig. 16)。CT像による前後径は補正後の値を指標にした。両者の間の関係を調べ  $Th_{10}$ ,  $Th_{11}$ ,  $Th_{12}$  の各レベルとも高い相関が認められた ( $Th_{10}$ :  $r=0.7677$ ,  $P<0.01$ ,  $Th_{11}$ :  $r=0.7121$ ,  $P<0.01$ ,  $Th_{12}$ :  $r=0.7054$ ,  $P<0.01$ ) (Fig. 17, Fig. 18, Fig. 19)。このことから単純X線側面像による前後径の測定は、胸椎椎管腔前後径を知る上で有力な方法となりうると考える。

## V. 考 察

CT スキャンはある厚さの組織のX線吸収係数の平均値を再合成し画像として表現したもので、CTには特有の window width, window level の変化により、CT像は著明な変化を受ける。脊柱のCT像を観察するのに適した条件は、既に多数報告されている。P.R. Keohler<sup>17)</sup> は頸椎椎管腔の横径を測定し、WLは200~300 Hounsfield units が適当であるが、WWの影響によるCT像の変化はきわめて少ないと述べている。若林<sup>46)</sup> は屍体標本による頸椎椎管腔のCT像を検討し、脊柱管腔の実際の大きさを表わす条件は、WW 400 EMI 単位、WL 250 EMI 単位であるがWLを200 EMI 単位以上に上げると吸収係数の低い骨性部分が不十分となり、画像が見えにくくなり、250 EMI 単位に上げると棘突起、横突起などほとんど描出されなくなり、逆にWLを0以下にすると画像は白色調となり、像は見えにくくなると述べ、実際に使いやすい条件は骨性部分がやや拡大されて描出されるがWW 400 EMI 単位 WL 100~150 EMI 単位であるとしている。また佐々木<sup>38)</sup> はWW 200~400 EMI 単位、WL 100~150 EMI 単位が適当であり、脊柱のCT値が100~200 EMI 単位の部分が主である分布状態からみても妥当であると述べている。また、東<sup>2)</sup> からも同様の結果を得ている。著者の実験においても同様の結果が得られ、実際に使いやすいCTの条件はWW 400 EMI 単位付近 WL 150 EMI 単位付近であった。この条件は脊柱管腔の形態、計測ともに観察するのに適し

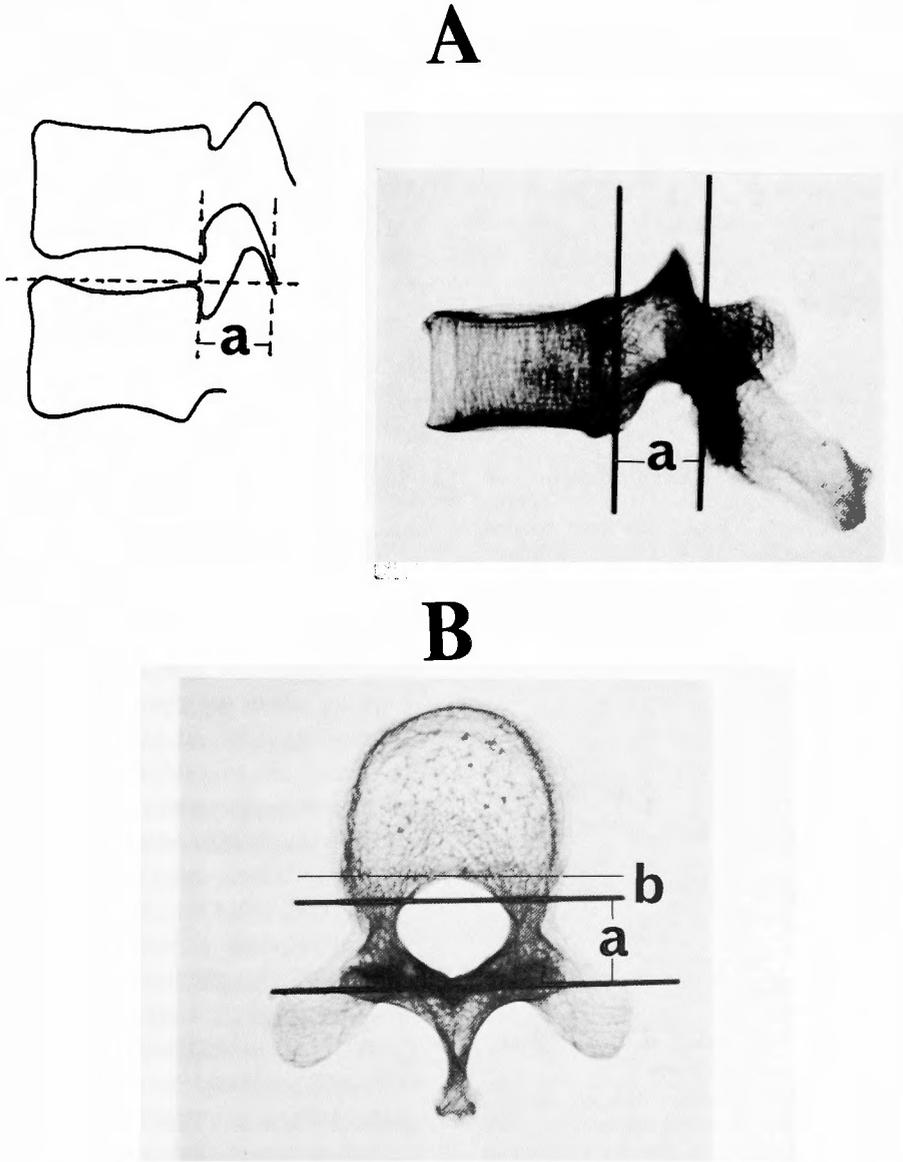


Fig. 16.

- A: Method to measure the sagittal diameter of thoracic canal by conventional radiograph (Hattori's method (a)).
- B: There was some difference comparing with true thoracic canal, because Hattori's method cannot measure the anterior part of thoracic canal (b).

た条件であるが、形態のみを問題とする場合には WL は 100 EMI 単位付近にする方が観察しやすいかもしれない。

スライス面と胸椎椎管腔の傾斜の角度の問題については、脊柱管腔の形態、大きさを正確に描出するには

入射 X 線に対して垂直にスキャンすることが必要であるが、そのためには胸椎の生理的後彎を除去するか、gantray を傾けて垂直にするしか方法がない。S. B. Hummerschlag<sup>5)</sup> らは gantray を傾けて垂直にスキャンすることが理想であるが、一つのレベル毎に gantray

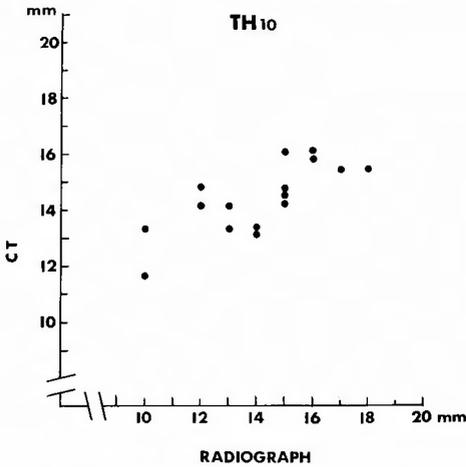


Fig. 17. Correlation of sagittal diameter between Hattori's method and CT method in the Th<sub>10</sub> level. There was a good relation between them (the correlation coefficient, 0.7677,  $P < 0.01$ ).

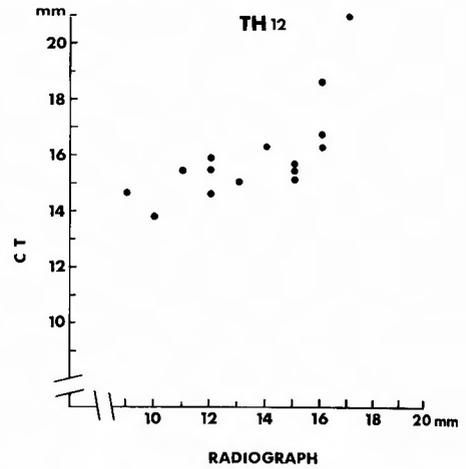


Fig. 19. Correlation of sagittal diameter between Hattori's method and CT method in the Th<sub>12</sub> level. There was a good relation between them (the correlation coefficient, 0.7054,  $P < 0.01$ ).

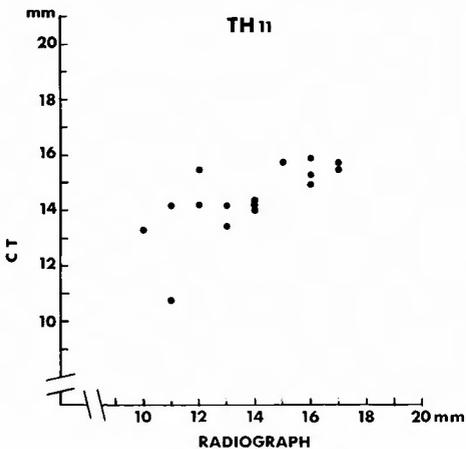


Fig. 18. Correlation of sagittal diameter between Hattori's method and CT method in the Th<sub>11</sub> level. There was a good relation between them (the correlation coefficient, 0.7121,  $P < 0.01$ ).

を変化させるのは非常にやっかいで、実際には枕等を用いて生理的彎曲を減少させるのが実用的であると述べている。今回著者の使用機種では gantray の角度を変えることはできなかったので枕等を用い後彎を減少させるように努力した。傾斜の角度の許容範囲は若林<sup>4)</sup>は頸椎の骨標本を用いて検討し、5°以内であると述べ、また佐々木<sup>5)</sup>は20°までの傾斜では誤差が少ないが、なるべく脊柱の彎曲に合った像を得るように努

力すべきであると述べている。著者の実験では、形態が明らかに変化するのは15°から、大きさが明らかに変化が出るのは15°以上であり、10°以内であれば大きな差が出ないと考えられた。理想的には垂直にスキャンしなければならないか、特に後彎の強い人でない限り厳格に正確な胸椎椎管腔の形態、大きさは得られないとしても、ある程度胸椎椎管腔の形態的、計測的特徴は得られるものと考えられた。

胸椎各レベル中のスキャンの部位に関しては、スライスの厚さが13mmということを考慮に入れると、骨性脊柱管を正しく撮影するには椎体中央部が適当である。椎間板に近くなると椎弓根が撮影できなかったり、椎弓が下後方に傾斜するため、椎弓の腹側面が脊柱管腔の後面と異なるようになる。また、CT上は椎間関節が突出し、後方中央部がくぼんで見え骨性脊柱管腔の形態、大きさの検討には不適当になる。

解剖学的位置の決定には S.B. Hammerslag<sup>6)</sup>の方法に準じた方法を用いて、長さの異った血管撮影用カテーテルを患者の背部に固定し決定の参考にしたが、最近の Scanner にはスカウト画像を装備したものが多く正確に目的高位の画像が得られ、このような操作は必要なくなってきており、同時に gantray を適確に傾斜させることにより、より正確な CT 像が得られるようになってきている。

さて胸椎椎管腔の形態、大きさに関する報告は、主に骨格標本において行なわれてきた。骨格標本は死後

の変化のため、同一に CT 像と比較することはできないが、形態的、計測的特徴は類似していると考えられる。当教室の酒井<sup>35)</sup>らは24体の骨格標本を精細に検討し、胸椎椎管腔の形態を観察した。その形態的特徴は前述の CT 像とはほぼ同様であった。しかし、計測的には若干差が認められる。その主たる原因は骨格標本は乾燥すると収縮して生体に比し小さくなるためである。また酒匂<sup>36,37)</sup>らによる骨格標本での検討でも、胸椎の前後径、横径は前述の CT による検討と類似の傾向である。

単純 X 線像による胸椎椎管腔前後径の測定方法は最近、当教室の齋木<sup>33,34)</sup>、津江<sup>43)</sup>らによって試みられている。齋木は服部法を用いて前後径を測定し X 線直読値で前後径は男性では、Th<sub>8</sub>, 15.5 mm, Th<sub>9</sub>, 15.6 mm, Th<sub>10</sub>, 15.4 mm, Th<sub>11</sub>, 15.7 mm, Th<sub>12</sub>, 14.4 mm であり、女性では、Th<sub>8</sub>, 14.9 mm, Th<sub>9</sub>, 14.8 mm, Th<sub>10</sub>, 14.5 mm, Th<sub>11</sub>, 14.3 mm, Th<sub>12</sub>, 14.3 mm であったと述べている。CT 像による前後径と測定部位が異なるため、比較は容易ではないが、最大の相異は、第12胸椎において大きくなっていないことである。このことは CT 像より考えると第12胸椎においては椎体の切れ込みが他の部位より大きく、そのため、切れ込みを測定しない単純 X 線像による測定は上記のような結果になったものと考えられる。CT 像と単純 X 線像による測定値との間には相関関係があり、単純 X 線側面像により胸椎椎管腔の前後径は容易に測定でき、スクリーニングの方法としては有用であると考えられる。横径の測定方法は椎弓根間距離を測定すれば容易にわかり、特に問題はない。

頸椎、胸椎、腰椎の各部位における脊柱管腔の大きさの関係については、黒川<sup>20)</sup>は単純 X 線像にて C<sub>5</sub> と Th<sub>9</sub> 及び Th<sub>9</sub> と L<sub>4</sub> の前後径の相関関係を調べ有意の相関があったと述べている。著者の測定した頸椎椎管腔前後径と胸椎椎管腔前後径との間にも有意の相関関係が認められ、脊柱管腔の狭小化は全脊柱にわたり存在する可能性があることが示唆された。

OYL は F. Polgár<sup>29)</sup> が 1927 年 X 線学的に椎間孔部の狭窄をきたす骨性異常陰影として報告したのが最初で、以後多数の報告<sup>12,16,18,23,24,26,28,31,44,45)</sup>があるが、OYL による脊髄症発症と胸椎椎管腔の大きさの関係について検討されるようになったのは極く最近である。

当教室の齋木<sup>33,34)</sup>、津江<sup>43)</sup>は単純 X 線側面像において服部法にて測定し、OYL による脊髄症例は胸椎椎管腔前後径が小さい症例が多いと述べている。また金田<sup>45)</sup>は同様の方法にて胸椎椎管腔前後径を測定し、control 群に比し OYL による脊髄症例は有意差をもって小さいと述べている。著者の症例でも、症例は数少ないが 4 例中 3 例に明らかな胸椎椎管腔前後径の狭小化がみられ、OYL による脊髄症発症の基盤に胸椎部脊柱管狭窄症が存在する可能性が大きいことを示している。

OYL の発生進展形式は、酒匂<sup>36,37)</sup>らは骨格標本による検討で OYL は、はじめ下位椎弓上内側縁の黄色靭帯起始部に沿って薄い棘状、板状の骨化を生じ、ついで上椎間関節突起内側前縁に向って進展し、ついで上位椎体の下関節突起関節面の黄色靭帯附着部に骨化をみるようになり、骨化がさらに増大すると鋸歯状、板状となり、上・下の骨化は重なり、癒合して橋梁を形成し、椎間関節内腹側に著明な骨性膨隆を生じると述べている。著者の CT 像による横断面からみた検討では OYL は、まず椎間関節部内腹側に不規則な陰影として現われ、骨化が増大すると後側方より脊柱管腔内に突出し、さらに大きくなると椎弓腹側面及び椎体後縁にも達するように増大している所見が得られた。

OYL の形態について単純 X 線像と CT 像とを比較すると、単純 X 線側面像にみられる OYL の形態は、既に当教室が発表したように<sup>33)</sup> I 型(棘状型)、II 型(板状型)、III 型(結節状型)と特殊な型として遊離型に分類することができる(Fig. 20)。津江<sup>43)</sup>はこれらの中で手術例では III 型が 56% と最も多く、さらに脊髄造影でブロックを示す椎間は 91% と大部分をしめ、残り

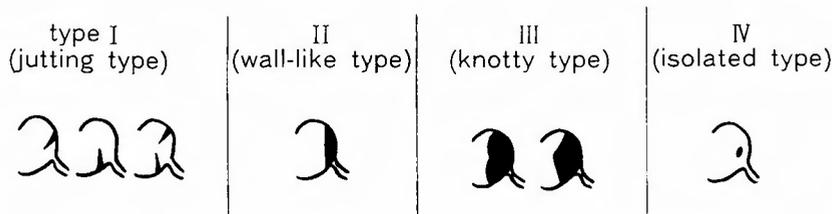


Fig. 20. Our classification of OYL by conventional radiograph. Type III OYL often caused the thoracic myelopathy.

の椎間は同部位に後縦靱帯骨化の合併を認めるもので、Ⅲ型が病的意義を有する可能性が大きいと述べている。CT像にても単純X線像で結節型を示す(OYLは脊柱管腔内に突出しているものが多く、他のⅠ型、Ⅱ型、遊離型ものはCTで全く撮影されないか、もしくは突出の程度が軽いものがほとんどであった。

現時点におけるCTの靱帯骨化に対する臨床上の意義はスクリーニングとしては適さず責任病巣がある程度決定されている場合、責任病巣をさらに正確に決定するのに参考となり、また手術を行なう場合には靱帯骨化の偏在性、形態及び範囲が具体的に把握できるため、より安全な手術を行なうのに有用であるが、脊髓造影等の他の検査を省略するまでには至っていない。

胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症を診断する場合には全脊柱管腔の狭小化が存在する可能性を常に考慮に入れておく必要がある。服部<sup>10,11)</sup>は胸椎部脊柱管狭窄症の診断には頸椎部または腰椎部疾患との合併をも考慮に入れ、注意深い神経学的観察と、それに対応して必要な脊柱の広い範囲のX線検査が必要であると述べ、さらに責任病巣の決定は困難であるが、神経学的所見を主体にして単純X線、断層撮影、その他ミエロ<sup>25)</sup>、CT等の諸検査を必要に応じ併用することより、ほぼ可能と思うと述べている。さらに最近、脊髄誘発電位検査<sup>9,19,32,41)</sup>による責任病巣の決定も試みられるようになり、成果を挙げている。

現在のCTは未だ脊髄そのものを観察することは不可能であるが、靱帯骨化の診断には有用で、手術を行なう場合には不可欠な検査となってきた。

CTによる検査においては最近脊髄を描出しようとする試みがなされており、metrizamide (Amipaque)を用いて脊髄を陰性像としてとらえるcomputed myelography<sup>4,22,27,42)</sup>の検査がなされるようになり、また脊髄そのものをXenon gasによる増強効果により描出しようとする試み<sup>30)</sup>もなされてきている。今後さらにCTは改良され、一層多くの情報を提供するものと思われる。

#### IV. 結 語

胸椎部脊柱管狭窄症の病態を究明するためCTを用いて胸椎椎管腔の正常及び病的形態の特徴を研究した。まず胸椎椎管腔の形態、計測に適した条件を得るためEMI・CT 5005を用い実験的スキャンを行ないCTの至適条件を求めた。次に胸椎椎管腔の形態・前後径・横径、頸椎椎管腔の大きさとの関係、胸椎単純X線像

による脊柱管腔の大きさとの関係を検索した。対象は正常例12例、頸椎 developmental stenosisによる脊髄症例9例、胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症例4例につき胸椎のCT像を検討し、次の結果を得た。

- 1) 胸椎椎管腔の観察に最適なCTの条件は、window width 400 EMI単位付近、window level 150 EMI単位付近である。またスライス面と脊柱管腔との傾斜の許容範囲は10°までと考えられた。撮影部位については椎体の中央部が骨性脊柱管腔を良く表現する。
- 2) 正常胸椎椎管腔の形態の特徴は上位、下位胸椎では楕円形、中位胸椎では類円形である。前後径は各レベルを通じてあまり変動がないが、横径においては著明に変動し、上・下位胸椎レベルで大きく中位胸椎レベルで小さい。
- 3) 頸椎に developmental stenosisのみられる症例は胸椎においても脊柱管腔の狭小化がみられ、形態は正常例に比し前後に扁平な楕円形となり、前後径において狭小化がみられ、横径においては差は認められない。
- 4) 頸椎椎管腔前後径と胸椎椎管腔前後径との間には高い相関がある。
- 5) 服部法による単純X線像から得られた胸椎椎管腔の測定値とCT像による測定値との間には高い相関があり、単純X線像による前後径の測定は胸椎部脊柱管狭窄の診断の指標となりうる。
- 6) 胸椎黄色靱帯骨化による脊髄症症例には胸椎椎管腔の狭小化がみられるものが多い。

稿を終るに臨み、終始ご指導、ご鞭撻下され、かつ懇切なご校閲を賜った恩師服部 奨教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究に終始適切なお助言をいただいた河合伸也助教授、齋木勝彦助教授に感謝いたします。また、ご便宜、ご協力頂いた山口労災病院石田一夫病院長、同整形外科小山正信部長、東 良輝部長ほか諸先生、放射線技師の皆様ならびに当教室の諸先生方に感謝いたします。

(本論文の要旨は第59回及び第60回西日本整形災害外科学会において発表した。)

(本研究に対し厚生省の骨・靱帯異常調査研究班より研究補助金をうけたことに感謝いたします。)

#### 参 考 文 献

- 1) Ambrose J, Hounsfield GN: Computerized transverse axial tomography. *Br J Radiol* 46: 148-149, 1973.
- 2) 東 良輝, 小山正信, 他: 頸椎疾患に対するCTの応用, 中部整災誌 23: 437-440, 1980.
- 3) 馬場博己, 松浦啓一: CT診断の基礎と臨床—特に整形外科医のために—, 臨整外 15: 397-403, 1980.
- 4) DiChiro G, Schellinger D: Computed tomogra-

- phy of spinal cord after lumbar intrathecal introduction of metrizamide (computer-assisted myelography). *Radiol* **120**: 101-104, 1976.
- 5) Hammerschlag SB, Vorpert SM, et al: Computed tomography of the spinal canal. *Computed Radiol* **121**: 361-367, 1976.
  - 6) 服部 奨, 小山正信: 脊椎外科の診断・整形外科の立場から一特に頸部脊椎症の診断—あすへの整形外科展望 (現代医学シリーズ'73~'74). 東京, 金原出版: 36-61, 1974.
  - 7) 服部 奨: 頸肩腕症候群の概念と治療, 現代外科学大系 <年刊追補 1977-D>, 東京, 中山書店, 205-257, 1978.
  - 8) 服部 奨, 河合伸也: 頸椎症の臨床診断—整形外科の立場から—, 頸椎症の臨床 <整形外科 MO-OK No. 6>. 東京, 金原出版, 13-40, 1979.
  - 9) Hattori S, Saiki K, et al: Diagnosis of the level and severity of cord lesion in cervical spondylotic myelopathy, spinal evoked potentials. *Spine* **4**: 478-485, 1979.
  - 10) 服部 奨, 井上駿一: 胸・腰椎部脊柱管狭窄症の病態と治療, その1, 胸椎部. *日整会誌* **54**: 917-918, 927, 1980.
  - 11) 服部 奨: 胸椎部脊柱管狭窄症. *臨整外* **16**: 31, 1981.
  - 12) 平岡駿一: 椎間孔部黄靱帯の骨化について. *外科の領域* **3**: 6-11, 1955.
  - 13) Hounsfield GN: Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *Br J Radiol* **46**: 1016-1022, 1973.
  - 14) 磯部輝雄, 服部 奨, 他: 頸部脊椎管の developmental stenosis によるミエロパチーの検討. *臨整外* **15**: 10-16, 1980.
  - 15) 金田清志, 佐藤栄修, 他: 脊柱靱帯骨化による胸椎部脊柱管狭窄症. *臨整外* **16**: 63-74, 1981.
  - 16) 桐田良人, 宮崎和躬, 他: 弓間靱帯骨化による脊柱管狭窄症の手術経験. *中部整災誌* **16**: 814-817, 1973.
  - 17) Koehler, PR, Anderson RE, et al: The effect of computed tomography viewer controls on anatomical measurements. *Radiol* **130**: 189-194, 1979.
  - 18) 小泉正夫: 黄靱帯骨化を証した脊髄麻痺の3例. *臨外* **17**: 1181-1189, 1962.
  - 19) 黒川高秀: 脊髄誘発電位の臨床. *神経進歩* **23**: 411-422, 1979.
  - 20) 黒川高秀, 津山直一, 他: 胸椎部脊柱管狭窄症の診断と脊髄誘発電位測定への応用について. *臨整外* **16**: 32-42, 1981.
  - 21) Ledly RS, Wilson JB, et al: The acta-scanner: The whole body computerized transaxial tomography. *Biol Med* **4**: 145-155, 1974.
  - 22) Louis NS, Joseph AM, et al: Computed tomography of spinal canal and cord. *Computerized Tomogr* **1**: 229-234, 1977.
  - 23) 前原東洋, 酒匂 崇, 他: 胸部脊椎管狭窄による脊髄障害の症例について. *中部整災誌* **19**: 136-139, 1976.
  - 24) 宮坂 斉, 辻 陽雄, 他: 胸椎椎管内靱帯骨化のX線所見と症状との関連について. *臨整外* **12**: 381-386, 1977.
  - 25) 溝部洋之: 胸椎ミエログラフィーに関する臨床的研究. *日外宝* **49**: 837-864, 1980.
  - 26) 森脇宣允, 服部 奨, 他: 胸椎弓間靱帯骨化による脊髄麻痺手術例. *中部整災誌* **16**: 136-138, 1973.
  - 27) 永瀬譲史, 井上駿一, 他: 脊髄疾患へのCTの診断的応用—特に metrizamide CT の診断的価値について—. *臨整外* **15**: 414-421, 1980.
  - 28) 小山正信, 服部 奨, 他: 胸椎部靱帯骨化によるミエロパチーの観血的治療. *日整会誌* **52**: 1268-1269, 1978.
  - 29) Polgár F: Über interarkuelle Wirbel-verkalkung. *Fortch Röntgen Str* **40**: 292-298, 1929.
  - 30) Pullicino P, du Boulay, et al: Xenon Enhancement for computed tomography of the spinal cord. *Neuroradiol* **18**: 63-66, 1979.
  - 31) 斎木勝彦, 服部 奨, 他: 頸椎・胸椎後継靱帯骨化合併症例の観血的治療の検討. *中部整災誌* **21**: 423-425, 1978.
  - 32) Saiki K: Spinal evoked potential (SEP) obtained by stimulation of the median nerve—Experimental and clinical studies—. *J Jap Orthop Ass* **53**: 1893-1913, 1979.
  - 33) 斎木勝彦: 下位胸椎部脊椎管狭窄における神経学的特徴について. *日整会誌* **54**: 1449-1450, 1980.
  - 34) 斎木勝彦, 服部 奨, 他: 胸・腰椎部黄色靱帯骨化の臨床所見とX線所見. *整形外科と災害外科* **28**: 523-526, 1980.
  - 35) 酒井和裕, 服部 奨, 他: 胸椎部脊椎管前後径の計測に関する検討. 第13回中国四国整形外科学会にて発表. 岡山市, 1980.
  - 36) 酒匂 崇, 富村吉十郎, 他: 脊椎黄色靱帯骨化の病態生理に関する考察. *日整会誌* **51**: 959-960, 1977.
  - 37) 酒匂 崇, 富村吉十郎, 他: 黄色靱帯骨化の病態—骨標本および手術症例による考察—. *臨整外* **12**: 368-376, 1977.
  - 38) 佐々木 正, 田中秀之: 脊椎疾患のCT像—読影の基礎と診断価値について—. *臨整外* **15**: 404-413, 1980.
  - 39) 謝 典穎, 片岡 浩, 他: 頸椎後継靱帯骨化におけるCT像—とくに撮影および読影上の注意について—. 骨靱帯異常調査研究班, 昭53年度研究報告書: 8-17, 1979.
  - 40) 高橋睦正: 神経疾患のコンピュータ断層撮影, 東京, 南江堂, 1979.
  - 41) 玉置哲也, 小林英夫, 他: 誘発脊髄活動電位の臨床的応用. *整形外科* **28**: 681-689, 1977.
  - 42) Thijssen HOM, Keyser A, et al: Morphology of the cervical spinal cord on computed myelography. *Neuroradiol* **18**: 57-62, 1979.

- 43) 津江和成, 服部 契, 他: 胸・腰椎部黄色靱帯骨化の臨床的検討. 第54回中部整形外科災害外科学会にて発表 (投稿中). 奈良市, 1980.
- 44) 山口博三, 玉懸貞郎, 他: 脊髓腫瘍症状を呈した黄靱帯骨化の1例. 整形外科 **11**: 951-956, 1960.
- 45) 柳 務, 加藤寿雄, 他: 脊柱靱帯骨化—胸椎黄靱帯骨化と頸椎後縦靱帯骨化との関連を中心として—. 臨床神経 **12**: 571-577, 1972.
- 46) 若林 昭: 屍体標本による頸部脊椎管 CT 像の分析. 日整会誌 **54**: 267-284, 1980.