腰仙部前彎に関するX線学的研究

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: 野村, 忠 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/7779

金沢大学十全医学会誌　第94巻　第2号　255－267　(1985)

腰仙部前彎に関するX線学的研究

金沢大学医学部整形外科学講座（主任：野村　進教授）
野　村　　忠

(昭和60年2月7日受付)

本論文では，正常および病的な腰仙部前彎度を計測するための適切な計測法が検討された．対象は16才から39才（平均年令24.2才）の成人若年者である．対象は，58例の正常健康人からなるcontrol群（C群），60例の神経根症状のない腰痛患者からなるlumbago群(L群)，55例の第5腰椎分離症からなるspondylolysis群（LY群），59例の明らかな神経根症状を有する患者からなるsciatica群（S群）の4群に分類し用いた．これら4群の腰仙椎立位側面X線像が，著者の考案した椎体後縁による前彎度計測法を含む5種類の前彎度の計測に用いられた．著者の前彎度計測法は，椎体の加令変化の影響がより少なく，腰仙部前彎度の計測法としてより簡便な方法であり，最適であることが統計的に認められた．なお腰椎前彎度（上位腰椎から第5腰椎における前彎度）及び腰仙椎前彎度（上位腰椎から第1仙椎における前彎度）の2種類について計測し検討した結果，腰仙椎前彎度の方が，男女共にC群と他の3疾患群の間の有意差をより明確に示すことが分った．腰仙椎前彎度において，男女差はなく，S群が最小値を示し，L群またはLY群が最大値を示し，C群がこれらの中間値を示した．

Key words　lordosis, lumbosacral region, low back pain, sciatica.

腰痛疾患は，人類の直立姿勢に起因するところが大きいと考えられ，姿勢の良否，腰仙部の生理的彎曲，骨盤の傾斜などに関する研究がこれまで数多く報告されている．腰仙部前彎度の計測法としては，津山ら[1]の体表面で計測する方法などいくつかの方法があるが，最も確実に脊椎骨の彎曲を示すX線学的研究は比較的少ない．椎体の上縁または下縁がなす角（Cobb法）による前彎度を用いて，土屋[2]は椎間板ヘルニア，古府ら[3]は脊椎分離すべり症について，Torgersonら[4]，古沢ら[5]は，腰痛疾患群についての計測を行った．また椎間板前方開角による前彎度を用いて，内西[6]は正常群と各種腰痛疾患群の計測を行っている．更に椎体前縁角による前彎度を用いて，Sullivanら[7]は健康正常人について計測を行い報告している．一方，腰仙部前彎度の計測部位として，第1腰椎から第5腰椎[7]，第1腰椎から第1仙椎[2][3]，第2腰椎から第1仙椎[6]，第3腰椎から第1仙椎[4][5]などが用いられている．このように腰仙部前彎度のX線学的計測方法は多種に及び，また，腰痛疾患との因果関係を究明している報告は少なく，腰仙部前彎度の臨床的意義に関しては，未だ不明な点が多いといえる．

そこで著者は，従来より用いられている腰仙部前彎度の計測法と，椎体の変形に伴う前彎度計測の誤差を少なくする目的で考案した独自の計測法とを比較検討するとともに，更に著者の計測法を使用した腰仙部前彎度と各種腰痛疾患の関係について検討を行った．X線学的計測法として，腰仙部前彎度とともに，これと密接な関係にあり，従来より用いられている仙椎傾斜角，腰仙角，仙胛角を同時に計測し，更にその他の腰仙部彎曲に関する数量的観測を行った．以上の計測値に対して統計的処理を行い，腰仙部前彎の臨床的意義を検討した．

対象および方法

I．対　象

被検者は，生活環境や加令的変化などによる姿勢変化が比較的少ないと考えられる成人若年者（16才～39才）に限定し，健康正常人58例（男性29例，女性29例）および腰痛，坐骨神経痛を主訴とする腰痛疾患々者174例の計232例である．移行椎，側彎症，そ

Abbreviations: C, control; L, lumbago; LY, spondylolysis; S, sciatica; ULV, upper lumbar vertebra.

Table 1. The four groups of subjects studied

Group	Sex	Number of cases	Average age (range) (years)
Control	M	29	20.5 (18～30)
	F	29	20.2 (18～30)
Lumbago	M	30	22.5 (16～29)
	F	30	21.9 (16～29)
Spondylolysis	M	30	26.0 (16～38)
	F	25	29.5 (16～39)
Sciatica	M	30	24.3 (17～35)
	F	29	29.1 (17～38)

Control: Healthy young adults who had no history of low back pain or sciatica. Lumbago: Patients who had low back pain without a positive reaction to the straight leg raising test. Spondylolysis: Patients with L5 spondylolysis (including L5 spondylolytic spondylolisthesis grouped into grade-I of Meyerding's classification). Sciatica: Patients who had low back pain and sciatica with a positive reaction to the straight leg raising test. Patients within three weeks after the onset of low back pain or sciatica were excluded from the subjects.

の他各種疾患（炎症性，腫瘍性，血管性，外傷性，骨系統性など）を合併しているものは除外した．

被検者は，次の4群に分類された．

control群（C群）……過去および現在において，全く，腰痛，坐骨神経痛を認めない健康正常人，男性29例（平均年令20.5才，18才～30才），女性29例（平均年令20.2才，18～30才）からなる．

lumbago群（L群）……腰痛を主訴とし，既往歴および現病歴において，神経根症状を認めない患者，男性30例(平均年令22.5才，16才～29才)，女性30例（平均年令21.9才，16～29才）からなる．

spondylolysis群（LY群）……第5腰椎分離症およびMeyerding法I度以内の第5腰椎分離すべり症，男性30例（平均年令26.0才，16～38才），女性25例（平均年令29.5才，16～39才）からなる．

sciatica群（S群）……明らかな神経根症状（下肢伸展挙上テストの陽性所見）が認められる患者，男性30例（平均年令24.3才，17才～35才），女性29例（平均年令29.1才，17才～38才）からなる．

以上の疾患群(L群，LY群，S群)において，腰痛，坐骨神経痛の発症後3週以内の急性期にあると考えられる症例は除外した（表1）．

II．X線撮影方法

腰仙椎立位側面X線像の撮影には，床面に垂直に設置されたフイルム支持架台を使用し，X線フイルム下縁が水平となるように，フイルムカセットを装着した．また，被検者は両上肢を前胸部で組む立位中間位安楽姿勢をとり，管球とフイルム間の距離を1mとし，第

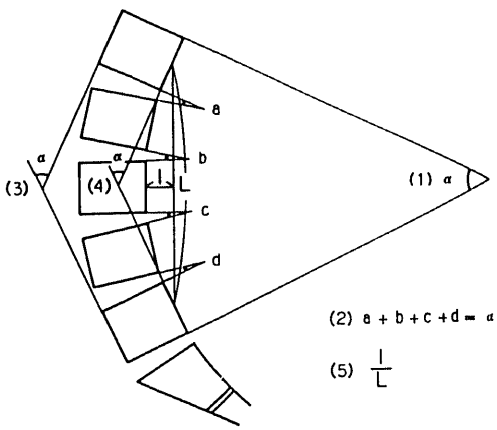

Fig. 1. Methods of measurement of the degree of lumbar lordosis. (1) The angle between the superior border of the upper lumbar vertebra (ULV) and the inferior border of L5 (method of Cobb). (2) Sum of each disc angle of the region ranging from ULV to L5. Disc angle is the angle between the inferior border of the upper vertebra and the superior border of the lower vertebra. (3) The angle between the anterior borders of ULV and L5. (4) The angle between the posterior borders of ULV and L5. (5) The ratio l/L. L: The length of the straight line drawn between the two medians of the posterior borders of ULV and L5. l: Maximum deviation from the straight line (L).

3と第4腰椎々間を中心にて撮影を行った.

Ⅲ. 計測方法および検査項目

1. 腰椎前彎度

腰椎前彎度は，従来より用いられている3種類の計測法と，著者が新たに考案した2種類の計測法について計測し，検討を行った（図1）.

従来より用いられている計測法

(1) 上位腰椎々体上縁と第5腰椎々体下縁のなす角(Cobb法).

(2) 各腰椎々間板前方開角の総和.

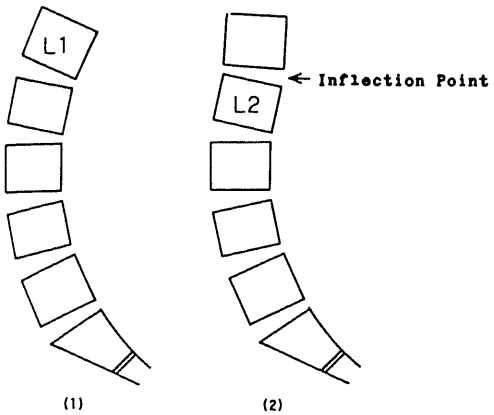

Fig. 2. Method of selection of the upper lumbar vertebra (ULV). If there is (1), select L1 for ULV. If there is (2), select L2 for ULV.

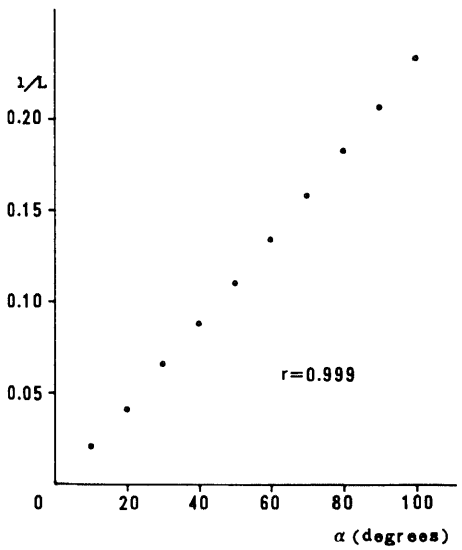

Fig. 3. The correlation between the angle (α) and the ratio (1/L) concerning the degree of lumbar lordosis. Dots are calculated from the formula of $1/L=1/2\ (\mathrm{cosec}\alpha/2-\cot\alpha/2)$.

(3) 上位腰椎と第5腰椎の各椎体前縁のなす角（腰椎各椎体前縁のなす角の総和に等しい).

著者が新たに考案した計測法

(4) 上位腰椎と第5腰椎の各椎体後縁のなす角.

(5) 上位腰椎と第5腰椎の各椎体後縁中点を結ぶ弦に，弧の頂点より垂線を下し，その垂線の長さと弦の長さの比.

上位腰椎は変曲点により決定し，第1から第3腰椎のいずれかを用いた（図2）.

腰椎々体が長方形であり，腰椎の彎曲が円弧を描くと仮定するならば，これら5種類の腰椎前彎度の計測法は，近似的に完全相関を示すことがわかった．即ち(1)(2)(3)(4)の計測法では，各計測角度は等しくなり，また(1)(2)(3)(4)と(5)の計測法の間には $1/L=1/2\ (\mathrm{cosec}\alpha/2-\cot\alpha/2)$ なる関係式が成立し，$0°<\alpha<90°$では，1/Lとαは相関係数0.999の直線的な相関を示した（図3）.

以上の5種類の各計測法の間の相関係数を求め，検討を行った.

2. 腰仙椎前彎度

著者の考案した計測法(4)に準ずる腰仙椎前彎度（第1腰椎から第1仙椎における前彎度）を用いて計測した（図4）.

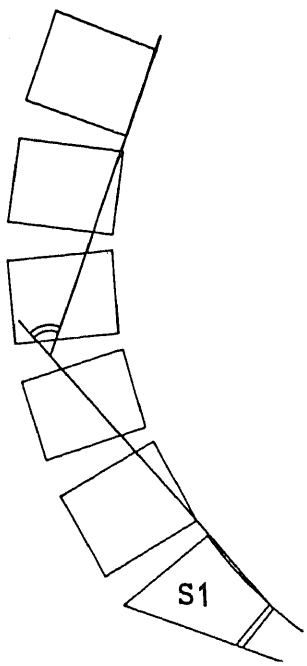

Fig. 4. Method of measurement of the degree of lumbosacral lordosis. The degree of lumbosacral lordosis is expressed as the angle between the posterior borders of the bodies of ULV and S1.

3．仙椎傾斜角

仙椎傾斜角は，第1仙椎々体上縁と水平線がなす角（図5－(1)）．

4．腰 仙 角

第5腰椎と第1仙椎の各椎体骨軸がなす角（図5－(2)）．

5．仙 胛 角

第5腰椎と第1仙椎の各椎体前縁のなす角（図5－(3)）．

6．腰仙部前彎の頂点

第1腰椎後上角から第1仙椎後下角の椎体後縁の描く弧と弦において，弧と弦の最大距離を頂点とし，第1仙椎々体後下角から弦上の頂点までの長さと弦の長さの比として表示した（図6）．

7．Lumbar index

Laurent ら[8]の方法に従って，腰椎々体の後縁と前縁の長さの比(%)で表示した．100(%)以上のものを楔状椎，100(%)以下のものを逆楔状椎とした（図6）．

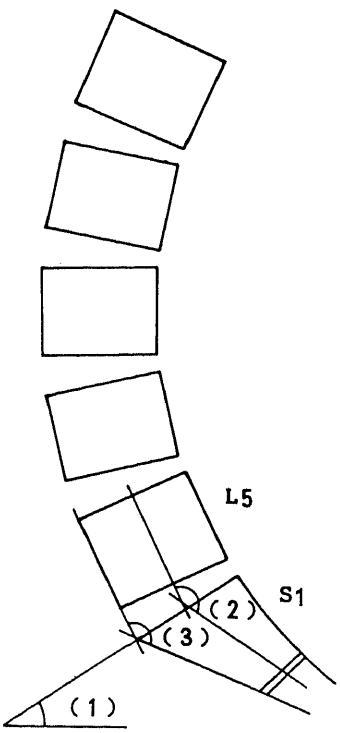

Fig. 5. Methods of measurement in the lumbosacral region. (1) The angle of sacral inclination is the angle between the superior border of Sl and the horizontal. (2) The lumbosacral angle is the angle between the longitudinal axes of L5 and Sl. (3) The promontory angle is the angle between the anterior borders of L5 and Sl.

8．各腰椎傾斜角

各腰椎々体上縁と水平線のなす角とした（但し，前方傾斜角を(＋)，後方傾斜角を(－)とする）(図7－(1)～(5))．

9．第12胸椎および第3腰椎の偏位角

第12胸椎および第3腰椎の各椎体下縁中点と第1仙椎々体上縁中点を結ぶ各直線が鉛直線となす角とした（但し，前方偏位角を(＋)，後方偏位角を(－)とする）（図7－(6)(7)）．

10．肥 満 度

肥満度は，次の式より算出した．

〔身長(cm)－100〕×0.9＝標準体重(kg)

肥満度＝〔体重(kg)/標準体重(kg)－1〕×100(%)

以上の計測結果の統計処理において，各群間の平均

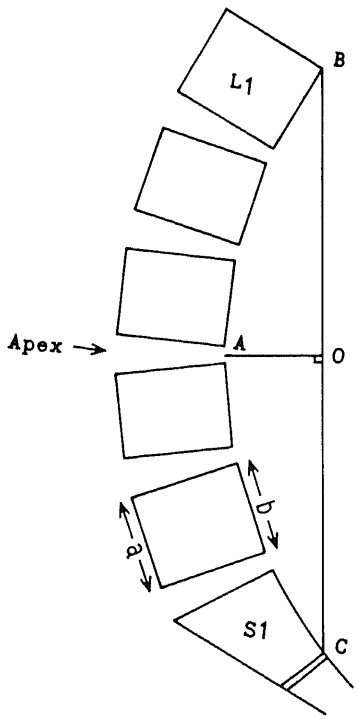

Fig. 6. Methods of measurement of the apex of the lumbosacral curve and the lumbar index. The apex of lordosis of lumbosacral region is expressed as a percentage determined by dividing line OC by line BC. BC: The straight line drawn between the two ends of the curve of the lumbosacral region. AO: Maximum deviation from line BC. Line AO perpendicular to line BC. The lumbar index is expressed as a percentage determined by dividing the height of the posterior border (line b) by the height of its anterior border (line a) of each lumbar vertebra.

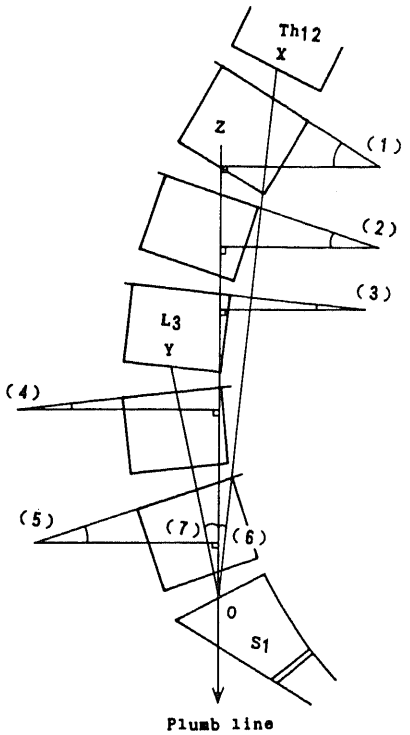

Fig. 7. Methods of measurement in the lumbosacral region. (1)〜(5) Each lumbar inclination is expressed as the angle between the superior border of each lumbar vertebra and the horizontal. (6) Deviation of Th12 is expressed as the angle XOZ. (7) Deviation of L3 is expressed as the angle YOZ. XO: The straight line drawn between the two medians of the inferior border of Th12 and the superior border of Sl. YO: The straight line drawn between the two medians of the inferior border of L3 and the superior border of Sl. ZO: Plumb line.

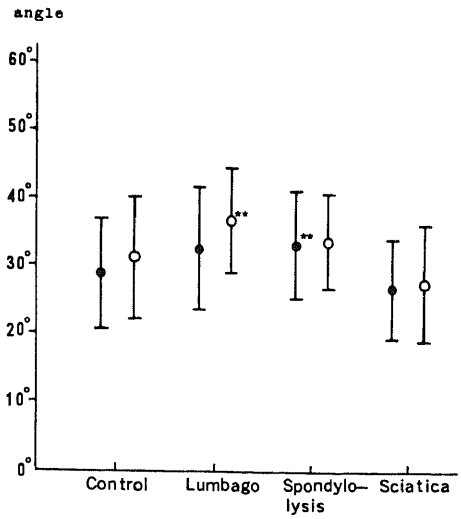

Fig. 8. The degree of lumbar lordosis. Closed circles, mean value for males; opened circles, mean value for females; vertical bars, SD. ** $p<0.05$ *vs* control.

値の比較には，計測値の傾向を知る目的で，有意水準を10%以下とした．

成　　績

I．腰椎前彎度計測法の検討

図1に示す腰椎前彎度計測法(1)から(5)を用いて，全対象を計測し次のような平均値が得られた．計測法(1)では38.9°，計測法(2)では34.0°，計測法(3)では35.1°，計測法(4)では31.3°，計測法(5)では0.074であった．これらの計測結果より(1)(2)の計測法では，椎体の楔状変形の影響がみられ，(3)の計測法では，椎体前縁での骨棘形成による影響を受けているのが認められた．(4)の計測法では，椎体後縁での骨棘形成による影響が比較的軽度であった．以上の影響が最も少ないと考えられる(5)の計測法を基準とし，計測法(1)(2)(3)(4)の各計測値と計測法(5)の計測値の間の相関係数を求めると，(1)と(5)間では0.810 ($p<0.01$)，(2)と(5)では0.416 ($p<0.01$)，(3)と(5)では0.794 ($p<0.01$)，(4)と(5)では0.881 ($p<0.01$) であった．(4)と(5)の間で最も高い相関がみられ，更に他の相関係数と比較し有意差 ($p<0.05$) が認められた．以上の結果より，(1)〜(5)の計測法の中で，より簡便で，より誤差が少ないと考えられる(4)の計測法（各椎体後縁のなす角による前彎度計測法）を選択し用いた．

II．対象各群における各種の腰仙部前彎に関する計測およびその比較

1．腰椎前彎度

計測法(4)（上位腰椎と第5腰椎の各椎体後縁のなす角）を用いた腰椎前彎度は，男性では，C群28.9°±8.2°（最大49°，最小12°），L群32.5°±9.0°（最大46°，最小13°），LY群33.3°±8.0°（最大51°，最小16°），S群26.7°±7.4°（最大40°，最小12°），女性では，C群31.2°±9.0°（最大58°，最小18°），L群36.8°±7.8°（最大56°，最小23°），LY群33.6°±7.0°（最大48°，最小20°），S群27.6°±8.8°（最大43°，最小9°）であった．

男女別に，C群と各疾患群の平均値を比較すると，男性ではC群とLY群の間で，女性ではC群とL群の間で，各々有意差があり，その他では有意差はみられなかった．しかし，男女ともにC群に比べて，L群およびLY群で前彎度の増加傾向があり，S群で減少傾

向が認められた．また，各群別に男女間の平均値を比較すると，L群でのみ有意（p<0.1）の男女差がみられた（図8）．

2．腰仙椎前彎度（図4）

上位腰椎と第1仙椎の各椎体後縁のなす角で表わす腰仙椎前彎度は，男性では，C群60.1°±9.4°(最大75°，最小38°)，L群65.0°±7.5°(最大80°，最小51°)，LY群68.1°±9.4°（最大96°，最小49°)，S群55.1°±9.6°（最大72°，最小35°)，女性では，C群58.5°±11.4°(最大90°，最小38°)，L群68.0°±7.3°(最大80°，最小49°)，LY群63.9°±10.1°(最大81°，最小37°)，S群52.5°±10.3°（最大71°，最小26°）であった．

男女別に，C群と各疾患群の比較をすると，男女ともにC群とすべての疾患群との間に有意差を認めた．即ち，男女ともに，S群が最小値を示し，L群またはLY群が最大値を示し，C群がこれらの中間値を示すという結果が，有意差をもって認められた．また，男女間の比較をすると，すべて有意な男女差は認められなかった（図9）．

3．仙椎傾斜角

仙椎傾斜角は，男性では，C群36.2°±5.8°(最大46°，最小25°)，L群39.9°±6.7°(最大53°，最小28°)，LY群42.7°±7.8°（最大65°，最小25°)，S群34.8°±7.3°（最大50°，最小25°)，女性ではC群35.7°±7.3°（最大53°，最小24°)，L群39.2°±7.4°(最大52°，最小21°)，LY群41.3°±6.2°（最大57°，最小32°)，S群32.3°±7.4°（最大50°，最小20°）であった．

男女別に，C群と各疾患群の比較をすると，男性のC群とS群の間を除いて，C群と他の各疾患群の間に有意差を認め，男女ともに，S群，C群，L群，LY群の順に，仙椎傾斜角の増加傾向が認められた．また，仙椎傾斜角の有意な男女差は認められなかった（図10）．

4．腰仙角

腰仙角は，男性では，C群141.4°±6.9°(最大155°，最小128°)，L群139.2°±4.7°(最大148°，最小129°)，LY群137.9°±6.0°（最大153°，最小127°)，S群142.3°±6.4°（最大155°，最小127°)，女性では，C群143.6°±6.1°(最大157°，最小132°)，L群140.3°±7.0°（最大159°，最小129°)，LY群141.7°±10.0°（最大165°，最小126°)，S群144.0°±6.9°（最大156°，最小129°）であった．

男女別に，C群と各疾患群の比較をすると，男性では，C群とLY群の間で，女性では，C群とL群の間で各々有意差を認めるのみであり，男女ともに，C群と各疾患群の間で有意差が乏しかった．男女間の比較では，LY群でのみ有意(p<0.1)の男女差がみられた(図11)．

5．仙胛角

仙胛角は，男性では，C群133.9°±8.1°(最大152°，最小117°)，L群131.0°±5.2°(最大145°，最小123°)，LY群129.5°±6.1°（最大147°，最小118°)，S群132.4°±6.7°（最大148°，最小116°)，女性では，C群134.8°±6.9°(最大148°，最小118°)，L群131.6°±7.5°

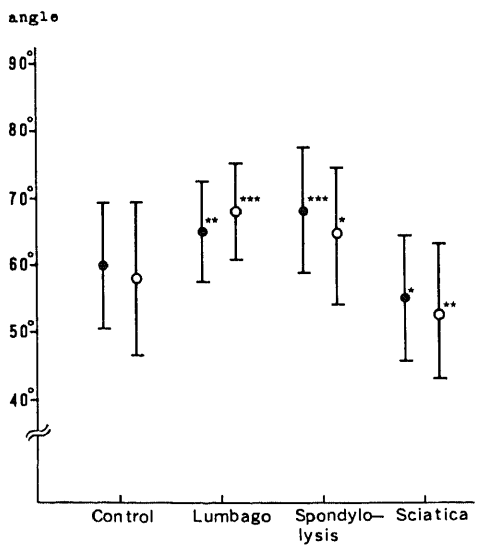

Fig. 9. The degree of lumbosacral lordosis. Closed circles, mean value for males; opened circles, mean value for females; vertical bars, SD. $*p<0.1$, $**p<0.05$, $***p<0.01$ *vs* control.

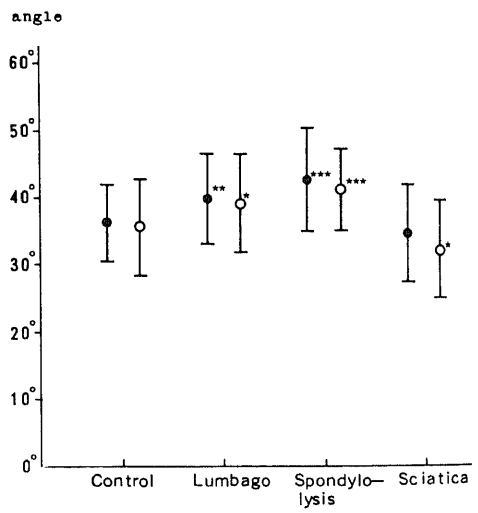

Fig. 10. The angle of sacral inclination. Closed circles, mean value for males; opened circles, mean value for females; vertical bars, SD. $*p<0.1$, $**p<0.05$, $***p<0.01$ *vs* control.

(最大 148°, 最小 117°), LY 群 133.0°±10.9° (最大 166°, 最小 118°), S 群 133.2°±8.6° (最大 152°, 最小 120°) であった.

男女別に, C 群と各疾患群の比較をすると, 男性の C 群と LY 群の間でのみ有意差があり, また仙胛角の有意な男女差はみられなかった (図 12).

腰仙部前彎に関する以上の各種計測法の結果より, 腰仙椎前彎度および仙椎傾斜角は, 他の計測法に比べて, C 群と各疾患群の間の有意差を最も明確に示した. 故に以後は, 腰仙椎前彎度計測法を腰仙部の前彎の基準計測法として用いた (表 2).

III. 腰仙部前彎に関する各種計測法の相関 (表 3)

腰仙椎前彎度は仙椎傾斜角との間で, 腰仙角および仙胛角に比べて, 有意 ($p<0.01$) に高い相関を示した. また腰椎前彎度は仙椎傾斜角との間に有意の相関を認めたが, 腰仙角とは低い相関を示し, 仙胛角とは相関

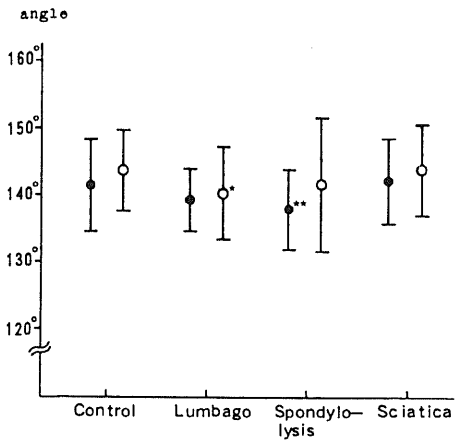

Fig. 11. The lumbosacral angle. Closed circles, mean value for males; opened circles, mean value for females; vertical bars, SD. $^{*}p<0.1$, $^{**}p<0.05$ *vs* control.

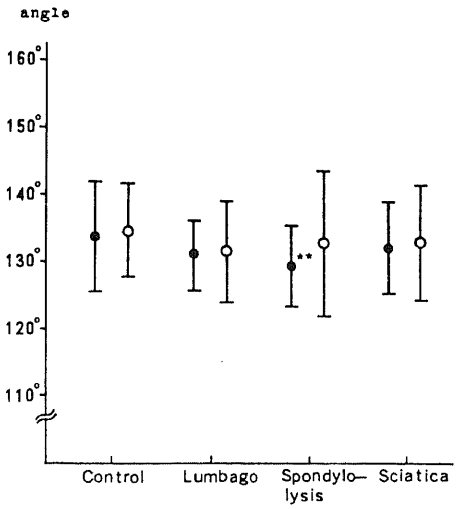

Fig. 12. The promontory angle. Closed circles, mean value for males; opened circles, mean value for females; vertical bars, SD. $^{**}p<0.05$ *vs* control.

Table 2. Comparison of various methods of measurement used in lordosis of the lumbosacral region

	Degree of lumbar lordosis		Degree of lumbo-sacral lordosis		Angle of sacral inclination		Lumbosacral angle		Promontory angle	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Control	28.9	31.2	60.1	58.5	36.2	35.7	141	144	134	135
Lumbago	32.5	36.8**	65.0**	68.0***	39.9**	39.2*	139	140*	131	132
Spondylolysis	33.3**	33.6	68.1***	63.9*	42.7***	41.3***	138**	142	130**	133
Sciatica	26.7	27.6	55.1*	52.5**	34.8	32.3*	142	144	132	133

Values represent means (degrees). $^{*}p<0.1$, $^{**}p<0.05$, $^{***}p<0.01$ *vs* control.

Table 3. Correlation coefficient between lumbosacral lordosis or lumbar lordosis and sacral inclination, lumbosacral angle or promontory angle

	Number of cases	Sacral inclination	Lumbosacral angle	Promontory angle
Lumbosacral lordosis	232	0.743***	−0.536***	−0.357***
Lumbar lordosis	232	0.643***	0.160**	0.103

Values of statistical significance are; $^{**}p<0.05$, $^{***}p<0.01$.

を示さなかった．

Ⅳ．腰仙部前彎の頂点（表4）

各群間で大きな差はみられず，第4腰椎々体の上縁から下縁の範囲内にその大部分が存在していた．しかし腰仙部前彎の頂点は，男性のLY群において，C群に比べ有意に尾側へ移動を示し，更に腰仙椎前彎度と，有意の相関（$r=-0.281$，$p<0.01$）を示した．つまり腰仙部前彎の頂点は前彎度の増加とともに尾側へ，その減少とともに頭側へ各々移動傾向を示した．

Ⅴ．腰仙椎前彎度と身長，肥満度との関係

C群の男性29例および女性29例について，腰仙椎前彎度と身長，肥満度との相関を求めた．身長と腰仙椎前彎度の相関は，男性では $r=-0.030$ であり，女性では $r=0.096$ でいずれも有意でなく，肥満度と腰仙椎前彎度の相関は，男性では $r=-0.014$ であり，女性では $r=0.258$ で同様にいずれも有意の相関が認められなかった．

Table 4. The apex of lordosis of the lumbosacral region (%)

Group	Male	Female
Control	36.9±3.4	36.6±4.7
Lumbago	36.0±4.1	36.1±4.2
Spondylolysis	31.9±4.1***	36.3±4.3
Sciatica	36.1±4.2	38.8±6.7

***$p<0.01$ *vs* control. Values are expressed in mean±SD.

Ⅵ．その他の腰仙部に関するX線学的計測

1．Lumbar index（表5）

男女ともにLY群での第5腰椎の逆楔状化の増加が特徴的であった．楔状化から逆楔状化への移行部は，男性では第3腰椎と第4腰椎の間にあるのに対して，女性では第3腰椎部にみられた．また楔状化は第1腰椎で，逆楔状化は第5腰椎で各々最も著明であった．

2．各腰椎傾斜角（表6）

男女ともに，前彎度の増加しているL群，LY群では第1および第2腰椎で後方傾斜角が有意に増加し，前彎度の減少しているS群では第5腰椎で前方傾斜が有意に減少していた．第4腰椎において，男女ともに各群間の差が最も少なく，平均値2.8°～5.5°の極く軽度の前方傾斜角がみられた．また男女のすべての群において，前方から後方への傾斜角の移行は，第3・4腰椎々間にあり，この椎間板が水平線に最も接しているのが認められた．

3．第12胸椎および第3腰椎の偏位角（表7）

第12胸椎偏位角は，女性のC群とL群の間でのみ有意差があり，男女ともに各群においてほぼ同様の後方偏位（平均値−3.7°～−6.5°）を示していた．また腰仙椎前彎度と有意の相関を示さなかった．

第3腰椎偏位角は，男女ともにS群においてのみ有意な前方偏位の減少を示し，また腰仙椎前彎度とは低い正の相関（$r=0.258$，$p<0.01$）を示した．

考　　察

人類は，四足動物と異なり，直立二足歩行を保持す

Table 5. The lumbar index for each lumbar vertebra (%)

(1) Male

Group	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
Control	111.9±7.3	104.4±5.2	101.9±4.8	98.4±4.8	89.5±5.6
Lumbago	113.7±7.2	105.6±4.3	102.2±4.9	99.3±4.7	86.9±4.5*
Spondylolysis	111.6±6.5	107.1±4.8**	102.1±5.4	96.9±4.6	80.9±5.9***
Sciatica	110.7±5.4	106.7±6.1	102.1±3.7	98.4±5.9	89.1±5.4

(2) Female

Group	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
Control	105.7±4.0	102.1±4.5	97.4±4.7	93.5±4.5	85.5±5.4
Lumbago	108.0±5.7*	103.0±5.2	99.1±4.5	94.9±4.4	85.9±4.8
Spondylolysis	107.7±5.0	103.7±3.5	99.0±4.7	96.3±4.2**	82.5±6.0*
Sciatica	105.7±5.5	102.6±6.1	100.5±5.6**	97.0±5.0***	88.9±7.4*

*$p<0.1$, **$p<0.05$, ***$p<0.01$ *vs* control. Values are expressed in mean±SD.

Table 6. The angle of inclination for each lumbar vertebra (degrees)

(1) Male

Group	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
Control	−9.9±4.8	−8.8±4.4	−3.6±5.0	5.5±5.2	18.1±6.0
Lumbago	−12.8±5.5**	−11.3±4.7***	−4.9±4.2	4.8±5.0	18.3±6.4
Spondylolysis	−13.7±4.7***	−11.7±4.1**	−5.8±5.0*	3.3±6.0	17.4±7.1
Sciatica	−11.7±4.3	−10.1±4.7	−5.0±5.2	2.8±6.4*	15.0±7.0*

(2) Female

Group	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
Control	−11.3±4.1	−10.0±4.4	−5.4±5.1	4.3±5.7	18.5±5.9
Lumbago	−15.4±5.0***	−14.7±4.1***	−8.7±5.0**	3.0±5.8	19.4±6.4
Spondylolysis	−15.9±4.9***	−13.8±5.9**	−7.7±6.3	3.8±7.4	18.0±7.8
Sciatica	−12.2±5.6	−10.7±5.2	−4.9±5.3	4.5±5.6	15.2±4.9**

*$p<0.1$, **<0.05, ***$p<0.01$ *vs* control. Values are expressed in mean±SD.

Table 7. The angle of deviation of Th12 and L3 (degrees)

Group	Th 12		L 3	
	Male	Female	Male	Female
Control	−4.3±4.1	−3.7±3.9	7.8±5.9	9.1±5.7
Lumbago	−5.1±4.4	−6.5±4.0**	8.1±6.5	8.4±6.0
Spondylolysis	−5.2±4.4	−5.7±6.0	9.9±6.7	10.4±7.5
Sciatica	−6.0±4.5	−4.8±3.9	5.1±6.0*	6.4±5.2*

*$p<0.1$, **$p<0.05$ *vs* control. Values are expressed in mean±SD.

るために，その静的脊椎は3つの生理的彎曲を有し，その1つである腰仙椎の前彎部において上半身の荷重を支えている．それ故，これまでも腰痛疾患における腰仙部の前彎，骨盤の前傾などについて，諸家により論じられてきた．しかし，具体的データに基づいたこれらの研究は少なく，その計測結果及び臨床的意義において，未だ多くの相違が認められる．このような相違を生ずる原因として，対象及び計測法の選択が考えられる．著者は今回これらの問題点を検討し，更に腰仙部前彎の臨床的意義について考察を加えた．

I．対象について

腰仙部の前彎度をX線学的に計測するためには，その対象を一定年令に制限する必要がある．即ち成長期および高年令期は除き，若年成人を対象とした．とくに脊椎骨の加令変化として，第1に，椎体の骨棘形成に代表される変形性変化があり，Nathan[9]によると，20才代の大部分に椎体の骨棘形成を認め，40才以後においてその程度がさらに重度化するとしている．第2に，骨粗鬆的変化があり，これは閉経後の女性が大部分を占め，男性では比較的高令でないとみられない．また脊椎間関節の加令変化として，第1に，椎間板変性があり，これは生理的加令変化である髄核及び線維輪の含水量の低下が関与し，特に線維輪では20才代までに急速な減少を生じる．椎間板変性に基づく椎間板ヘルニアの発生年令は，20才代から30才代にピークがみられる．第2に，椎間関節症があり，20才代から30才代に初発し，40才以後において明らかに高頻度となるという報告がみられる[10)~12)]．

腰痛，坐骨神経痛を生ずる腰痛疾患の主な原因である腰仙椎の加令変化は，このように10才代後半から30才代に初発し，40才代以後においては大部分に生じていると考えられる．故に本研究では，腰仙椎の成長がほぼ終了し，その加令変化が未だ初期状態にあり，その変化の個体差が生じ，腰痛疾患の初発期にあると

考えられる16才から39才に対象年令を限定した．

本研究の対象をC群(control群)の他，腰痛を主訴とする疾患群の内，特徴的な3群すなわちL群(lumbago群)，LY群(spondylolysis群)，S群(sciatica群)として検討したが，腰痛，坐骨神経痛の急性期において，腰部スパズムによる生理的前彎の一時的平坦化をしばしば観察できるので，このような急性期の症例を除外し検討を行った．

II．腰仙部における各種計測法とその結果について

1．椎体後縁を用いる前彎度計測法について

腰仙部前彎度の計測法として，従来より椎体上縁及び下縁のなす角(Cobb法)，各椎間板前方開角の総和，椎体前縁のなす角などが用いられている．しかし椎体には楔状変形(楔状化，逆楔状化)，骨棘形成などの加令変化が生ずる．古沢ら[5]は楔状変形が加令と共に増加するのを認めており，Nathan[9]は骨棘形成を20才代の大部分に認め，椎体の後縁より前縁においてその出現率が明らかに高いことを報告している．著者の調査においても，椎体の楔状変形および骨棘形成が同様に認められ，これらの誤差因子の影響が最も少ない計測法(4)(5)（図1）による前彎度計測法を新たに考案した．とくに椎体後縁のなす角による計測法(4)は，成績Iで述べたごとく，従来の計測法(1)(2)(3)に比べ加令変化の最も少ない(5)と有意に高い相関が認められた．さらに計測法(4)は，臨床に用いてより簡便であり，また上位腰椎における変曲点の決定が可能であり，前彎度の表示において最も有用であると考えられる．

2．腰仙部前彎度の計測椎体について

腰仙部前彎度の計測部位に関しては，従来より上位椎体として第1，第2，第3腰椎が用いられ，下位椎体として第5腰椎，第1仙椎が用いられている．著者は上位椎体は前述のごとく変曲点により決定した．下位椎体として，第5腰椎を用いた腰椎前彎度と，第1仙椎を用いた腰仙椎前彎度の2種類について計測し検討した．その結果，腰仙椎前彎度（図9）は，腰椎前彎度(図8)に比べて，C群と各疾患群の間の有意差をより明確に示した．故に，前彎度計測法として腰仙椎前彎度の方が臨床的意義は大きいと考えられる．

3．その他腰仙部前彎に関与する種々の計測の臨床的意義

仙椎傾斜角に関して，Ferguson[13]は42°を越えるとストレスが強くなり，47°以上では危険な状態にあると述べ，内西[6]は43.5°までほぼ安定であるとしている．また，Hellemsら[14]は，20才から30才代の正常男性の平均値は41°であると報告している．著者の計測においては，L群の平均値は，男性39.9°，女性39.2°であり，LY群の平均値は，男性42.7°，女性41.3°であった．これらの値はC群の平均値（男性36.2°，女性35.7°）に比べいずれも有意に大きい値を示した．しかしS群では男女共に他の群に比べて最小値を示した．また，仙椎傾斜角は腰仙椎前彎度と比較的高い有意の相関を示し，臨床的に応用価値が高いことが判明した．

腰仙角の研究は，これまで数多く行われているが，腰痛疾患との関係についての報告は少なく，Robinsonら[15]は145°以下で腰痛を来しやすいとしている．しかし，Bravら[16]，及川ら[17]は腰痛疾患との因果関係を認めていない．また，仙胛角については，及川ら[17]，内西[6]，白井[18]は共に，健康正常人と腰痛疾患群の有意差を認めていない．著者の計測においても，腰仙角，仙胛角共にC群と各腰痛疾患群の間の有意差は乏しく，その臨床的意義は少ないものと考える．

lumbar indexは，脊椎すべり症における第5腰椎々体の楔状変形の指標として用いられている．著者の計測においても，男女共にLY群で有意に小さい値を示し，第5腰椎の逆楔状化が特徴的にみられた．また各腰椎のlumbar indexをみると，上位腰椎では楔状化，下位腰椎で逆楔状化がみられ，腰仙部の生理的彎曲による力学的影響がうかがわれた．

Ferguson[13]，Meschanら[19]は第3腰椎々体を通過する重力線が第1仙椎から遠ざかる事で不安定を生ずると述べている．Asmussenら[20]は正常人の重力線は第4腰椎々体中心から前方1cmを通過すると報告し，山本[21]は正常群において，重力線は第12胸椎または第1腰椎付近を横切り，第1仙椎の後方に下りると報告している．著者は第1仙椎に対する腰椎の矢状面での偏位を知る目的で，第12胸椎及び第3腰椎の偏位角を計測した．第12胸椎偏位角は，C群に比べ腰痛疾患群において後方偏位の増加傾向がみられたが有意差に乏しく，また第3腰椎偏位角は，S群においてのみ前方偏位の減少がみられた．故に立位での腰椎を通過する重力線と第1仙椎の力学的関係における臨床的意義は少ないものと考えられる．

III．腰仙部前彎の臨床的意義

腰仙部前彎に関するX線学的計測の臨床的意義に言及した報告は少ない．Splithoff[22]は，臥位での仙椎傾斜角を用いて，腰痛患者と腰痛の既往をもたない40才以上の正常群について比較し，有意差を認めていない．Torgersonら[4]も，臥位での第3腰椎と第1仙椎における前彎度(Cobb法)を用いて，腰痛症状群と無症状群の比較を行い有意差を認めていない．一方，内西[6]は，立位での椎間板前方開角による前彎度を用いて健康人と各種腰痛疾患々者について検討し，各種腰痛疾患で前彎度の増加傾向を認めている．古沢ら[5]は，立位での第3腰椎と第1仙椎における前彎度(Cobb法)を

用いて，20才代から60才代の男性のみについて計測を行い，無症状群に比べて，腰痛群で前彎度の軽度減少を認めている．以上のように腰仙部前彎に関する計測結果は報告者により異なっている．この原因として前にも述べたように，対象(年令層，腰痛疾患の分類，急性期の腰部スパズムなど)，X線撮影体位，計測法などに対する考慮が不十分な場合が多く，このような計測結果を生じたと考えられる．

一般には，腰仙部前彎の増加は腰痛を来しやすいと考えられている．また，腰椎分離症において，前彎度及び仙椎傾斜角の増加が認められている[23)24)]．Cailliet[25)]は，仙椎傾斜角の増加が腰仙椎前彎を増強し，それによって下位腰椎々間板でずれのストレスの増加，椎間関節面への圧迫力の増加，椎間板の後方への膨隆，椎間孔の狭少による神経根の圧迫などが生ずると述べている．今回の調査でL群，LY群において，男女共に腰仙椎前彎度及び仙椎傾斜角の増加が有意に認められ，このような静的脊椎の機能障害が作用し，これらの疾患群に腰痛を生じたと思われる．

X線学的に椎間板変性があるものに，腰仙部前彎の減少傾向を認める報告がみられる[5)26)]．椎間板ヘルニアの可能性が大きい症例からなるS群においても，腰仙椎前彎度及び仙椎傾斜角の減少が認められた．椎間板ヘルニアの発生の詳細なメカニズムについては未だ明らかでない．Farfanら[27)]は，腰仙部の回旋による歪みを重要な因子と考え，この回旋は，椎間関節により制限されているが，前彎の減少により椎間関節は離開して，回旋制限がゆるめられ，過度の回旋が椎間板で生じうる．また前彎の減少した腰仙部では，その腰仙椎に加えられた回旋力を側屈のモーメントに分散しにくく，より大きい回旋力がそのまま椎間板に加わることも考えられる[28)]．また，Huttonら[29)]及びAdamsら[30)]は，検体を用いた実験で，腰椎々間板に垂直圧力を加えて，その損傷変化を観察している．椎間板の軽度前屈位での圧迫では，大部分の椎体は，end-plate fractureを生じ，髄核の後方への脱出は稀であった．しかし，過度の前屈位での圧迫では，後方への髄核の脱出が約半数に生じた．つまり椎間板ヘルニアの発生には，椎間板の後方開角の大なることが必要であると考えられる．故に，椎間板前方開角（前彎度）がより小さく，仙椎傾斜角がより少ない方が，椎間板ヘルニアを生じやすいといえる．以上のようなメカニズムが，椎間板の変性及び髄核の後方脱出において作用しているとすれば，腰仙部前彎度の減少は，椎間板ヘルニアの重要な発生因子であることが示唆される．

腰仙部の生理的前彎は，個人の内因的要素に，生活環境や加令変化などの外因的要素が加わって形成されたものと考えられる．従来より姿勢分類がなされ，腰仙部の生理的前彎において個体差が認められている．C群の腰仙椎前彎度及び仙椎傾斜角において，男女共に最大値と最小値の間に大きい計測幅が認められ，将来，このC群の中から，腰仙椎前彎度及び仙椎傾斜角の増加しているものはL群（稀にLY群）へ，減少しているものはS群へ，各々進行する危険性が推測される．

結　　論

成人若年者（16～39才，男性119例，女性113例）を対象として，腰仙部前彎度のX線学的計測法を比較検討し，更に種々の腰仙部前彎に関する計測を行い，その臨床的意義を検討した．対象を，正常健康人からなるcontrol群（C群），神経根症状のない腰痛患者からなるlumbago群（L群），第5腰椎分離症からなるspondylolysis群(LY群)，明らかな神経根症状を有する患者からなるsciatica群(S群)の4群に分類し用いた．その結果，次の結論を得た．

1）腰仙部前彎度として，従来より用いられている計測法と著者が新たに考案した計測法を比較検討した結果，著者の考案した椎体後縁のなす角による前彎度計測法は，上位腰椎における変曲点の決定が可能であり，椎体の加令変化（楔状変形および骨棘形成）の影響がより少なく，またより簡便な計測法であることが判明した．

2）腰仙部前彎度に関して，椎体の後縁のなす角による腰椎前彎度（上位腰椎から第5腰椎における前彎度）及び腰仙椎前彎度（上位腰椎から第1仙椎における前彎度）の2種類について検討した結果，腰仙椎前彎度の方が，男女共にC群と各疾患群の間の有意差をより明確に示した．

3）腰仙部前彎に関する各種計測法を検討した結果

i）仙椎傾斜角は，男女共にC群と各疾患群の間の有意差をより明確に示したが，腰仙角，仙胛角では，その有意差が乏しかった．腰仙椎前彎度及び仙椎傾斜角において，男女差はなく，S群が最小値を示し，L群またはLY群が最大値を示し，C群がこれらの中間値を示した．また，腰仙椎前彎度と仙椎傾斜角の間に$r=0.743$ ($p<0.01$) の相関が認められた．

ii）腰仙部前彎の頂点は，前彎度の増加と共に尾側へ，その減少と共に頭側へ各々移動傾向を示した．

iii)C群における腰仙椎前彎度と身長，肥満度との間には，各々有意の相関は認められなかった．

iv）各群でのlumbar indexに関しては，上位の腰椎はより大きい値を，下位の腰椎はより小さい値を示した．

v）第3・第4腰椎々間板は水平線に最も接しているのが男女の各群で認められた．

vi）第1仙椎に対する腰椎の矢状面での偏位角は，C群と各疾患群の間で有意差に乏しかった．

謝 辞

稿を終るに臨み，御指導，御校閲を賜わりました恩師野村進教授に深甚なる謝意を表します．また本研究の遂行にあたり，御助言，御教示を賜わりました島 巌助教授に深謝いたします．

なお本論文の要旨の一部は第60回中部日本整形外科災害外科学会において発表した．

文 献

1） **津山直一・長野 昭**：簡易姿勢計．整形外科，**31**, 1829-1834 (1980).

2） **土屋恵一**：腰椎椎間板ヘルニアに対する経腹膜的椎間板切除・前方椎体固定（鈴木法）長期経過群の臨床的，X線学的研究．日整会誌，**47**, 731-767 (1973).

3） **古府照男・茂手木三男・岡田征彦・山本 譲・岡島行一**：脊椎分離すべり症の予後調査（主に脊柱彎曲状態について）．整災外，**23**, 1739-1750 (1980).

4） **Torgerson, W. E. & Dotter, W. E.**: Comparative roentgenographic study of the asymptomatic and symptomatic lumbar spine. J. Bone Joint Surg., **58-A**, 850-853 (1976).

5） **古沢清吉・町田秀人・檜垣昇三・下 盛勝・土肥徳秀・仲田実生・井上 茂・山内幹郎**：腰椎前彎の統計的検討．災害医学，**21**, 1387-1393 (1978).

6） **内西兼一郎**：腰椎荷重軸に関するレ線学的研究．日整会誌，**42**, 951-964 (1968).

7) **Sullivan, W. E. & Miles, M.**: The lumbar segment of the vertebral column. Anat. Rec., **133**, 619-636 (1959).

8） **Laurent, L. E. & Einola, S.**: Spondylolisthesis in children and adolescents. Acta Orthop. Scand., **31**, 45-64 (1961).

9） **Nathan, H.**: Osteophytes of the vertebral column. J. Bone Joint Surg., **44-A**, 243-268 (1962).

10） **肥後直樹・西川昌宏・大泉千春**：腰仙部椎間関節症について．整形外科，**13**, 529-537 (1962).

11） **高田典彦**：腰椎椎間板ならびに椎間関節の加令変化に関する研究(第1編)ーとくにその病理組織学的検討ー．日整会誌，**47**, 333-349 (1973).

12） **村上克彦**：下部腰椎椎間関節の関節造影．日整会誌，**48**, 487-499 (1974).

13) **Ferguson, A. B.**: The clinical and roentgenographic interpretation of lumbosacral anomalies. Radiology, **22**, 548-558 (1934).

14) **Hellems, H. K. Jr. & Keats, T. E.**: Measurement of the normal lumbosacral angle. Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med., **113**, 642-645 (1971).

15) **Robinson, W. H. & Grimm, H. W.** : The sacrovertebral angle, its measurement and the clinical significance of its variations. Arch. Surg., **11**, 911-916 (1925).

16) **Brav, E. A., Bruck, S. & Fruchter, J. M.**: A roentgenologic study of low back and sciatic pain. Am. J. Roentgenol., **48**, 39-46 (1942).

17) **及川 馨・柏原 允**：腰仙椎角と腰痛に関する統計的観察．整形外科，**4**, 35-38 (1953).

18) **白井康正**：腰痛患者の骨盤傾斜に関する研究．日医大誌，**34**, 59-71 (1976).

19) **Meschan, I. & Farrer-Meschan, R. M. F.**: Important aspects in the roentgen study of the normal lumbosacral spine. Radiology, **70**, 637-653 (1958).

20) **Asmussen, E. & Klausen, K.**: Form and function of the erect human spine. Clin. Orthop., **25**, 55-63 (1962).

21) **山本 譲**：無分離脊椎すべり症の成因に関する研究ーX線及び剖検所見よりみてー．日整会誌，**53**, 1745-1765 (1979).

22) **Splithoff, C. A.**: Lumbosacral junction: Roentgenographic comparison of patients with and without backaches. J. A. M. A., **152**, 1610-1613 (1953).

23) **Colonna, P. C.**: Spondylolisthesis. Analysis of two hundred one cases. J. Amer. Med. Ass., **154**, 398-402 (1954).

24) **西 新助**：脊椎分離・すべり症．整形外科，**12**, 1-17 (1961).

25) **Cailliet, R.**: Low back pain syndrome, 3rd ed., p 53-60, F. A. Davis Co., Philadelphia, 1981.

26) **竹光義治・角田信昭・木田浩隆**：不良姿勢〝平背〟の臨床的X線学的研究．臨整外，**5**, 568-578 (1970).

27) **Farfan, H. F., Cossette, J. W., Robertson, G. H., Wells, R. V. & Kraus, H.**: The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: the role of torsion in the production of disc degeneration. J. Bone Joint Surg., **52-A**, 468-497 (1970).

28) **White, A. A. & Panjabi, M. M.**: Clinical biomechanics of the spine, p 506-507, J. B. Lippincott Co., Philadelphia, 1978.

29) **Hutton, W. C. & Adams, M. A.**: Can the lumbar spine be crushed in heavy lifting? Spine, **7**, 586-590 (1982).

30) **Adams, M. A. & Hutton, W. C.**: Prolapsed intervertebral disc: a hyperflexion injury. Spine, **7**, 184-191 (1982).

Roentgenographic Studies on Lordosis of the Lumbosacral Region

Tadashi Nomura, Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa, 920 –

J. Juzen Med. Soc., **94**, 255–267 (1985)

Key words: lordosis, lumbosacral region, low back pain, sciatica

Abstract

The present study was undertaken to determine a suitable method for measurement of the degree of lordosis of the lumbosacral region in normal and abnormal (pathological) conditions. Subjects were young adults aged 16-39 years (with the mean age of 24.2 years). They could be divided into four groups: 58 normal individuals (control group, group C), 60 patients with low back pain without any root sign (lumbago group, group L), 55 patients with L5 spondylolysis (spondylolysis group, group LY), and 59 patients with distinct root signs (sciatica group, group S). Stainding lateral roentgenograms of the lumbosacral spine of all groups of subjects were used as materials for measurement by five different methods including our method that represented the degree of lordosis by the angle between the lines of the posterior borders of the vertebral bodies. Statistical analyses showed that the data obtained by our method of measurement was less influenced by changes in the vertebral body with aging, and that the new nethod was convenient and optimal for measuring the degree of lordosis of the lumbosacral region. Further, when the degree of lumbar lordosis (the degree of lordosis of the region ranging from the upper lumbar vertebra to the L5) and the degree of lumbosacral lordosis (the degree of lordosis of the region ranging from the upper lumbar vertebra to the S1) were determined and studied, there was a more significant difference in the degree of lumbosacral lordosis than in the degree of lumbar lordosis between group C and the other three groups in both men and women. There were no differences, however, in the degree of lumbosacral lordosis between men and women. Group S showed the minimum, and group L or LY showed the maximum values. Group C showed a degree intermediate between the minimum in group S and the maximum in group L or LY.