

# スパイナルマウスを用いた青年期の立位姿勢の評価

Evaluation of Sagittal Spinal Posture using Spinal Mouse in the Healthy Young

白田 梨奈<sup>1)</sup>, 佐藤みつ子<sup>2)</sup>

HAKUTA Rina, SATO Mitsuko

## 要 旨

青年期の立位姿勢について、18～28歳の学生を対象に、「スパイナルマウス」を用いた客観的評価により、脊柱の生理的弯曲の状態(胸椎後弯角・腰椎前弯角・仙骨傾斜角)、柔軟性(前屈・後屈可動域)の実態を明らかにした。その結果、女性(n=72)は胸椎後弯角 $38.6 \pm 9.4^\circ$ 、腰椎前弯角 $26.9 \pm 11.1^\circ$ 、仙骨傾斜角 $11.2 \pm 10.4^\circ$ 、男性(n=17)は胸椎 $38.3 \pm 7.2^\circ$ 、腰椎 $17.4 \pm 10.3^\circ$ 、仙骨 $4.2 \pm 8.0^\circ$ であり、男女では、胸椎後弯角が $50^\circ$ 以上の者は11.2%、腰椎前弯角が $20^\circ$ 未満の者は29.2%、仙骨傾斜角が $25^\circ$ 未満の者は95.5%であった。男女とも、腰椎前弯角、仙骨傾斜角は角度が小さく脊柱の弯曲が少なく、身体の基底面積が小さくなっていると考えられ、身体バランスを保持しにくくなっていることが推察された。

The purpose of this study was to investigate spinal posture and mobility during standing in healthy young people. Spinal curvature was measured with “Spinal Mouse” during standing, full flexion, and full extension in 89 subjects (72 females and 17 males), aged between 18 and 28 years. The results of female were as follows: The mean thoracic kyphosis was  $38.9 \pm 9.4^\circ$ , lumbar lordosis averaged  $26.9 \pm 11.1^\circ$ , and sacral inclination averaged  $11.2 \pm 10.4^\circ$ . In males, the mean thoracic kyphosis was  $38.3 \pm 7.2^\circ$ , lumbar lordosis averaged  $17.4 \pm 10.3^\circ$ , and sacral inclination averaged  $4.2 \pm 8.0^\circ$ . The subjects with rounded backs, in which the angle of thoracic kyphosis was over  $50^\circ$ , were 11.2%. The subjects with low curvature, in which the angle of lumbar lordosis was under  $20^\circ$ , were 29.4%. The subjects in which the angle of sacral inclination was under  $25^\circ$  were 95.5%. Thus, spinal deformation occurred at a young age. Furthermore, the angles of lumbar lordosis and sacral inclination of the healthy young might tend to decrease. There was a tendency for the healthy young to decrease their spinal curvature and physical base area during standing. This decrease might cause difficulties in maintaining standing balance.

キーワード スパイナルマウス, 青年期, 立位, 脊柱姿勢

Key Words Spinal Mouse, Healthy Young, Standing Position, Spinal Posture

## 1. はじめに

一般に、青年期にある人の姿勢の変形、特に脊柱後弯は増加しているといわれているが、近年、実際に青年期の姿勢変形の実態に着目し調査した報告は少ない。青年期は、姿勢保持に重要な、骨や筋力がピークに達する時期であり、この時期の骨や筋力の状態は、その人のその後の生活に大きく影響するため、非常に重要である。そして、青年期の姿勢を確認することは、これまでの姿勢教育の効果の確認にもなる。小・中学校では平成14年度より、高等学校では平成15年度より施行されている学習指導要領<sup>1)-3)</sup>では、体力の向上及び心身の健康の保持増

受理日：2007年1月22日

1) 山梨大学大学院医学工学総合教育部：Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi

2) 山梨大学大学院医学工学総合研究部(基礎看護学)：Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering(Fundamental Nursing), University of Yamanashi

進のために、自己の体に関心を持つよう「体づくり運動」として「体ほぐしの運動」や「体力を高める運動」が盛り込まれ、自己の体力や生活に応じて体づくりの行い方を創意工夫できるように教育が始まったところである。

姿勢の変形は、生活習慣と関連し、その人の姿勢に対する自覚や認識が乏しいと、悪い姿勢であっても習慣化してしまい改善が困難になることがある。また、悪い姿勢を長年続けていると、加齢とともに矯正が困難になり<sup>4)</sup>、腰背部痛<sup>5)6)</sup>、胃食道逆流症<sup>7)</sup>や心拍増加<sup>8)</sup>、呼吸機能低下<sup>9)</sup>等、様々な身体症状が出現するので、予防するためには、早期から、自分の姿勢についての認識を高め、よい姿勢を意識した生活を行えるような習慣を身につけることが重要である。しかし、姿勢の変形が生じていても、青年期は生活自体に大きな影響が現れにくいいため、姿勢を早急に正すことの重要性を認識できていない人は少ないと考えられる。また、姿勢に対しては、小学生頃から脊柱側弯の検査が行われているが、全ての学校で行われていないため、青年期までに自分の姿勢について評価される機会は少なく、また、病的異常に着目されているため、普段の姿勢についてはほとんど確認できていない状態である。

青年期の姿勢に関しては、大学生の直立姿勢について、Conformateurを用いて検討し、脊柱屈曲状態を評価した1956年の報告<sup>10)</sup>がある。また、その脊柱屈曲状態と重心位置の関係についても報告し、姿勢を分類している<sup>11)</sup>。女子大学生について、立位時のシルエット撮影と身体各部位の測定を行い、側面において前傾きの著しいものは猫背型のものが多いことが報告されている<sup>12)</sup>。しかし、青年期の姿勢に関しては、1980年代以前の報告が多く、近年の報告は少ない。

そこで、本研究は、青年期の立位姿勢の評価により、姿勢の実態について明らかにすることを目的とした。それにより、姿勢教育と姿勢の変形予防の指導に役立つと考えた。

## II. 研究方法

### 1. 調査対象と調査方法

対象は、Y県内の大学に通学中の17歳から28歳の大学生・大学院生で、参加同意の得られた者93名である。事前に研究者が対象者に調査の説明を行い同意の得られた者に、指定の期日に集合してもらい、立位姿勢の客観的評価の測定を行った。実施場所は、Y大学構内の教室を借用して行った。調査期間は2005年7～8月であった。

### 2. 調査項目

#### 1) 基本属性

年齢、性別、身長、体重、BMIとした<sup>13)</sup>。

### 2) スパイナルマウスを用いた立位姿勢の評価

「スパイナルマウス (Index社製)」を用いて、立位姿勢の静的姿勢を測定し、脊柱の生理的弯曲の状態(胸椎後弯角・腰椎前弯角・仙骨傾斜角)、柔軟性(前屈・後屈可動域)を測定した。

胸椎後弯角・腰椎前弯角・仙骨傾斜角を図1に示す。胸椎後弯角は、第1胸椎(Th1)から第12胸椎(Th12)までの背部脊柱全体の弯曲であり、Th1/2からTh11/12までの11箇所の角度の合計、腰椎前弯角は、第12胸椎(Th12)から第1仙椎(S1)までの腰部脊柱全体の弯曲で、Th12/L1からL5/S1までの11箇所の角度の合計、仙骨傾斜角は、仙骨によって描かれる背中表面の輪郭線が鉛直線に対して作る角度である。

測定は、被験者を、自我を意識しない楽な立位姿勢をとらせ、その位置でスパイナルマウスを第7頸椎から第3仙椎までの棘突起上に当て、頭側から尾側へ移動させ、測定した。測定原理は、上下の棘突起間を結んだ線に対する垂線がなす角度をsegmental angleとし、スパイナルマウスが記録したデータをコンピュータに入力し、矢状面弯曲を抽出した。また、前後屈させて椎間可動域(前屈、後屈でのそれぞれのsegmental angleの和)も測定した。測定値は、後弯が正、前弯が負の値で出力されるが、本稿では、腰椎前弯角、及び後屈可動域とも正の値とした。



図1 脊柱弯曲角

1. 胸椎後弯角  
(Th1～Th12までの背部脊柱全体の弯曲)
2. 腰椎前弯角  
(Th12～S1までの腰部脊柱全体の弯曲)
3. 仙骨傾斜角  
(仙骨によって描かれる背中表面の輪郭線が鉛直線に対して作る角度)

### 3. データの分析方法

分析は、基本統計量の算出、属性、スパイナルマウスを用いた立位姿勢の評価間の差の有無及び関連について、統計パッケージSPSS11.0Jを用いて、t検定・Pearsonの積率相関係数を行った。有意水準は5%未満とした。

### 4. 倫理的配慮

対象者の選択は、研究者からの説明に同意した者とした。研究への参加は任意であり、対象者の都合で拒否・中断は可能であること、プライバシーへの保護への配慮を行い、本研究で得られたデータは研究以外の目的で使わないことを口頭及び文書で説明し、調査の協力・同意が確認できた者については署名を得た。

尚、本研究はY大学倫理委員会の承認を得て行った。

## III. 結果

### 1. 対象者の属性

対象者は合計93名、女性76名(81.7%)、男性17名(18.3%)であったが、分析対象は女性72名、男性17名、合計89名であった。全体の平均年齢±標準偏差は21.1±2.2歳(18~28歳)であった。女性は76名(81.7%)であり、平均

年齢±標準偏差は21.1±2.3歳(18~28歳)であった。平均身長±標準偏差は158.0±5.2cm、平均体重51.2±6.0kg、BMI20.5±2.1であった。男性は17名(18.3%)であり、平均年齢±標準偏差は21.0±1.7歳(19~26歳)であった。平均身長±標準偏差は173.7±5.1cm、平均体重65.0±12.3kg、BMI21.5±3.9であった。

### 2. スパイナルマウスを用いた立位姿勢の評価

スパイナルマウスによる立位姿勢の評価の結果を表1に示した。女性は、胸椎後弯角の平均値±標準偏差は38.6±9.4°(範囲15.0~57.0°)、腰椎前弯角26.9±11.1°(3.0~48.0°)、仙骨傾斜角11.2±10.4°(-21.0~26.0°)、前屈可動域96.1±18.2°(56.0~134.0°)、後屈可動域38.0±9.0°(21.0~61.0°)であった。男性は、胸椎後弯角38.3±7.2°(26.0~51.0°)、腰椎前弯角17.4±10.3°(3.0~40.0°)、仙骨傾斜角4.2±8.0°(-8.0~19.0°)、前屈可動域97.1±16.0°(66.0~127.0°)、後屈可動域40.1±12.8°(19.0~67.0°)であった。

胸椎後弯角が50°以上の者は、女性9名(12.2%)、男性1名(5.9%)の合計10名(11.2%)であった。また、腰椎前弯角が20°未満の者は、女性17名(23.6%)、男性9名(52.9%)の合計26名(29.2%)であった。仙骨傾斜角が25°未満

表1 スパイナルマウスによる立位姿勢の評価

項目	女性(n=72)				男性(n=17)					
	Mean	±	SD	Min	Max	Mean	±	SD	Min	Max
胸椎後弯角	38.6°	±	9.4	15.0°	57.0°	38.3°	±	7.2	26.0°	51.0°
腰椎前弯角	26.9°	±	11.1	3.0°	48.0°	17.4°	±	10.3	3.0°	40.0°
仙骨傾斜角	11.2°	±	10.4	-21.0°	26.0°	4.2°	±	8.0	-8.0°	19.0°
前屈可動域	96.1°	±	18.2	56.0°	134.0°	97.1°	±	16.0	66.0°	127.0°
後屈可動域	38.0°	±	9.0	21.0°	61.0°	40.1°	±	12.8	19.0°	67.0°

表2 立位姿勢の評価と身長・体重・BMI間の相互関係(女性)

		胸椎後弯角	腰椎前弯角	仙骨傾斜角	前屈可動域	後屈可動域
身長	相関係数	0.133	0.022	-0.136	0.251*	0.017
	有意確率	0.267	0.852	0.253	0.033	0.887
体重	相関係数	0.359**	-0.144	0.017	0.065	0.072
	有意確率	0.002	0.228	0.886	0.585	0.547
BMI	相関係数	0.343**	-0.185	0.111	-0.099	0.079
	有意確率	0.003	0.120	0.354	0.406	0.507
胸椎後弯角	相関係数		-0.302*	-0.083	-0.265*	0.160
	有意確率		0.010	0.490	0.024	0.180
腰椎前弯角	相関係数			-0.857***	-0.004	0.117
	有意確率			0.000	0.974	0.330
仙骨傾斜角	相関係数				0.061	-0.132
	有意確率				0.610	0.269
前屈可動域	相関係数					-0.137
	有意確率					0.250

Pearsonの積率相関係数 \* : p<.05, \*\* : p<.01, \*\*\* : p<.001

表3 立位姿勢の評価と身長・体重・BMI間の相互関係(男性)

		胸椎後弯角	腰椎前弯角	仙骨傾斜角	前屈可動域	後屈可動域
身長	相関係数	-0.086	-0.486*	0.581*	-0.176	-0.008
	有意確率	0.743	0.048	0.014	0.498	0.975
体重	相関係数	0.237	-0.128	0.076	-0.200	0.082
	有意確率	0.359	0.624	0.773	0.441	0.754
BMI	相関係数	0.275	0.032	-0.114	-0.136	0.083
	有意確率	0.286	0.902	0.663	0.603	0.751
胸椎後弯角	相関係数		-0.105	-0.025	-0.123	0.392
	有意確率		0.687	0.924	0.639	0.119
腰椎前弯角	相関係数			-0.845***	-0.265	0.473
	有意確率			0.000	0.304	0.055
仙骨傾斜角	相関係数				0.317	-0.581*
	有意確率				0.215	0.014
前屈可動域	相関係数					-0.738**
	有意確率					0.001

Pearson の積率相関係数 \* : p<.05, \*\* : p<.01, \*\*\* : p<.001

の者は、女性68名(94.4%)、男性17名(100.0%)の合計85名(95.5%)と大半であった。

### 3. 属性、スパイナルマウスを用いた立位姿勢の評価間の関連

属性及びスパイナルマウスを用いた立位姿勢の評価間の関連を、表2～3に示した。女性は、胸椎後弯角と腰椎前弯角、胸椎後弯角と前屈可動域との間に負の相関があった。また、胸椎後弯角は、体重、BMIと正の相関があった(表2)。

男性は、腰椎前弯角と身長、仙骨傾斜角と身長との間に負の相関があった(表3)。

## IV. 考察

脊椎は可動性があり、X線を用いたものでは、Bernhardtら<sup>14)</sup>の4～29歳を対象とした研究で胸椎後弯角36°(範囲9～53°)、腰椎前弯角44°(14～69°)、Gelbら<sup>15)</sup>の40歳以上を対象とした研究で胸椎後弯角23～45°、腰椎前弯角54～74°、小林ら<sup>5)</sup>の中高齢者を対象とした研究で胸椎後弯角は20～50°で各年代ほぼ一定、腰椎前弯角は20～60°と範囲が広いと述べ、腰椎前弯角は若年者より有意に減少するが、胸椎後弯角は有意差はないと述べている。スパイナルマウスを用いては、宝亀ら<sup>16)</sup>が19～65歳の健康男女を対象に男女別に測定し、胸椎後弯角は男性39.8°、女性33.8°、腰椎前弯角は男性23.7°、女性27.5°と報告しており、結果にかなりの幅があるものである。本研究の結果は、胸椎後弯角は前述した先行研究とほぼ同じ傾向であった。腰椎前弯角はX線による研究より低値であったが、スパイナルマウスを用いた研究とは近似の値を示している。経皮的測定は、腰部の棘突起が大きいことか

ら、腰椎の角度は若干低値になる傾向があるが、X線像との比較では有意差はなかったと報告<sup>17)</sup>されているため、青年期も腰椎前弯角は減少している可能性が示唆された。仙骨傾斜角は、スパイナルマウスを用いて21～82歳の健康男女を対象に測定した宝亀ら<sup>17)</sup>の研究では、男性9.9°、女性14.0°であり、X線を用いたGelbら<sup>15)</sup>の報告の37～55°より低値であり、本研究の結果もほぼ同様の傾向であったが、宝亀らよりさらに低値であった。仙骨傾斜角においても、腰椎と同様に、経皮的測定のため若干低値になっており、仙骨傾斜角は腰椎前弯角と代償関係にあるため、腰椎前弯角と同様に角度が減少している可能性が考えられた。腰椎前弯角、仙骨傾斜角が宝亀らよりも低値であったのは、本研究は対象が青年期に限られているので加齢現象の影響が少なく、青年期の特徴をより示していると思われる。現在青年は、すでに腰椎前弯角、仙骨傾斜角が減少している可能性が予測され、脊柱の弯曲が少なくなっており、身体の基底面積が小さくなっていると考えられ、このことは、身体の安定性に影響し、身体のバランスを保持しにくくなっていると推察される。加齢とともに前弯、前方傾斜の減少が生じるため<sup>18)</sup>、今後、縦断的に姿勢を観察していく必要があると思われる。中高年者の脊柱姿勢の経年的変化では、脊柱弯曲が減少した者は、脊柱への軸圧負荷に対し生理的代償が起りにくくなり、椎体への負荷が集中しやすくなるため、姿勢の不良化が起りやすくなり、経年的に大きな姿勢異常に発展しやすい<sup>19)</sup>。青年期において腰仙部の弯曲が減少している傾向があると考えられ、今後の姿勢教育の必要性が示唆された。また、腰仙部の弯曲の減少原因については、今後の研究課題である。しかし、腰椎前弯角、仙骨傾斜角に関しては、先行研究でもばらつきが大きく、X線像では、腰椎・仙椎移行部は、複雑な三次元構造を二



次元の投影法で明確な輪郭線に示すのは困難とされており、正確さが不確かであるといわれている<sup>20)</sup>。また、X線を用いて、腰痛を伴う若年患者を対象に、現在の若年者と10年前の若年者の腰椎前弯角を比較した研究<sup>21)</sup>では、10年前に比べ現在は腰椎前弯角が約10°増加しており、腰痛を伴う若年者では腰椎前弯角が増強していると述べている。本研究は、先行研究と対象と方法が異なるが、腰椎前弯角は他報告よりも低値傾向だったため、現在の青年期の腰椎前弯角はばらつきが大きくなっている可能性が考えられた。しかし、本研究の測定結果に関しては、スパイナルマウスの測定値から青年期の立位姿勢の傾向は示唆されたが、基準値を決定する上では、さらなる検討が必要である。

また、胸椎後弯角が50°以上の者が11.2%おり、腰椎前弯角が20°未満の者は29.2%、仙骨傾斜角が25°未満の者は95.5%であることが明らかになった。また、胸椎後弯角50°以上の者が、女性9名で男性1名に比べて多く、胸椎後弯角が女性に多い傾向がみられたが、男性の対象が少なく比較できないため、今後の課題である。

柔軟性に関しては、スパイナルマウスを用いた宝亀ら<sup>16)</sup>の研究の、前屈可動域が、女性85.3±21.7°、男性89.9±15.1°、後屈可動域が、女性22.0±11.1°、男性29.8±11.3°という結果に比べ、本研究の方が高値であり、宝亀らよりも対象年齢が若いため、より脊椎の可動性が大きく、可動域が広がったと考えられる。しかし、女性は、前屈可動域の狭い身体の柔軟性がない者ほど、体重、BMIが大きいほど、胸椎後弯角において円背傾向であった。加齢現象では、拘縮や骨粗鬆症等により身体の柔軟性がなくなっていくことで、脊柱後弯角が進行していくが、青年期でも、身体の柔軟性がない者ほど円背傾向があることが明らかになり、身体の柔軟性は姿勢に少なからず関係している可能性があると考えられた。青年期も、日常生活の中で柔軟性を高めるための運動を心掛ける習慣を身につけるよう指導する必要性が示唆された。また、女性の胸椎後弯角は、BMIが大きいほど大きく、脊柱の湾曲により身体の基底面積を大きくし安定をとっていると考えられた。一方、男性の胸椎後弯角がBMIとの相関は認められなかった点に関しては、男性は女性よりも筋力が大きいため、体型だけでなく筋力で姿勢を安定させている可能性があることも考えられるが、本研究では筋力は測定しておらず、また、男性の対象が少ないため、今後さらなる検討が課題である。

男性は、腰椎前弯角、仙骨傾斜角において、身長が高いの方が有意に角度が大きかったことから、男性の身長の高い者は、腰部を前方へ突き出し低くする姿勢をとっていることが推察された。男性の立位姿勢については、中高生とも、後傾気味、臀部の下方へ下がり、腰部の前方への突き出しという特徴が報告されているが<sup>22)</sup>、

本研究でも同様の傾向であった。

女性は、胸椎後弯角と腰椎前弯角が負の相関関係にあった。立位姿勢では、重心線が骨盤から足底部へと降り体幹部にとどまるように保持される。脊柱の後弯による身体のバランスのズレを代償的に補おうとする身体機能が現れた結果であると考えられた。これは、末沢らの報告とも一致している<sup>23)</sup>。また、腰椎前弯角と仙骨傾斜角は負の相関があり、同じく相互に代償的に補い合っていることが確認できた。

本研究の限界として、対象が、研究の趣旨に同意した者にのみ実施したものであり、21歳前後の大学生・大学院生に限られるため、結果の一般化には制約がある。また、対象が姿勢に対して興味がある者の可能性が考えられる。

## V. 結論

1. 青年期の立位姿勢の実態は、女性の胸椎後弯角は $38.6 \pm 9.4^\circ$ 、腰椎前弯角 $26.9 \pm 11.1^\circ$ 、仙骨傾斜角 $11.2 \pm 10.4^\circ$ 、前屈可動域 $96.1 \pm 18.2^\circ$ 、後屈可動域 $38.0 \pm 9.0^\circ$ 、男性の胸椎後弯角は $38.3 \pm 7.2^\circ$ 、腰椎前弯角 $17.4 \pm 10.3^\circ$ 、仙骨傾斜角 $4.2 \pm 8.0^\circ$ 、前屈可動域 $97.1 \pm 16.0^\circ$ 、後屈可動域 $40.1 \pm 12.8^\circ$ であった。
2. 胸椎後弯角が50°以上の者が11.2%、腰椎前弯角が20°未満の者が29.2%、仙骨傾斜角が25°未満の者が95.5%であった。
3. 腰椎前弯角と仙骨傾斜角は低値傾向であることが明らかになった。

## 謝辞

本研究にあたり、ご協力いただきました対象の方々に、心より感謝申し上げます。

## 文献

- 1) 文部科学省(2004)小学校学習指導要領, 国立印刷局.
- 2) 文部科学省(2004)中学校学習指導要領, 国立印刷局.
- 3) 文部科学省(2004)高等学校学習指導要領, 国立印刷局.
- 4) 高井逸史, 宮野道雄, 他(2001)加齢による姿勢変化と姿勢制御. 日本生理人類学会誌, 6(2):11-16.
- 5) 小林徹也, 熱田裕司, 他(2000)姿勢と腰痛 - 特に中高年者の姿勢変化について -. 脊椎脊髄, 13(6):545-549.
- 6) 竹光義治, 加茂裕樹, 他(1993)高齢者の各種脊柱後弯と腰痛. 整形・災害外科, 36:901-907.
- 7) 春間賢(2004)円背による胃食道逆流症. 新薬と治療, 54(2):21-

- 24.
- 8) 青木長寿, 白木由美子, 他(2000)骨粗鬆症の合併症としての亀背が内蔵機能におよぼす影響. 日本骨代謝学会雑誌, 18(2): 166.
  - 9) 三浦恭志, 川上紀明, 他(1999)高齢者の脊柱後弯と肺機能. 日本脊椎外科学会雑誌, 10(1): 225.
  - 10) 加藤橋夫, 重田定正, 他(1956)大学生の姿勢に関する研究 其の1 Conformateurによる脊柱彎曲の解析. 体育学研究, 2(2): 59-64.
  - 11) 加藤橋夫, 重田定正, 他(1957)大学生の姿勢に関する研究 其の2 身体力学的考察と脊柱彎曲解析値の関係について. 体育学研究, 2(5): 211-216.
  - 12) 藤田光子, 木村ヨシコ, 他(1977)姿勢について(1)-女子大学生 18~20歳-. 第2回姿勢シンポジウム論文集, 35-40.
  - 13) Mannion AF, Knecht K, et al(2004) A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *European Spinal Journal*, 13: 122-136.
  - 14) Bernhardt M, Bridwell KH(1989) Segmental Analysis of the Sagittal Plane Alignment of the Normal Thoracic and Lumbar Spines and Thoracolumbar Junction. *Spine*, 14: 717-721.
  - 15) Gelb DE, Lenke LG, et al(1995) An Analysis of Sagittal Spinal Alignment in 100 Asymptomatic Middle and Older Aged Volunteers. *Spine*, 20: 1351-1358.
  - 16) 宝亀登, 里見和彦(2004)スパイナルマウスによる日本人健康成人の姿勢分析. 東日本整形外科・災害外科学会誌, 16(2): 293-297.
  - 17) 宝亀登, 里見和彦(2002)スパイナルマウスによる日本人健康成人の姿勢分析. 関東整形災害外科学会雑誌, 33(4): 211.
  - 18) 鈴木信正(1978)日本人における姿勢の測定と分類に関する研究 - その加齢変化について -. 日本整形外科学会雑誌, 52: 471-492.
  - 19) 小林徹也, 岩原敏人, 他(1997)中高年者脊柱姿勢の経年的変化. 日本整形外科学会誌, 71: S 275.
  - 20) Schultz S(1999) Measurement of shape and mobility of the spinal column: Validation of the SpinalMouseR by comparison with function radiographs. Ludwig-Maximilians University, Munich.
  - 21) Murata Y, Utsumi T, et al(2002) Changes in lumbar lordosis in young patients with low back pain during a 10-year period. *Journal of Orthopaedic Science*, 7(6): 618-622.
  - 22) 佐藤隆史, 繁田進, 他(2003)立位姿勢に関する研究 - 男子中高生における立位姿勢と運動能力との関係 -. 東京学芸大学紀要 5部門, 55: 109-116.
  - 23) 末沢慶紀(1975)日本人における姿勢の測定と分類に関する研究. 日本整形外科学会雑誌, 49: 1-15.