胸椎および腰椎可動性の加齢変化

橋本 有子 水村(久埜)真由美

Yuko Hashimoto and Mayumi Kuno-Mizumura: Effects of aging on thoracic and lumbar spinal mobility. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 55: 333-342, December, 2010

Abstract : Joint mobility i.e. flexibility, is generally considered a physical ability by which to coordinate movements. It is also known that keeping an adequate range of motion (ROM) of the spine is very important for executing smooth and safe exercises with aging. In previous studies, flexibility was evaluated on the basis of ROM of the trunk or lumbar spine during trunk flexion and extension, and changes in ROM with age have been widely reported. Although it has been pointed out that the thoracic and lumbar spine move in a different manner during flexion and extension, there has been no systematic study focusing particularly on ROM of the thoracic spine with age.

The objective of the present study was to examine the effects of aging on ROM of both the thoracic and lumbar spine during trunk flexion and extension by evaluating kyphosis and lordosis while standing at rest. The subjects were 165 (male 81, female 84) healthy volunteers ranging in age from 11 to 92 yr, with no orthopedic problems and who did not perform regular intensive exercise. The subjects were asked to stand still to allow measurement of kyphosis and lordosis angles, and then to perform intentional thoracic spine flexion, maximal trunk flexion and maximal trunk extension. The movements were videotaped and analyzed by using a 2-dimensional analysis program (Frame-DIAS-2 V3, D.K.H., Tokyo.) ROM of the thoracic and lumbar spine during trunk flexion and extension was evaluated from the coordinates of three sets of newly designed markers.

The present results showed that thoracic ROM during trunk extension decreased significantly with age for males. For females, a significant increase of kyphosis and a significant decrease of thoracic ROM during trunk extension with age was apparent. On the other hand, no significant effects of aging were observed in kyphosis for males and in thoracic ROM during trunk extension for females. In addition, a significant decrease of lumbar lordosis and ROM were confirmed for both males and females.

From the results of this study, it is suggested that the effects of aging differ in the thoracic and lumbar spine, and it is considered that joint mobility of the thoracic spine and lumbar spine should be evaluated independently.

Key words : spine, flexibility, range of motion, ROM

キーワード : 脊柱, 柔軟性, 可動域, ROM

I 緒 言

身体の各部位の可動性, いわゆる柔軟性は, 一般に体力の中では調整系能力に分類され, 十分な関節可動域を保持することは, 円滑かつ安全に運動を行う上で重要な体力要因と考えられる. 特に

脊柱可動域については多くの研究が行われており, Miyakoshi et al. (2003) は60歳代以上の骨粗鬆症の女性を対象に骨粗鬆症 QOL の調査を行い, 脊柱可動域は QOL スコアと最も相関関係が高いとしている. また, アスリートおよびダンサーにおける, 特に体幹伸展時の脊柱および腰椎への過度の負荷は, 怪我および腰痛の原因になる

お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科
比較社会文化学専攻 舞踊・表現行動学コース
〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1
連絡先 水村(久埜)真由美

*Human Developmental Sciences Comparative Studies of
Societies and Cultures, Department of Dance
2-1-1 Otsuka Bunkyo, Tokyo Japan 112-8610
Corresponding author mizumura.mayumi@ocha.ac.jp*

(Fehlandt and Micheli, 1993; Goertzen et al., 1989) ことから、運動による傷害予防の観点からも、脊柱可動域を評価することが重要な意味をもつ。脊柱は生理的彎曲をもつが、加齢による脊柱の退化により生じる椎間板損傷や脊柱後彎は、腰痛を引き起こす原因となり、バランス能力や運動機能に影響する (Lyles et al., 1993; Huang et al., 1996)。姿勢の加齢変化は体幹の筋力と柔軟性の低下が主な原因であり (鈴木ほか1983)、加齢に伴う脊柱自体の変性を引き起こし、運動機能へ影響をあたえと考えられる。Wachtel et al. (1995) は、関節可動域の減少について、加齢に伴い筋の長さあるいは関節の周りの線維結合が減少することが原因だとしている。以上のことから、臨床現場および幅広い対象に対し、安全かつ効果的な運動指導を実現する場において、脊柱可動域の加齢変化を評価することは重要であると言える。

これまで脊柱の柔軟性は主に体幹または腰椎の屈曲・伸展可動域で評価されてきており、その加齢変化も多く報告されてきた (Widhe, 2001; Van Herp et al., 2000; Lundberg and Gerdle, 1999; 森下ほか, 1997; Alaranta et al., 1994; Sullivan et al., 1994; Mellin and Poussa 1992; Sugahara et al., 1981)。また、一般的な柔軟性指標である文部科学省指定の長座体前屈は、腰部およびハムストリングスの柔軟性を評価している (Cornbleet and Woolsey, 1996; Jackson and Langford,

1989)。しかしながら、体幹屈曲・伸展動作において胸椎および腰椎が異なる動きをする (Mc Meeken et al., 2002; Tully and Stillman, 1997) という報告もあり、胸椎と腰椎の可動性を併せて評価することが望まれるが、これまで胸椎可動域の幅広い年代および男女を対象とした加齢変化に関する報告はなく、その傾向は明らかになっていない。

そこで本研究では、立位姿勢での胸椎後彎・腰椎前彎角度、体幹屈曲・伸展動作における胸椎・腰椎可動域を二次元動作解析により調査し、その加齢変化を総合的に検討することを目的とした。体幹の動きを担う胸椎・腰椎それぞれの屈曲・伸展可動域の加齢変化は、臨床現場および運動指導者にとって重要な情報となる。

II 方 法

1. 被検者

本研究では、11歳から92歳までの定期的な高強度の運動を行っていない健康な男女165名を被検者とした。また、腰痛・膝の痛みなど整形外科的疾患を有する者は除外した。被検者の年齢別内訳は Table 1 に示した。

成年人に関しては被検者本人に、未成年者に関しては保護者に本研究の目的、内容および実験に伴う危険性について十分な説明をし、書面にて測定参加への同意を得た。なお本研究はお茶の水女

Table 1 Distribution of Subjects by Age and Gender

Age (years)	Male		Female		Total	
	No. Subjects	Mean age	No. Subjects	Mean age	No. Subjects	Mean age
10～	32	15.1	25	15.8	57	15.5
20～	8	24.1	12	25.1	20	24.6
30～	8	34.0	8	32.9	16	33.5
40～	7	42.4	7	42.0	14	42.2
50～	6	52.5	8	56.4	14	54.5
60～	12	65.0	14	65.4	26	65.2
70～	5	72.2	7	72.7	12	72.5
80～	3	87.7	3	84.7	6	86.2
Total	81	43.7	84	43.9	165	43.8

子大学倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 実験手順

先行研究(Tully and Stillman, 1997)を参考に、被検者の身体各部位13箇所〔第1・第3・第10・第12胸椎(以下「T1・T3・T10・T12」と略す)・耳珠・肩峰・肋骨下・前腸骨稜・後腸骨稜・大転子・大転子と膝を結ぶ線分を三等分する点のうち大転子側の点・外側上顆・外果〕(Fig. 1)に直径1.2 cm 球のマーカーを装着した。立位姿勢では、両足は肩幅に平行に開き、腕は体幹の前で組み、まっすぐ前を見るように指示した。

体幹屈曲動作において、腰椎および股関節角度は体幹最大屈曲時に最大値が出現するが、胸椎可動域は最大値にならないという報告(Tully and Stillman, 1997)を受け、本研究では、立位姿勢(Fig. 1)から、A: 胸椎強調屈曲動作、B: 体幹屈曲動作、C: 体幹伸展動作の3種類の動作を各3回繰り返して行った(Fig. 2)。体幹屈曲時の胸

Fig. 1 Standing position.

The marker positions are shown by bright spots and measured angles are denoted by “T” and “L”.

椎可動域は、それぞれの被検者で胸椎強調屈曲動作と体幹最大屈曲動作のうち大きい値を解析の対象とした。

一連の動作は、デジタルビデオカメラ (DM-IXYDVM5[S], CANON, JAPAN) を用いて撮影した。デジタルビデオカメラは、被検者より5 m から7 m の距離かつ被検者の骨盤付近の高さに固定し、立位姿勢および体幹屈曲・伸展動作を、被検者の右側方から30 fps で撮影した。

3. 画像データ処理

撮影した画像をコンピューターに取り込み、二次元動作解析プログラム (Frame-DIAS-2 V3, D.K.H., Tokyo.) を用いて身体13箇所のマーカーの座標を求めた。分析は60 Hz, デジタイズはマニュアルで行い、ビデオ映像の縦横比補正は4点実長換算法を用いた。立位姿勢および3種類の動作時それぞれのマーカーの各座標から、胸椎および腰椎角度を求め、可動域は立位姿勢からの角度変化分として求めた。なお、同一動作3回の平均値を各被検者のデータとした。

4. 脊柱可動性評価指標の算出方法

胸椎角度は T1 と T3 を結んだ線と T10 と T12 を結んだ線が成す角のうち背側にできる角とし、腰椎角度は T10 と T12 を結んだ線と後腸骨稜と

Fig. 2 A: Intentional thoracic spine flexion.
B: Trunk flexion.
C: Trunk extension.

前腸骨稜を結んだ線が成す角のうち背側にできる角とした (Fig. 1). なお, 立位姿勢時の胸椎角度および腰椎角度はそれぞれ, 胸椎後彎角度, 腰椎前彎角度とした.

5. 棒状マーカーを使用した角度算出方法

予備調査において, 脊柱の4箇所のマーカーは, 動作中に筋および皮下脂肪層で隠れることが確認されたため, 脊柱の4箇所には, 6.3 cmの棒状マーカー (Fig. 3) を作成し, 縦3マーカーのうち外側および中央2点のマーカーの位置座標から, 内側のマーカーの位置座標を推定した. 以下計算式を示す.

$$(X_{in}^E, Y_{in}^E) = (X_{out}, Y_{out}) - 6.3 \times \frac{(X_{out} - X_{mid}, Y_{out} - Y_{mid})}{\sqrt{(X_{out} - X_{mid})^2 + (Y_{out} - Y_{mid})^2}}$$

脊柱のマーカーが隠れない試技で, 実測座標 (X_{in}, Y_{in}) から算出した胸椎および腰椎角度に対して, 推定座標 (X_{in}^E, Y_{in}^E) から算出した胸椎および腰椎角度一人分の値 (試技3回の平均) の平均誤差は胸椎後彎角度 4° , 腰椎前彎角度 2° であった. これは, マーカーの装着, 画像処理時の誤差と考えられるが, 主要な年代には十分なサンプル数があるため, 脊柱可動性の加齢変化の傾向

Fig. 3 Three marker positions of the four marker sticks attached to the spine.

(X_{in}, Y_{in}): Coordinate of the inner marker.

(X_{mid}, Y_{mid}): Coordinate of the middle marker.

(X_{out}, Y_{out}): Coordinate of the outer marker.

The distance between the inner and outer markers is 6.3 cm.

を評価する上で, 推定座標 (X_{in}^E, Y_{in}^E) の妥当性は許容範囲内にあるとした.

6. 統計処理

立位姿勢での胸椎後彎・腰椎前彎角度および体幹屈曲・伸展動作における胸椎・腰椎可動域と年齢の関係をピアソンの単相関係数 (r) を用いて検定した. また, 年代間の加齢変化を見るため, 年代・男女を要因とする二元配置分散分析を行った. 年代の主効果があったものに関しては, tukey の多重比較を行い, 男女と年代の交互作用があったものに関しては, 男女別に tukey の多重比較を行った. いずれも $p < 0.05$ を以って有意差ありとした.

III 結 果

立位姿勢での胸椎後彎角度・腰椎前彎角度および体幹屈曲・伸展動作における胸椎・腰椎可動域の年代ごとの平均値, 標準偏差 (SD) および年

Table 2 Thoracic spine: mean (SD) values in flexion, kyphosis and extension

	Age (years)	Thoracic spine		
		Extension	Kyphosis	Flexion
Male	10~	18.5° (12.6°)	29.8° (7.4°)	18.6° (9.3°)
	20~	17.4° (6.1°)	31.1° (7.5°)	23.3° (9.1°)
	30~	21.5° (8.0°)	27.9° (9.5°)	26.0° (6.1°)
	40~	15.0° (7.4°)	25.0° (10.3°)	23.2° (7.0°)
	50~	21.6° (9.2°)	29.1° (6.5°)	24.1° (6.9°)
	60~	10.6° (5.6°)	28.1° (8.7°)	24.1° (9.8°)
	70~	14.2° (6.3°)	33.7° (7.1°)	15.1° (8.1°)
	80~	8.0° (5.0°)	31.2° (14.3°)	9.5° (8.2°)
	Total	16.8° (10.0°)	29.3° (8.2°)	21.2° (8.9°)
Female	10~	18.9° (13.6°)	24.9° (6.8°)	21.7° (7.1°)
	20~	16.6° (13.8°)	17.9° (5.0°)	26.3° (7.7°)
	30~	13.1° (12.0°)	20.6° (5.1°)	25.3° (5.5°)
	40~	25.8° (6.5°)	26.1° (7.9°)	20.4° (7.2°)
	50~	17.9° (6.7°)	27.1° (7.0°)	20.8° (4.1°)
	60~	20.2° (7.7°)	28.5° (10.0°)	15.1° (7.9°)
	70~	13.1° (7.0°)	31.2° (6.6°)	17.4° (6.9°)
	80~	13.1° (7.7°)	36.3° (3.9°)	18.3° (1.9°)
	Total	18.0° (11.1°)	25.3° (8.1°)	20.9° (7.6°)

代内での男女差は Table 2 および Table 3 に示した。立位姿勢での胸椎後彎角度・腰椎前彎角度および体幹屈曲・伸展動作中の胸椎および腰椎可動域と年齢との相関係数 (r) は Table 4 に示した。

Fig. 4 から Fig. 9 には、立位姿勢での胸椎後彎角度・腰椎前彎角度および体幹屈曲・伸展動作中の胸椎および腰椎可動域の分布を表した。なお、腰椎前彎角度の大きさと腰椎前彎は反比例する。

二元配置分散分析の結果、立位姿勢での胸椎後彎角度については性別および年代の主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。胸椎屈

曲可動域では男女と年代の交互作用が認められ、年代の主効果も認められた。多重比較検定による年代間では、屈曲可動域は60歳代女性において20歳代および30歳代の女性と比べて有意に低下したが、胸椎伸展可動域ではいずれの効果も認められなかった。

二元配置分散分析の結果、立位姿勢での腰椎前彎角度は年代の主効果のみ認められた。一方腰椎

Table 3 Lumbar spine: mean (SD) values in flexion, lordosis and extension

	Age (years)	Lumbar spine		
		Extension	Lordosis	Flexion
Male	10~	25.9° (9.9°)	64.9° (8.1°)	76.7° (11.9°)
	20~	24.2° (7.7°)	64.6° (3.1°)	81.5° (11.8°)
	30~	16.8° (6.7°)	67.6° (8.5°)	57.9° (9.3°)
	40~	14.1° (9.1°)	69.5° (10.7°)	61.2° (12.8°)
	50~	9.6° (6.1°)	69.1° (6.2°)	62.9° (11.5°)
	60~	7.8° (5.3°)	68.3° (5.4°)	52.8° (12.7°)
	70~	8.7° (7.6°)	69.2° (6.0°)	56.5° (8.6°)
	80~	4.0° (3.9°)	71.2° (10.9°)	29.4° (26.9°)
	Total	18.0° (11.3°)	66.8° (7.5°)	66.4° (17.3°)
Female	10~	29.3° (12.4°)	61.5° (7.3°)	76.5° (11.0°)
	20~	25.3° (6.3°)	64.7° (5.7°)	65.9° (11.0°)
	30~	16.9° (7.0°)	63.4° (4.5°)	64.0° (12.9°)
	40~	13.4° (5.8°)	67.2° (6.3°)	66.7° (8.5°)
	50~	8.9° (7.0°)	66.6° (10.5°)	64.7° (10.5°)
	60~	10.9° (3.5°)	69.8° (11.4°)	61.4° (10.8°)
	70~	11.6° (8.1°)	67.7° (9.6°)	64.0° (10.5°)
	80~	9.1° (8.0°)	70.3° (2.9°)	46.4° (10.6°)
	Total	19.0° (11.8°)	65.3° (8.4°)	67.2° (12.6°)

Fig. 4 Correlation between age and the Thoracic kyphosis angle in standing position.

Fig. 5 Correlation between age and ROM of the Thoracic spine during flexion.

Table 4 Correlation between age and spinal flexion, kyphosis, lordosis and extension in thoracic and lumbar spines

Category	Thoracic spine			Lumbar spine		
	Extension	Kyphosis	Flexion	Extension	Lordosis	Flexion
Male ($n=81$)	-0.27**	-0.01	0.09	-0.69***	0.28**	-0.66***
Female ($n=84$)	-0.04	0.40***	-0.36***	-0.66***	0.36**	-0.47***
Total ($n=165$)	-0.14	0.17*	-0.12	-0.67***	0.31***	-0.57***

Data represent Pearson's correlation coefficient (r): *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$

Fig. 6 Correlation between age and ROM of the Thoracic spine during extension.

Fig. 9 Correlation between age and ROM of the Lumbar spine during extension.

Fig. 7 Correlation between age and the Lumbar lordosis angle in standing position.

Fig. 8 Correlation between age and ROM of the Lumbar spine during flexion.

屈曲可動域では、性別と年代の交互作用、年代の主効果共に認められた。多重比較検定による男性の屈曲可動域は10歳代および20歳代と比べて30歳代以降有意に低下し、女性では、10歳代と比

べ60歳代および80歳代90歳代で有意に低下した。腰椎伸展可動域では年代の主効果が認められ、多重比較検定では男女合わせた場合に、30歳代以降のすべての年代が、10歳代に比べ有意に低下した。

Ⅳ 考 察

1. 胸 椎

1) 胸椎後彎

本研究では、男性の胸椎後彎角度の加齢に伴う有意な増加は確認されなかったが、女性の胸椎後彎角度は加齢に伴い増加、すなわち胸椎後彎は加齢に伴い増大することが確認された (Table 2, 4 および Fig. 4)。二元配置分散分析では性別および年代の主効果が認められた。

鈴木ほか (1983) は、臥位姿勢での胸椎伸展の柔軟性を他動的に測定し、女性の方が男性に比べ胸椎伸展の柔軟性は加齢にともない減少し、胸椎後彎が増大したとしている。このことから胸椎後彎の加齢に伴う増大には、筋力および脊柱の柔軟性が大きく関わっていると考察している。また鈴木ほか (1985) は、中高年の農業従事者を対象に、レントゲン撮影を用いて調査し、胸椎後彎の加齢に伴う増大は、男性では認められなかったが女性ではやや増大したと報告している。カパンディ (1997) も、胸椎の加齢変化について、加齢に伴う彎曲の増大と腹筋群の低下により、上部肋骨は互いに接近してその運動は小さくなると指

摘している。一方、加齢に伴い男女ともに体格や体幹部の周経囲も変化することが知られている。人間生活工学研究センター（2007）は、加齢による女性のバスト囲、アンダーバスト囲の増加などの体幹前面の重量の増加が予測されることから、立位姿勢における前後重心位置の調節のために胸椎後彎が促進されるとしている。また、東京都立大学（1989）の報告によれば、寛上最小囲は、男性では30歳までに急激に増加しそれ以降の増加が緩やかであるのに対し、女性は30歳から60歳にかけて直線的に増加しており体幹および体幹前部の重量の増加には、中年以降性差が存在することが報告されている。

以上のことから、本研究の胸椎後彎の加齢変化に見られた男女差は、先行研究の指摘する筋力、脊柱の器質的な変化、体幹および体幹前面重量の増加の男女差に一因があると考えられる。

また、Fon et al. (1980) はレントゲン撮影を用いて立位姿勢での胸椎を調査し、加齢に伴い胸椎後彎は男性よりも女性の方が増大し、その変化は特に40歳以後大きくなると報告している。これは、男性よりも女性の方が、職業に関連して加齢に伴い活動量が大きく減少し、柔軟性の加齢変化と筋力低下により姿勢が悪化するためだとしている。本研究の結果においても、職業に関連した日常生活での活動量の男女差によって、筋力および柔軟性の加齢変化に男女差が生じ、胸椎後彎の加齢変化に男女差が見られた可能性も考えられるが、この点について今後検討が必要である。

2) 胸椎屈曲・伸展可動域

本研究では、男性の胸椎屈曲可動域の加齢に伴う有意な減少は確認されなかったが、女性の胸椎屈曲可動域は加齢に伴い減少した（Table 2, 4 および Fig. 5）。二元配置分散分析では男女と年代の交互作用が認められ、年代の主効果が認められた。年代間では、屈曲可動域は60歳代女性において20歳代および30歳代の女性と比べて有意に低下した。

森下ほか（1997）は、0歳から75歳の317名を対象に、脊柱の屈曲・伸展時の角度変化につい

て、写真分析を用い調査した。その結果、40歳以降、屈曲度には運動習慣がプラスに影響した可能性が推察されるが、伸展には運動習慣の影響が見られなかったと報告している。また、中高年では日常動作に身をかがめる動作、すなわち屈曲動作は多いが、伸展動作は少ない可能性を考えると、器質的な加齢変化に加えて、個人の運動習慣が相乗した結果、脊柱の屈曲および伸展度に加齢による変化が生じた可能性がある、と述べている。さらに Fon et al. (1980) は、女性が男性に比べ、職業に関連して日常の活動量が加齢に伴いより大きく減少した可能性を指摘している。森下ほか（1997）の述べる、日常動作および個人の運動習慣が屈曲動作と伸展動作へ与える影響、および Fon et al. (1980) の述べる、女性の職業に関連した活動量の減少を考慮すると、本研究における、加齢に伴う胸椎屈曲可動域の減少において男女に違いが見られた理由として、日常動作、職業および運動習慣の男女差が影響したことが考えられる。

O'Gorman and Jull (1987) は22歳から70歳代の女性において、座位姿勢での胸椎屈曲・伸展・側屈・回旋可動域および胸椎後彎を、inclinometerを用い測定した。その結果、4種の胸椎可動域は、いずれも加齢に伴い減少し、胸椎後彎は加齢に伴い増大したとしている。また、加齢による男性の胸囲は単調増加が認められない（人間生活工学研究センター、2007）が、寛上最小囲の増加は認められる（東京都立大、1989）ことから、加齢に伴う腹部重量の増加により、高齢になると身体重心の前方移動に伴い、立位姿勢において体幹が後屈する可能性も考えられる。本研究が用いた立位による計測結果に、こうした加齢に伴う立位姿勢の変化が影響した可能性は考えられるが、本研究では日常生活により近い立位姿勢での評価を行うため測定方法を決定した。特に、胸椎可動域に関する先行研究が少ないことから、研究対象に負担が少なく、多くの対象への計測実施が可能となる点も重要視した。しかしながら、本研究の測定方法によって評価される可動性には複数の因子の影響が考えられることから、今後は座位での

評価との比較を行うことにより、筋力や姿勢制御の加齢変化が、胸椎可動域に与える影響を検討する必要があると考える。

2. 腰 椎

1) 腰椎前彎

本研究では、腰椎前彎角度は男女いずれも加齢に伴い増加、すなわち腰椎前彎は男女いずれも加齢に伴い減少することが確認された (Table 3, 4 および Fig. 7)。二元配置分散分析では年代の主効果のみ認められた。

Gelb et al. (1995) は、立位姿勢での脊柱彎曲の加齢変化を、40歳以上の100人を対象にレントゲンをういて調査したところ、腰椎前彎は、他の部位に比べて、加齢に伴い増大する割合が最も大きかったと報告している。一方、鈴木ほか (1985) は、40歳から79.9歳の農業従事者、計308人を対象に脊柱彎曲の加齢変化を調査し、立位姿勢での腰椎前彎の加齢に伴う減少を報告しており、これは本研究の結果と一致した。Gelb et al. (1995) と、鈴木ほか (1985) および本研究の結果が異なった理由として、本研究の対象者は高強度の運動を行っていないとはいえ整形外科的疾患をもたない健康な者であったこと、鈴木ほか (1985) が用いた対象は農業従事者であったことから、いずれも日常活動量の多い高齢者を対象とした可能性が挙げられる。また、対象とした人種の違いも考えられる。これらの点については、今後更に検討を加える必要があると考える。

2) 腰椎屈曲・伸展可動域

本研究では、腰椎の屈曲および伸展可動域は、男女いずれも加齢に伴い減少することが確認された (Table 3, 4 および Fig. 8, 9)。二元配置分散分析の結果、腰椎屈曲可動域では性別と年代の交互作用、年代の主効果が認められた。男性の屈曲可動域は10歳代および20歳代と比べて30歳代以後有意に低下し、女性では、10歳代と比べ60歳代および80歳代90歳代で有意に低下した。腰椎伸展可動域では年代の主効果が認められ、男女合わせた場合に30歳代以降のすべての年代が、10歳代に比べ有意に低下した。

Van Herp et al. (2000) は、20歳から77歳の100人を対象に、腰椎の屈曲・伸展・側屈・回旋可動域の3次元動作解析を行い、50歳代男性を除いて、男女いずれも加齢に伴う可動域の減少を示している。Sullivan et al. (1994) も、腰椎の屈曲・伸展可動域について加齢に伴う可動域の減少を報告し、高齢者における脊柱の構造的退化が、可動域の減少に関わっていると述べている。本研究における腰椎屈曲・伸展可動域の加齢に伴う減少は、これら先行研究と一致する結果であった。また、Kuno et al. (1998) は、脳性麻痺の子どもの股関節および膝関節可動域の測定を行い、日常生活における筋収縮の減少が、関節可動域の減少に影響したと報告している。安部・福永 (1995) は、0歳から80歳代までの男性を対象に超音波を用いて身体各部位の筋厚を測定し、どの筋組織厚も20歳を境に減少する傾向が見られたとしている。これらの報告から、加齢に伴う日常生活の筋収縮の減少、すなわち活動量の低下およびそれによる体幹の屈曲・伸展動作に関与する筋力の低下も、本研究の腰椎可動域の加齢に伴う減少に影響した可能性が推察される。

本研究では、男女いずれも腰椎屈曲可動域よりも腰椎伸展可動域の方が、加齢に伴う低下率が大きくなった (Table 3 および Fig. 8, 9)。Sugahara et al. (1981) は、20歳から60歳代までの2314名を対象に、胸腰椎の屈曲・伸展可動域の加齢変化を川上式スピノメーターを用いて測定した結果、加齢に伴い、胸腰椎の屈曲可動域よりも伸展可動域が有意に低下したとしている。Nonaka et al. (2002) は、股関節と膝関節の可動域の加齢変化を、写真分析法にて測定した。その結果、股関節可動域は、屈曲可動域および伸展可動域のいずれも加齢に伴い低下したが、特に伸展可動域の低下率が大きかったとしている。この理由として、立位姿勢での腰椎前彎の加齢に伴う増大を挙げ、これが脊柱全体の後彎につながり、股関節の伸展可動域を減少させた可能性を示唆している。しかしながら本研究では、立位姿勢での腰椎前彎は加齢に伴い減少したにもかかわらず、股関節に隣接する腰椎伸展可動域が減少していたこと

から、今後は、複数の部位の可動性と立位姿勢での脊柱彎曲との関係を検討していく必要があるものと考えられる。

本研究における腰椎屈曲・伸展可動域の減少は、多くの先行研究と一致し、加齢に伴う脊柱の構造的な退行に加え、20歳代以降、下肢の筋群を含む筋機能の低下が起きている可能性も示された。

本研究では測定環境の制限により、10歳代の対象者の人数が他の年代に比べて多かったことが問題点として挙げられる。従って、今後は各年代のデータ数を揃え、胸椎・腰椎可動域の測定を行う必要があると考えられる。更に、本研究では明らかにならなかった胸椎可動域の性差に関するメカニズムについて、今後検討を行っていく必要がある。また、年齢と測定指標との相関係数および二元配置の分散分析から、脊柱の可動性に年齢が及ぼす影響を検討したが、統計手法によって若干異なる結果も生じた。この理由として、各年代内の年齢のばらつきの差が影響した可能性も考えられ、この点も今後の検討課題である。

V 結 論

本研究では、11歳から92歳までの男女165名を対象に、立位姿勢での胸椎後彎および腰椎前彎、体幹屈曲・伸展動作における胸椎および腰椎可動域の加齢変化を調査した。その結果、胸椎では、男性で加齢に伴う伸展可動域の減少が、女性では立位姿勢での胸椎後彎の増大および屈曲可動域の加齢に伴う減少が確認された。しかしながら、男性の立位姿勢での胸椎後彎および胸椎屈曲可動域では加齢に伴う有意な変化はみられず、女性の胸椎伸展可動域も加齢に伴う有意な変化はみられなかった。一方腰椎では、男女いずれも可動域および立位姿勢での前彎は加齢に伴い減少することが確認された。この結果から、加齢変化が胸椎と腰椎で異なることが示唆され、脊柱の可動域を評価する際には、胸椎と腰椎の測定をそれぞれに対して行う必要があると考えられる。

謝 辞

本研究の遂行に際し、石井秀幸氏、小室有子氏、橋本直氏の協力を得た。また、お茶の水女子大学附属小学校、東京学芸大学附属高等学校、江東区ウォーキングサークルをはじめとする、多くの方々に測定のご協力をいただいた。記して深く感謝します。

文 献

- Alaranta, H., Hurri, H., Heliovaara, M., Soukka, A., and Harju, R. (1994) Flexibility of the spine: normative values of goniometric and tape measurements, *Scand J Rehabil Med*, 26(3): 147-154.
- 安部 孝・福永哲夫 (1995) 日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院：東京.
- Cornbleet, S.L. and Woolsey, N.B. (1996) Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle, *Phys Ther*, 76(8): 850-855.
- Fehlandt, A.F.Jr. and Micheli, L.J. (1993) Lumbar facet stress fracture in a ballet dancer, *Spine*, 18(16): 2537-2549.
- Fon, G.T., Pitt, M.J., and Thie, A.C. Jr. (1980) Thoracic kyphosis: range in normal subjects, *AJR Am J Roentgenol*, 134(5): 979-983.
- Gelb, D.E., Lenke, L.G., Bridwell, K.H., Blanke, K., and McEnery, K.W. (1995) An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers, *Spine*, 20(12): 1351-1358
- Goertzen, M., Ringelband, R., and Schullitz, K.P. (1989) Injuries and damage caused by excessive stress in classical ballet, *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 127(1): 98-107.
- Huang, C., Ross, P.D., and Wasnich, R.D. (1996) Vertebral fracture and other predictors of physical impairment and health care utilization, *Arch Intern Med*, 156(21): 2469-2475.
- Jackson, A. and Langford, N.J. (1989) The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extension of previous findings, *Res Q Exerc Sport*, 60(4): 384-387.
- カパンディ：萩島秀男監訳 嶋田智明訳 (1997) カパンディ関節の生理学Ⅲ 体幹・脊柱. 医歯薬出版株式会社：東京.
- Kuno, H., Suzuki, N., Akataki, K., Mita, K., Yasubayashi, M., and Ito, M. (1998) Geometrical

- analysis of hip and knee joint mobility in cerebral palsied children, *Gait Posture*, 8(2): 110-116.
- Lundberg, G. and Gerdle, B. (1999) The relationships between spinal sagittal configuration, joint mobility, general low back mobility and segmental mobility in female homecare personal, *Scand Rehab Med*, 31: 197-206.
- Lyles, K.W., Gold, D.T., Shipp, K.M., Pieper, C.F., Martinez, S., and Mulhausen, P.L. (1993) Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status, *Am J Med*, 94(6): 595-601.
- McMeeken, J., Tully, E., Nattrass, C., and Stillman, B. (2002) The effect of spinal and pelvic posture and mobility on back pain in young dancers and non-dancers, *Jornal of DanceMedicine and Science*, 6(3): 79-86.
- Mellin, G. and Poussa, M. (1992) Spinal mobility and posture in 8- to 16-year-old children, *J Orthop Res*, 10(2): 211-216.
- Miyakoshi, N., Itoi, E., Kobayashi, M., and Kodama, H. (2003) Impact of postural deformities and spinal mobility on quality of life in postmenopausal osteoporosis, *Osteoporos Int*, 14(12): 1007-1012.
- 森下はるみ・高木聡子・大野初江 (1997) 脊柱の屈曲・伸展域の年齢推移—成長および加齢にともなう変化—, *体育科学*, 25: 97-110.
- 東京都立大学体育学研究室 (1989) 日本人の体力標準値第四版, 誠心社: 東京.
- Nonaka, H., Mita, K., Watanabe, M., Akataki, K., Suzuki, N., Okuwa, T., and Yabe, K. (2002) Age-related changes in the interactive mobility of the hip and knee joints: a geometrical analysis, *Gait Posture*, 15(3): 236-243.
- O'Gorman, H. and Jull, G. (1987) Thoracic kyphosis and mobility: the effect of age, *Physiother Practice*, 3, 154-162
- 社団法人人間生活工学研究センター (2007) 日本人の人体寸法データベース, 2004-2006.
- Sugahara, M., Nakamura, M., Sugahara, K., Tsuchimoto, M., Hirata, F., Yukawa, K., Ikeda, T. and Chiritu, H. (1981) Epidemiological study on the change of mobility of the thoraco-lumbar spine and body height with age as indices for senility, *J Hum Ergol (Tokyo)*, 10(1): 49-60.
- Sullivan, M.S., Dickinson, C.E., and Troup, J.D.G. (1994) The influence of age and gender on lumbar spine sagittal plane range of motion A study of 1126 healthy subjects, *Spine*, 19(6): 682-686.
- 鈴木信正・吉井新一・朝妻孝仁・小野俊明・山下安雄 (1983) 立位と臥位における脊柱彎曲の比較ならびに脊柱随意可動性について, *姿勢研究*, 3(1): 23-30.
- 鈴木信正・竹光義治・岩原敏人・原田吉雄・松浦順・宮武泰正・熱田裕司・新沼竜之助 (1985) 中高年農業従事者の脊柱加齢変化について—北海道富良野地方における調査報告—, *姿勢研究*, 5(1): 31-38.
- Tully, E.A. and Stillman, B.C. (1997) Computer-aided video analysis of vertebrofemoral motion during toe touching in healthy subjects, *Arch Phys Med Rehabil*, 78(7): 759-766.
- Van Herp, G., Rowe, P., Salter, P., and Paul, J.P. (2000) Three-dimensional lumbar spinal kinematics: a study of range of movement in 100 healthy subjects aged 20 to 60+ years, *Rheumatology (Oxford)*, 39(12): 1337-1340.
- Wachtel, E., Maroudas, A. and Schneiderman, R. (1995) Age-related changes in collagen packing of human articular cartilage, *Biochim Biophys Acta*, 1243: 239-243.
- Widhe, T. (2001) Spine: posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence, *Eur Spine J*, 10(2): 118-123.

(平成21年6月23日受付)
(平成22年3月19日受理)