

早稲田大学審査学位論文  
博士（人間科学）

地域在住男性高齢者の矢状面脊柱アライメントと  
身体機能との関係

Relationship between spinal sagittal alignment and physical  
function in community-dwelling elderly men

2013 年 1 月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

宮崎 純弥  
Miyazaki, Junya

研究指導教員： 鈴木 秀次 教授

# 目次

	[頁]
第1章 序論.....	1-4
第1節 はじめに.....	2-5
第2章 先行研究小史.....	6-13
第1節 高齢者の姿勢分類.....	7-8
第2節 脊柱彎曲測定方法.....	9-11
第3節 高齢者の脊柱変形に関する研究.....	12-13
第3章 Spinal Mouse を使用した脊柱彎曲角測定の再現性	
—裸体と肌着着用での違いについて—.....	14-21
第1節 目的.....	15
第2節 方法.....	16-17
第3節 結果.....	18-19
第4節 考察.....	20
第5節 まとめ.....	21
第4章 地域在住男性高齢者の矢状面脊柱アライメントと身体機能との相関関係	
—矢状面脊柱アライメントと下肢筋力が歩行能力の予測因子となり得るか?—.....	22-37
第1節 目的.....	23-24
第2節 方法.....	25-27
第3節 結果.....	28-32
第4節 考察.....	33-36
第5節 まとめ.....	37
第5章 総合論議.....	38-40
謝辞.....	41
研究業績.....	42-43
参考文献.....	44-51

# 第 1 章 序論

## 第 1 節 はじめに

近年の急激な高齢者人口の増加にともない医療費等の社会的コストの増加が深刻な社会問題となっている。2011 年の総務省が発表した日本国内における 65 歳以上の人口は総人口の 23.3%となっており、今後も増加の一途をたどっている。このような状況から、高齢者の健康維持や予防医学に対する社会的意義は高いと考えられる。

人間の脊柱は、頸椎 7 個・胸椎 12 個・腰椎 5 個・仙骨・尾骨より成り立っている。胎生期、新生児の脊柱は一時彎曲のみで C 字型の彎曲をしている（矢状面）。発達、すなわち首が据わり、座位保持から直立姿勢へ変化し歩行獲得時期へと姿勢や動作が変化してくると、脊柱の形状も変化し二次彎曲と呼ばれる頸椎部、腰椎部の前彎が出現する。そして、10 歳頃には逆 S 状の脊柱カーブ（いわゆる脊柱の生理的彎曲）が完成する。また前額面で見た脊柱構造は、骨盤の上に長方形の積み木を重ねたような構造をしている。人間の立位姿勢は、物理的に不安定な姿勢であるが、筋・靭帯・椎間板などの巧みな働きによって、重い頭部を支えながら種々の作業が遂行可能となっている。さらに小さなエネルギー消費で円滑な直立二足歩行ができるのは、頸部や体幹の分節的な巧緻運動、前後左右の微妙なバランス調整によるものであると考えられる。

脊柱の基本は、頸椎・胸椎・腰椎・仙骨・尾骨からなる生理的彎曲であり、その形状は、椎骨の椎体部分、椎間板の状態、椎間関節の可動性、筋の緊張度・伸縮性などによって決まる。脊柱が十分な機能・役割を果たすためにも椎間板、靭帯、筋など脊柱周囲組織が関与している。脊柱の生理的彎曲は、年齢を重ねるに従って生理的彎曲が変形を起こす。特に骨、関節、関節周囲組織、筋肉の退行性変化は筋力低下や関節可動域の減少を引き起こし<sup>1, 2)</sup>、さらに運動機能の低下に関与していると考えられる。これまで加齢に伴う歩行能力やバランス

能力が変化することについては、多くの研究が報告されている<sup>3-5)</sup>。

高齢者の姿勢変化は筋骨格系や神経系の形態的、機能的変化の結果として捉えることができる。筋骨格系の疾患では脊柱変形による亀背など、神経系の疾患ではパーキンソン病患者における前屈姿勢など、疾患に特有の肢位、姿勢が知られている。これらの姿勢は疾患の症候の一部として診断学的に論じられるか、健常者の体型分類に利用されてきた。

脊柱の計測は主に矢状面を中心に行われてきた。X線写真による計測を除き、その他の方法では、脊柱棘突起を身体表面から触れて、その配列を脊柱彎曲としている。最も正確に測定するにはX線を連続撮影することであるが、医師や放射線技師以外のX線使用は出来ずまた、被爆のリスクがあり地域在住高齢者の調査に使用することは非常に困難である。

近年、脊柱の彎曲角度を被験者背部の体表面から測定できる **Spinal Mouse** (**Idiag** 社製, スイス) という測定機器が注目されている。この **Spinal Mouse** は比較的容易に脊柱彎曲角度を測定できることから多くの研究<sup>6-10)</sup> に使用され、**Mannion** ら<sup>11)</sup> や **Poat** ら<sup>12)</sup> は **Spinal Mouse** を使用し成人男性と成人女性を対象として信頼性の検討を行い、男性・女性ともに高い信頼性が得られたと報告している。また **Spinal Mouse** の妥当性については、**宝亀** ら<sup>13)</sup> は男女5名に対しX線による測定値と **Spinal Mouse** での測定値を比較してほぼ同様の値を示したと報告している。また **Ripani** ら<sup>14)</sup> や **Consmuller** ら<sup>15)</sup> も同様の研究を行い **Spinal Mouse** の妥当性について問題のないことを報告している。これら全てに共通していることは、測定時に肌を露出する必要があるが我々が実施している、地域での調査や臨床場面においては、被験者が裸体になることに抵抗を感じ、測定ができない場合も少なくない。そのために肌着程度の被服を着用して測定した場合の測定値に信頼性があるか否かの問題がある。

この問題を解決する方法を検討する必要がある。

矢状面脊柱アライメント（脊柱彎曲角）と身体機能の関係について、健常人においてバランスのとれた姿勢を維持するには、矢状面脊柱アライメントの維持の重要性を報告している<sup>16-20)</sup>。しかし、年齢を重ねるに従って生理的彎曲が変形を起こす。これに骨粗鬆症などの疾患が重なることでその変形度合いは強くなる。女性高齢者の脊柱変形に関する研究では、Miyakoshi ら<sup>21)</sup>の骨粗鬆症患者を対象とした Quality of life (QOL) に関する研究、Miyakoshi ら<sup>22)</sup>や Hongo ら<sup>23)</sup>の骨粗鬆症患者の背筋力に関する研究、森<sup>24)</sup>の脊柱圧迫骨折患者の Activities of daily living (ADL) に関する研究、Katzman ら<sup>25)</sup>の hyperkyphosis に関する研究がある。これらの研究は骨粗鬆症患者を対象とした研究であり、脊柱彎曲角が骨粗鬆症による圧迫骨折による影響が大きい事を示している。我が国の骨粗鬆症の有病率について大内は男性と比較して女性は約5倍とされている。また、脊椎圧迫骨折の有病率は女性は男性の約3倍とされている<sup>26)</sup>。このような背景が女性高齢者を対象とした脊柱変形の研究が多い要因と考えられる。これまでの矢状面脊柱アライメントの研究は、骨粗鬆症を起因する脊椎圧迫骨折患者を対象にしたものが多いことから必然的に高齢女性を対象とした研究が多く高齢男性を対象とした研究は少ない<sup>22, 27-32)</sup>。これからの超高齢化社会を迎えるにあたって男性高齢者の増加も必然である。また、男性高齢者は骨粗鬆症になっていないにもかかわらず姿勢異常を呈している。このようなことから男性高齢者の日常生活活動や生活の質を維持していくためには、男性高齢者の脊柱アライメントと身体機能の関係について検討し、その結果を今後の男性高齢者ヘルスプロモーションや理学療法の基礎データとして活用することが重要である。従って本研究の目的は、Spinal Mouse を使用して地域在住男性高齢者の矢状面脊柱アライメントを測定し、身体機能との

関係を明らかにし矢状面脊柱アライメントが歩行能力に影響を与える因子となりうるかを検討することとした。そこで第一の研究として **Spinal Mouse** の裸体と肌着を着た場合の再現性について検討した上で、第二の研究として地域在住男性高齢者の矢状面脊柱アライメントと身体機能との相関関係ならびに矢状面脊柱アライメントと下肢筋力が歩行能力の予測因子として当てはまるか否かを検討した。

## 第 2 章 先行研究小史



## 第 1 節 高齢者の姿勢分類

我々人間は、四つ這い歩行に始まり、二足歩行へと成長していき、加齢と共に身体構造に変化を生じるようになる。これまでの姿勢分類では Wiles の分類が有名である<sup>33)</sup>。これは姿勢を 5 つに分類している。①正常②平背③凹背④円背⑤円凹背である(図 1)。この分類によると脊柱彎曲角異常と骨盤傾斜度および胸腰椎移行部の性状との関係は、1 : 骨盤傾斜度減少と可動性のよい脊椎は「平背」 2 : 骨盤傾斜度減少と胸腰椎移行部後彎は「円背」 3 : 骨盤傾斜度増大と可動性のよい脊椎は「腰椎前彎増強」 4 : 骨盤傾斜度増大と胸腰椎移行部後彎は「凹背」とされている。このように分類が煩雑で臨床場面では使用されることは少ない。

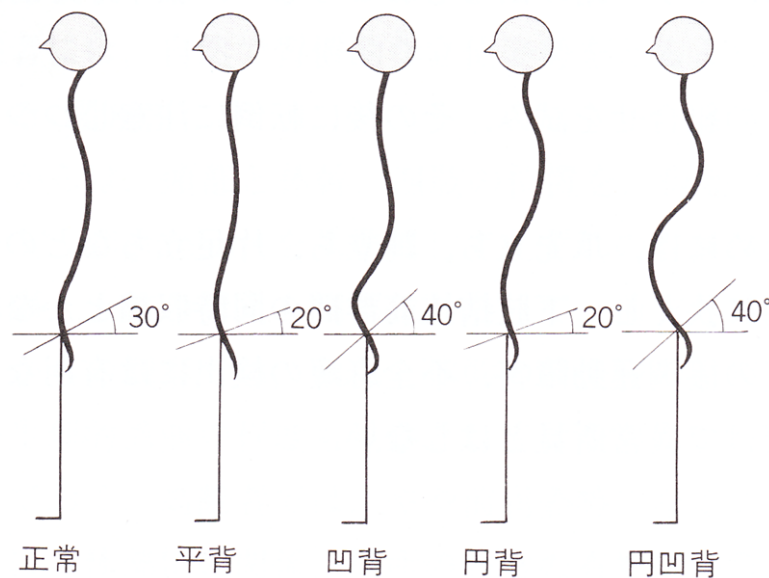


図 1 : Wiles の姿勢分類  
左から正常、平背、凹背、円背、円凹背となっている。これと骨盤傾斜度によって分類されるため非常に煩雑となる。(33 から引用)

そこで、仲田<sup>34)</sup>は高齢者の姿勢分類を4つに分類した。我が国において参考とされているのは仲田の分類である。仲田は高齢者の特徴的な姿勢を脊柱だけでなく下肢関節の影響も考慮して、伸展型・S字型・屈曲型・手膝上型の4つの分類とした(図2)。しかしながら仲田の分類は、目視で分けられたものであり客観性があるとは言い難い。

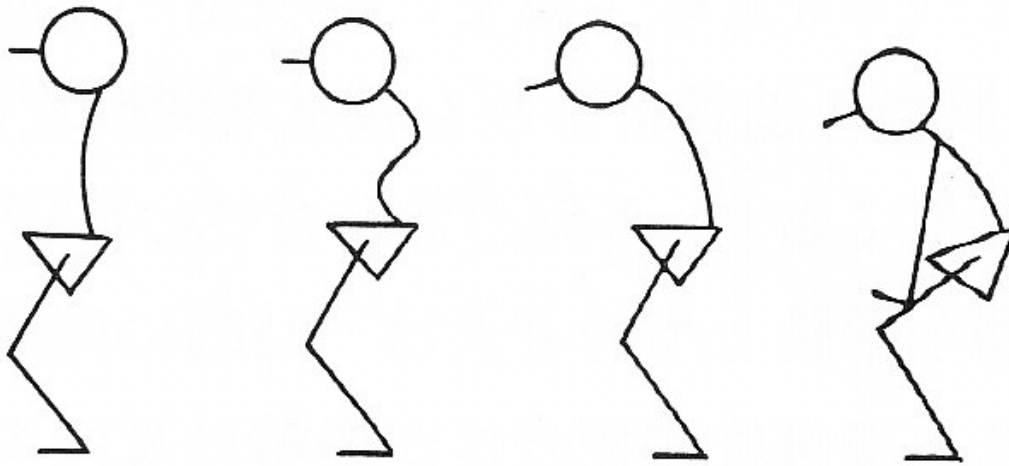


図2：仲田による高齢者の姿勢分類  
左から伸展型、S字型、屈曲型、手膝上型と呼ばれている。  
(34から引用)

## 第 2 節 脊柱彎曲測定方法

脊柱の計測は主に矢状面を中心に行われてきた。X線写真による計測を除き、その他の方法では、脊柱棘突起を身体表面から触れて、その配列を脊柱彎曲とされている。具体的には最も簡便な方法として自在曲線定規を脊柱の彎曲にあわせて測定する方法である。Mckenzie<sup>3 5)</sup>は、パントグラフを用いて脊柱彎曲の縮尺描記する方法を考案している（図 3）。

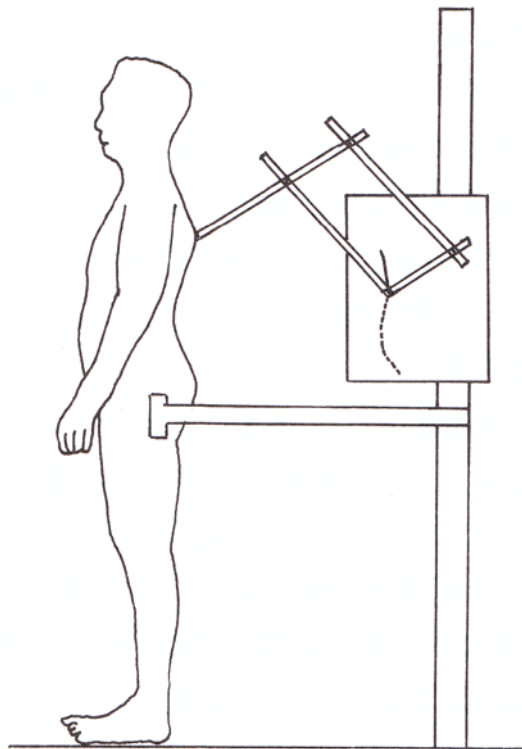


図 3：パントグラフによる脊柱彎曲測定  
Mckenzie による脊柱彎曲測定方法である。この方法では縮小した脊柱彎曲測定が可能であるが彎曲角を測定することは困難である。（35 から引用）

また Cureton<sup>36)</sup> は、多数の金属棒で構成されている姿勢測定装置 (Cureton-Gunby conformateur) を用いた (図 4)。しかしながら、上記の二つの方法では脊柱の形状は判別できたとしても彎曲角を測定することは困難であり、自由局在定規以外の測定方法は装置が大掛かりでかつ複雑であり臨床的には使用しづらいものである。

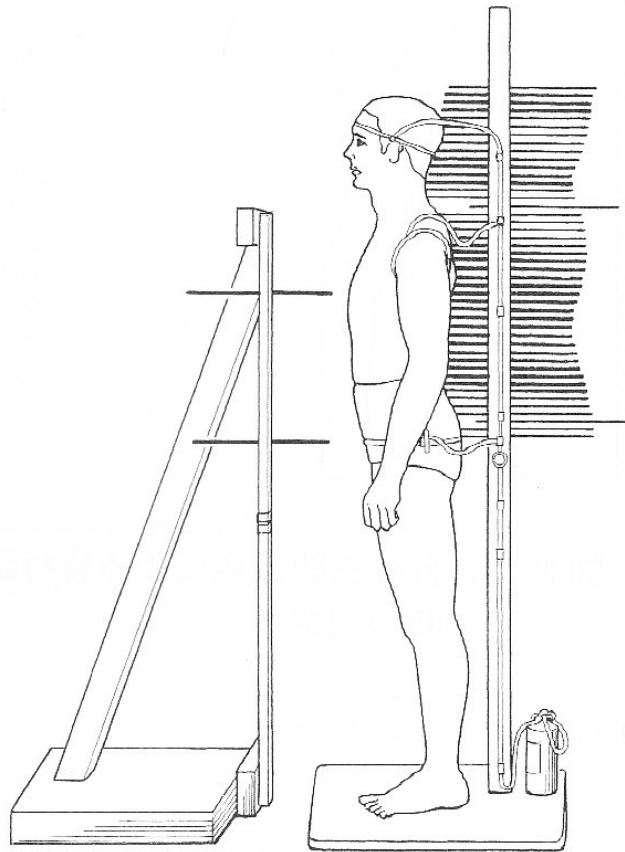


図 4 : Cureton-Gunby conformateur

Cureton が開発した姿勢測定装置である。前面の 2 本の金属棒は胸骨上端と恥骨結合と一致するようにして固定している。後面の金属棒を脊柱に合わせ、金属棒先端の描く曲線から脊柱の彎曲を記録する。(36 から引用)

脊柱彎曲角を最も正確に測定するには X 線を連続撮影したり、CT や MRI を使用して計測することである。しかし、X 線・CT・MRI は医師や放射線技師以外では使用は出来ずまた、X 線と CT は被爆のリスクがあり、簡便性に欠けるため地域在住高齢者の調査に使用することは非常に困難である。

近年、脊柱の彎曲角度を被験者背部の体表面から非侵襲的に測定できる Spinal Mouse (Idiag 社製, スイス) が開発された。この Spinal Mouse は、3 つの加速度計を内蔵し、トラッキングホイールを第 7 頸椎から第 3 仙椎までの脊椎棘突起に沿って動かすことにより測定されたデータが PC に送られ、脊柱の各椎体の相対的位置が知的再帰アルゴリズムにより算出される仕組みになっている。つまり、脊椎棘突起上を頸椎から仙椎まで、コンピューターのマウスを使用するようになぞるだけで脊柱の形状と胸椎後彎角と腰椎前彎角が測定できる。また図 5 に示す様に測定デバイスは非常に小さくノートパソコンと無線で繋がっており、どこにでも持ち運べるため、地域在住高齢者等の調査には非常に便利な測定機器である。



図 5 : Spinal Mouse による脊柱彎曲角測定  
図に示すようなデバイスを脊椎棘突起に沿わせることで脊柱彎曲角が容易に測定することが可能である。

### 第3節 高齢者の脊柱変形に関する研究

これまでの高齢者特有の脊柱変形については、骨粗鬆症を起因する脊椎圧迫骨折後の胸椎後彎増大に関する研究が報告されている<sup>21, 23, 37)</sup>。しかしながら、多くの高齢者は脊椎圧迫骨折等の既往が無いにもかかわらず hyperkyphosis と評される異常な姿勢をとっている<sup>38)</sup>。このような異常姿勢は、寝たきりや歩行能力の低下など複数の健康への悪影響を及ぼしていることが示唆されている<sup>27, 38, 39)</sup>。また、矢上面脊柱アライメント異常は、胸椎後彎角の増大と腰椎前彎角の減少、さらに骨盤後傾位を取ることで、股関節と膝関節が屈曲位となる姿勢になってしまい<sup>40, 41)</sup>、大腿四頭筋や背筋群の筋力が発揮しづらい状況となり、結果的に歩行能力低下につながるとされている<sup>28, 42)</sup>。したがって高齢者の矢状面脊柱アライメントと身体機能の関係を明らかにすることは、高齢者の日常生活活動や生活の質を維持していくために重要な課題であると考えられる。また矢状面脊柱アライメント異常の予防やトレーニングをすることで身体機能の向上につながると考えられる。

これまでの矢状面脊柱アライメントの研究は、骨粗鬆症を起因する脊椎圧迫骨折患者を対象にしたものが多いことから必然的に高齢女性を対象とした研究が多く高齢男性を対象とした研究は少ない<sup>22, 27-32)</sup>。しかし、高齢化社会を迎えた現在、男性高齢者を対象とした研究が必要と思われる。また、男性と女性の脊柱彎曲の差について、Janssen ら<sup>17)</sup>は、若年者を対象とし X 線を使用して検討しその結果、女性の方が胸椎部において傾きが大きいと報告している。しかしながら、高齢者の脊柱彎曲角の性差に関する研究は少なく、統一した見解はなされていないのが現状である。この理由としては、青年期には生活習慣の影響は受けにくいですが、高齢者はそれまでの仕事内容や日常生活の影響を強く受ける為、個人差が大きくなり性差よりもこれらの事が重要視されてい

ることが考えられる。

第 3 章 Spinal Mouse を使用した脊柱彎曲角度測定の  
再現性  
—裸体と肌着着用での違いについて—



## 第 1 節 目的

臨床場面において、高齢者の脊柱後彎変形を呈した患者を多く見かける。これまで、高齢者の脊柱変形は、女性高齢者において胸椎後彎と身体機能に関する研究<sup>6, 7, 30, 43-45)</sup>が多くなされており、どの研究も脊柱変形が身体機能に及ぼす影響について報告している<sup>6, 7, 30, 43-45)</sup>。

一方、高齢者の矢状面における脊柱の評価は、Staffel の分類<sup>34)</sup>や仲田らの分類<sup>34)</sup>などが行われるが、それらは写真や X 線を使用したものである。X 線の使用は、我々理学療法士には使用が許可されておらず、写真撮影では肌を露出する必要があり、被験者の同意を得ることが困難な場合が多い。

近年、脊柱の彎曲角度を被験者背部の体表面から測定できる Spinal Mouse (Idiag 社製, スイス) という測定機器が注目されている。この Spinal Mouse は比較的容易に脊柱彎曲角度を測定できることから多くの研究<sup>6-10)</sup>に使用され、Mannion ら<sup>11)</sup>や Poat ら<sup>12)</sup>は Spinal Mouse を使用し成人男性と成人女性を対象として信頼性の検討を行い、男性・女性ともに高い信頼性が得られたと報告している。しかしながら、両研究ともに肌の露出という問題は解決していない。我々が実施している、地域での調査や臨床場面においては、被験者が裸体になることに抵抗を感じ、測定ができない場合も少なくない。このような問題点があるにも関わらず、Spinal Mouse を使用して、裸体の場合と肌着 1 枚着用の場合で再現性にどの程度差があるのかを検討した報告は見当たらない。

そこで本章の目的は、Spinal Mouse を使用して脊柱彎曲角を測定し、裸体と肌着での測定で再現性に差があるか否かを検討することとした。

## 第 2 節 方法

### 1. 対象

体幹・下肢に病的な機能障害が認められない A 大学に在学中の男子学生 20 名（年齢： $22.4 \pm 6.8$  歳、身長： $168.6 \pm 4.7$ cm、体重： $64.8 \pm 6.7$ kg）とした。対象者には研究の趣旨と内容や得られたデータは研究目的以外には使用しないこと、および個人情報の取り扱いには十分に配慮することを説明し、了承を得たうえで実施した。また、本研究は目白大学倫理委員会の承認を受けて実施した。

### 2. 方法

脊柱彎曲角は Spinal Mouse を使用し、裸体の場合と肌着 1 枚着用の場合（以下肌着）を各 2 回ずつ測定し、測定順はランダムとした。測定肢位は安静立位とし、第 7 頸椎から第 3 仙椎までの棘突起上にセンサー部を当て、頭側から尾側へ移動させて測定した。今回分析に使用したのは、第 1 胸椎と第 12 胸椎で作られる胸椎後彎角、および第 1 腰椎と第 5 腰椎で作られる腰椎前彎角とした（図 6）。なお、肌着の測定時には、各棘突起を触診しながら慎重に Spinal Mouse を操作した。

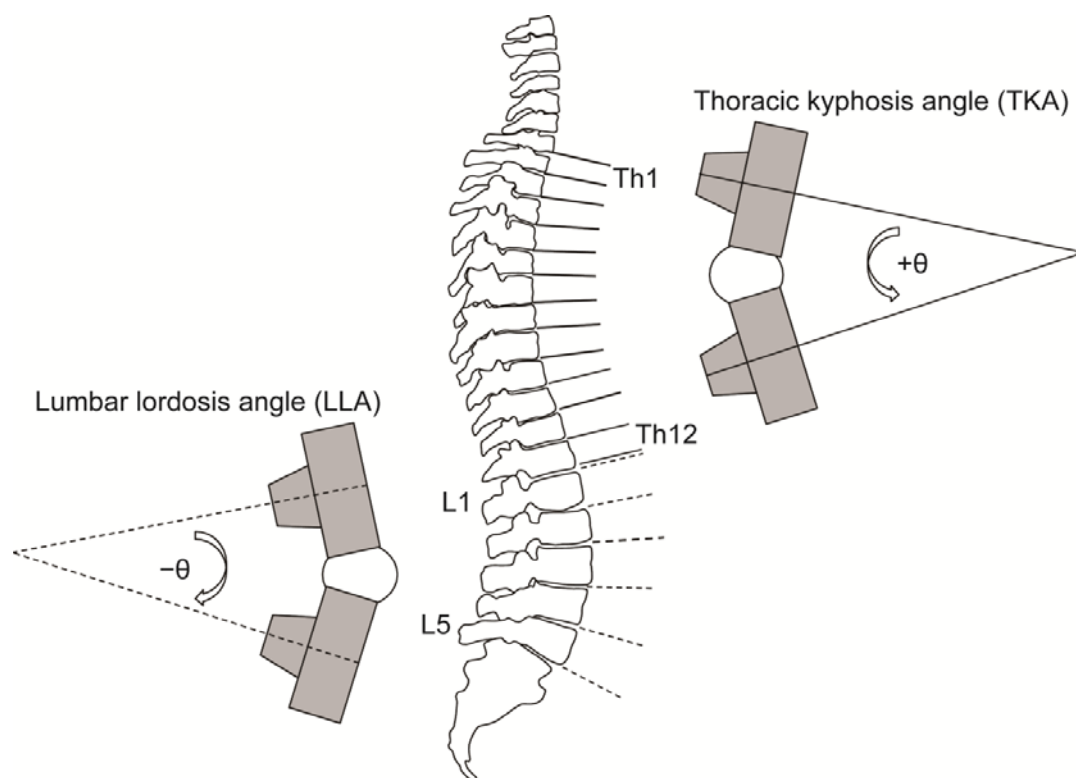


図6：Spinal Mouseによる脊柱彎曲角測定方法

胸椎後彎角と腰椎前彎角の算出方法を示す。胸椎は1番から12番の各椎間がなす角度の総和を胸椎後彎角としている。腰椎は1番から5番の各椎間がなす角度の総和を腰椎前彎角としている。

### 3. 統計処理

統計処理は、SPSS version17.0 for Windows を使用し、裸体と肌着の再現性については、検者内級内相関係数（Intraclass Correlation coefficient, 以下 ICC）によって検討した。また、裸体と肌着の脊柱彎曲角の比較には、対応のある t 検定を用い危険率 5% 未満を有意とした。

### 第 3 節 結果

再現性の結果を表 1 に示す。胸椎後彎角は、裸体 1 回目が平均  $33.4 \pm 7.3$  度（最低値 22 度，最高値 48 度）、2 回目が平均  $33.3 \pm 7.1$  度（最低値 23 度，最高値 48 度）であり、2 群間に有意差は認められなかった。また ICC は 0.974 であり高い再現性を示した。肌着 1 回目が平均  $35.1 \pm 8.0$  度（最低値 16 度，最高値 46 度）、2 回目が平均  $34.4 \pm 7.9$  度（最低値 14 度，最高値 47 度）であり、2 群間に有意差は認められなかった。また ICC は 0.892 で良好な再現性を示した。

腰椎前彎角は、裸体 1 回目が平均  $18.8 \pm 4.7$  度（最低値 11 度，最高値 28 度）、2 回目が平均  $19.5 \pm 4.7$  度（最低値 8 度，最高値 26 度）であり、2 群間に有意差は認められなかった。また ICC は 0.939 であり高い再現性を示した。肌着 1 回目が平均  $20.1 \pm 6.8$  度（最低値 9 度，最高値 30 度）で 2 回目が平均  $21.2 \pm 5.4$  度（最低値 9 度，最高値 30 度）であり、2 群間に有意差は認められなかった。また ICC は 0.883 で良好な再現性を示した。

表 1：測定値の再現性

		1回目	2回目	ICC	95%信頼区間
胸椎後彎角(度)	裸	$33.4 \pm 7.9$	$33.3 \pm 7.1$	0.974	0.938-0.989
	肌着	$35.1 \pm 8.0$	$34.4 \pm 7.9$	0.892	0.754-0.955
腰椎前彎角(度)	裸	$18.8 \pm 4.7$	$19.5 \pm 4.7$	0.939	0.855-0.974
	肌着	$20.1 \pm 6.8$	$21.2 \pm 5.4$	0.883	0.728-0.934

平均 ± 標準偏差，ICC = Intraclass correlation coefficient

測定値を裸体と肌着で比較すると、胸椎後彎角において裸体が平均  $33.3 \pm 7.1$  度、肌着が平均  $34.8 \pm 7.9$  度であり、有意差は認められなかった。腰椎前彎角においては、裸体が平均  $19.1 \pm 4.6$  度、肌着が平均  $20.6 \pm 5.9$  度であり、有意差は認められなかった（表 2）。

表 2：裸と肌着の脊柱彎曲角の比較

	裸	肌着	p値
胸椎後彎角(度)	$33.3 \pm 7.1$	$34.8 \pm 7.9$	0.74
腰椎前彎角(度)	$19.1 \pm 4.6$	$20.6 \pm 5.9$	0.69

平均±標準偏差

胸椎後彎角・腰椎前彎角において、肌着の平均値から裸体の平均値を引くと、胸椎および腰椎ともに 1.5 度であり、この差が胸椎後彎角・腰椎前彎角に占める割合は、胸椎後彎角が 4% で腰椎前彎角が 8% であった。

#### 第 4 節 考察

加齢に伴う脊柱変形は、胸椎の後彎が最も多いと報告されている<sup>4,6)</sup>。また脊柱彎曲角が歩行や下肢筋力などの身体機能に及ぼす影響についても報告されている<sup>6,7)</sup>。これらのことから、脊柱変形を測定する意義は高く、測定が容易に行えることは重要と考えられる。

そこで本章は、皮膚表面から脊柱の矢状面アライメントを計測できる **Spinal Mouse** を使用して、裸体の場合と肌着 1 枚着用している場合で再現性に差があるか否かを検討した。その結果、胸椎後彎角において ICC は裸体で 0.974、肌着で 0.892、腰椎前彎角の ICC は裸体で 0.939、肌着で 0.883 であり、ICC による再現性の解釈（0.8 以上が良好、0.9 以上が優秀）<sup>47,48)</sup> に基づくと、裸体では胸椎後彎角・腰椎前彎角ともに「優秀」であり、肌着では胸椎後彎角・腰椎前彎角ともに「良好」であった。裸体と肌着では ICC に差があり、裸体の場合の方が再現性は高かったが、肌着でも ICC は 0.8 後半であり、研究調査や臨床場面で使用するには問題ない再現性であることが確認された。

次に裸体と肌着の脊柱彎曲角を比較すると、胸椎後彎角・腰椎前彎角ともに有意差は認められなかった。また、裸体と肌着の測定値の差は、胸椎後彎角・腰椎前彎角ともに 1.5 度であった。Mannion ら<sup>11)</sup> の研究結果における裸体での測定値の差は、胸椎後彎角で約 1 度、腰椎前彎角で約 0.5 度であり、本研究結果と近似した値を示した。このことから、裸体になることが困難な場合には肌着着用でも信頼できる測定値が得られることが示唆された。

これらの知見から、**Spinal Mouse** を使用して肌着のような薄手の被服を着用した状態でも脊柱彎曲角を客観的かつ容易に測定できることが確認された。

## 第 5 節 まとめ

本章は、Spinal Mouse の脊柱彎曲角の再現性についてこれまで先行研究で行われた裸体での測定に加え、肌着を着用した状態での測定の再現性を検討した。その結果、裸体とともに肌着を着用した状態でも十分に信頼できる値が得られることが明らかになった。

第4章 地域在住男性高齢者の矢状面脊柱アライメント  
と身体機能との相関関係  
—矢状面脊柱アライメントと下肢筋力が歩行能力の  
予測因子となり得るか？—



## 第1節 目的

人間の脊柱は生理的彎曲により成り立っている。過去の研究では、健常人においてバランスのとれた姿勢を維持するには、矢状面脊柱アライメントの維持の重要性を報告している<sup>16-20)</sup>。しかし、年齢を重ねるに従って生理的彎曲が変形を起こす。これに骨粗鬆症などの疾患が重なることでその変形度合いは強くなる。この様に高齢者特有の脊柱変形については、骨粗鬆症を起因する脊椎圧迫骨折後の胸椎後彎増大に関する研究が報告されている<sup>21, 23, 37)</sup>。しかしながら、多くの高齢者は脊椎圧迫骨折等の既往が無いにもかかわらず **hyperkyphosis** と評される異常な姿勢をとっている<sup>38)</sup>。このような異常姿勢は、寝たきりや歩行能力の低下など複数の健康への悪影響を及ぼしていることが示唆されている<sup>27, 38, 39)</sup>。また、矢上面脊柱アライメント異常は、胸椎後彎角増大と腰椎前彎角減少し、骨盤後傾位を取ることで、股関節と膝関節が屈曲位となる姿勢になってしまい<sup>40, 41)</sup>、大腿四頭筋や背筋群の筋力が発揮しづらい状況となり、結果的に歩行能力低下につながるとされている<sup>28, 42)</sup>。したがって高齢者の異常姿勢と身体機能の関係を明らかにすることは、異常姿勢の予防やトレーニングをすることで身体機能の向上につながると考えられる。しかし、これまでの矢状面脊柱アライメントの研究は、骨粗鬆症を起因する脊椎圧迫骨折患者を対象にしたものが多いことから必然的に高齢女性を対象とした研究が多く高齢男性を対象とした研究は少ない<sup>22, 27, 28-32)</sup>。

このように高齢者にとっての矢状面脊柱アライメントと歩行能力を中心とする身体機能は **QOL** を維持するために重要な要素と考えられる。しかし、矢状面脊柱アライメントと身体機能の関係について検討した研究は少なく、男性高齢者を対象としていない場合が多い。しかし、高齢化社会を迎えた現在、男性高齢者を対象とした研究が必要と思われる。

本章の目的は、男性高齢者を対象として矢状面脊柱アライメントと身体機能との相関関係をしらべるとともに矢状面脊柱アライメントと下肢筋力が歩行能力の予測因子として当てはまるか否かを明らかにすることである。

## 第 2 節 方法

### 1. 対象

対象は福岡県 F 町の高齢者交流事業に参加登録している 65 歳以上の高齢者 634 名のうち、平成 19 年 8 月から平成 22 年 9 月に実施した健康調査に参加した 587 名の高齢者の中から、本研究で使用した測定項目全てを測定出来た男性高齢者 124 名とした。対象者の平均年齢は  $73.0 \pm 7.2$  歳であり、平均身長は  $159.4 \pm 15.4$ cm、平均体重は  $59.4 \pm 8.8$ kg であった。

対象者は自家用車や自転車、あるいは徒歩によって自ら調査に参加できる程度に自立した高齢者であり、要介護認定を受けた者や重度の認知症が疑われる者 (Mini-Mental State Examination ; MMSE で 20 点以上)、および脳血管障害や関節リウマチなどによる典型的な身体障害を有する者はいなかった。なお、対象者には、研究の趣旨と内容、得られたデータは研究目的以外には使用しないこと、および個人情報の取り扱いには十分に配慮することを説明し、理解を得た上で協力を求めたが、研究への参加は自由意志であり、被験者にならなくても不利益にならないことを口答と書面で説明し、了承を得たうえで測定を実施した。また、本研究は早稲田大学倫理委員会の承認を受けて実施した (承認番号 2009-055)。

### 2. 方法

測定項目は、矢状面脊柱アライメント、最大歩行速度 (Maximum walk speed : Maximal WS)、Timed Up and Go test (TUG)、10m 障害物歩行時間 (10-m obstacle walking time)、6 分間歩行距離テスト (6-minute walk distance : 6-min walk)、最大膝伸展筋力 (Knee extensor strength)、バランステストとして開眼片足立ち保持時間 (Balance test : Balance time) とした。

脊柱アライメントの測定には、Spinal Mouse (Idiag AG, Switzerland) を使用した (図 5)。この Spinal Mouse での測定は、従来の脊柱可動域測定と比較して非常に簡便でありまた、信頼性が高い<sup>11, 12)</sup> ことから採用した。測定肢位は安静立位とし、第 7 頸椎から第 3 仙椎までの棘突起上にセンサー部を当て、頭側から尾側へ移動させて脊柱アライメントを測定した。今回分析に使用したのは、第 1 胸椎と第 12 胸椎で作られる胸椎後彎角(度)(thoracic kyphosis angle:TKA)、第 1 腰椎と第 5 腰椎で作られる腰椎前彎角(度)(lumbar lordosis angle:LLA)であった(図 6)。角度表示は、後彎角をプラス表示、前彎角をマイナス表示とした(図 6)。脊柱アライメントの測定は 3 回実施し、その平均値を採用した。

Maximal WS は、5m の測定区間を中間に含む 11m の平地を最速で歩行するよう指示し、2 回試行して得られた速度 (m/sec) を算出した。なお、計測にはストップウォッチを使用し、各試行間は 3 分間とした。

10-m obstacle walking time は、スポンジ製の高さ 20cm の障害物が、2m 間隔で 6 個設置された 10m の直線の最速歩行とした。所要時間 (sec) をストップウォッチにて 2 回測定し、その最短時間を代表値とした。各試行間は 3 分間とした。

TUG は、Podsiadlo ら<sup>49)</sup> の方法に従って、椅子座位から立ち上がり、3m 先の目標物で方向転換し着座するまでの時間 (sec) とした。計測はストップウォッチを使用した。2 回測定し、その最速時間を代表値とした。

6-min walk は、1 周 30 m の室内スペースを利用し、6 分間にできる限り長い距離を歩くよう指示し、その歩行距離を 1m 単位で測定した。

Knee extensor strength の測定は、ハンドヘルドダイナモメーター(μTas F-1 アニマ社製)を使用し、椅子座位で膝関節 90 度屈曲位の被験者に対し、左右 2

回ずつ行った。その最大値を大腿四頭筋筋力値 (kg) とした。各試行間は 3 分間とした。

Balance time の測定は、開眼片足立ち位で姿勢保持できる時間を 120 秒を上限としてデジタルストップウォッチを使用して左右 2 回ずつ行い、その最長時間を代表値とした。この際、被験者に裸足になること、両上肢は軽く体側につけること、2m 前方の視線と同じ高さの点を注視することを指示した。

### 3. 統計処理

統計処理は、各測定値の関連についてピアソンの相関係数を使用した。また各歩行能力と TKA、LLA の関係性を検討するために、従属変数を各歩行能力、独立変数に TKA、LLA、Knee extensor strength、Balance time を投入したステップワイズ法による重回帰分析を行った。統計解析には SPSS 18.0 (SPSS Japan, Tokyo, Japan) を用い、危険率 5% 未満を有意とした。

### 第 3 節 結果

全て測定項目が安全に行われ、有害な事象は報告されなかった。各測定値の平均値と標準偏差は、MMSE  $26.6 \pm 3.8$  点、TKA  $35.8 \pm 9.7$  度、LLA  $-13.1 \pm 9.3$  度、Maximal WS  $2.2 \pm 0.8$  m/s、10-m obstacle walking time  $7.1 \pm 4.3$  秒、TUG  $5.6 \pm 3.4$  秒、6-min walk  $467.4 \pm 97.9$  m、Knee extensor strength  $38.7 \pm 10.7$  kg、Balance time  $39.3 \pm 37.7$  秒であった（表 5）。

表 5 : 各測定項目と対象者の組成 (n=124)

Measurement	Mean	SD
Age (year)	73.0	7.2
Height (cm)	159.4	15.4
Weight (kg)	59.4	8.8
MMSE	26.6	3.8
TKA (°)	35.8	9.7
LLA (°)	-13.1	9.3
Maximal WS (m/sec)	2.2	0.8
10-m obstacle walking time (sec)	7.1	4.3
TUG (sec)	5.6	3.4
6-min walk (m)	467.0	97.9
Knee extensor strength (kg)	38.7	10.7
Balance time (sec)	39.3	37.7

相関関係は、TKA については LLA のみに有意な相関を認め ( $r=-0.36, p<0.01$ )、  
 その他は認められなかった。LLA と有意な相関が認められたのは、相関係数の  
 絶対値が高い順に Maximal WS ( $r=-0.53, p<0.01$ )、10-m obstacle walking  
 time ( $r=0.43, p<0.01$ )、Knee extensor strength ( $r=-0.40, p<0.01$ )、6-min  
 walk ( $r=-0.37, p<0.01$ )、TUG ( $r=0.36, p<0.01$ )、Balance time ( $r=-$   
 $0.31, p<0.05$ ) であった (表 6)。

表 6 : 各測定項目間の相関分析 (n=124)

	TKA	LLA	Maximal WS	10-m obatacle walking	TUG	6-min walk	Knee extensor strenght	Balance time	Age	Height
LLA	-0.36**	-								
Maximal WS	0.08	-0.53**	-							
10-m obatacle walking	0.08	0.43**	-0.72**	-						
TUG	0.17	0.36**	-0.58**	0.62**	-					
6-min walk	-0.09	-0.37**	0.54**	-0.58**	-0.59**	-				
Knee extensor strenght	-0.08	-0.40**	0.54**	-0.63**	-0.60**	0.64**	-			
Balance time	-0.04	-0.31*	0.40**	-0.37**	-0.41**	0.43**	0.53**	-		
Age	-0.02	0.05	0.02	-0.06	-0.02	0.04	0.03	0.03	-	
Height	-0.12	0.03	0.17	-0.23	-0.14	0.12	0.07	0.02	-0.15	-
Weight	0.01	-0.11	-0.04	0.02	0.06	0.02	-0.12	-0.04	-0.31*	0.29*

Data represent Pearson's correlation coefficient ( r ) . \*\*p<0.01, \*p<0.05

ステップワイズ法による重回帰分析により、各歩行能力に影響を及ぼす因子として抽出された項目は、LLA と Knee extensor strength の 2 項目であった。Maximal WS では LLA ( $p < 0.01, \beta = -0.53$ )、Knee extensor strength ( $p < 0.01, \beta = -0.53$ )、10-m obstacle walking time では LLA ( $p < 0.01, \beta = 0.40$ )、Knee extensor strength ( $p < 0.01, \beta = -0.55$ )、TUG では LLA ( $p < 0.05, \beta = 0.31$ )、Knee extensor strength ( $p < 0.01, \beta = 0.60$ )、6-min walk では LLA ( $p < 0.01, \beta = -0.35$ )、Knee extensor strength ( $p < 0.01, \beta = 0.61$ ) であった (表 7)。図 6、図 7 に Knee extensor strength と LLA と各歩行能力と balance time の散布図を示す。

表 7 : 重回帰分析

従属変数	独立変数	$\beta$	有意差 ( $p$ )	自由度調整済み決定係数
Maximal WS	LLA	-0.53	0.01	0.487
	Knee extensor strength	0.60	0.01	
10-m obstacle walking	LLA	0.40	0.01	0.402
	Knee extensor strength	-0.55	0.01	
TUG	LLA	0.31	0.05	0.368
	Knee extensor strength	-0.60	0.01	
6-min walk	LLA	-0.35	0.01	0.404
	Knee extensor strength	0.61	0.01	



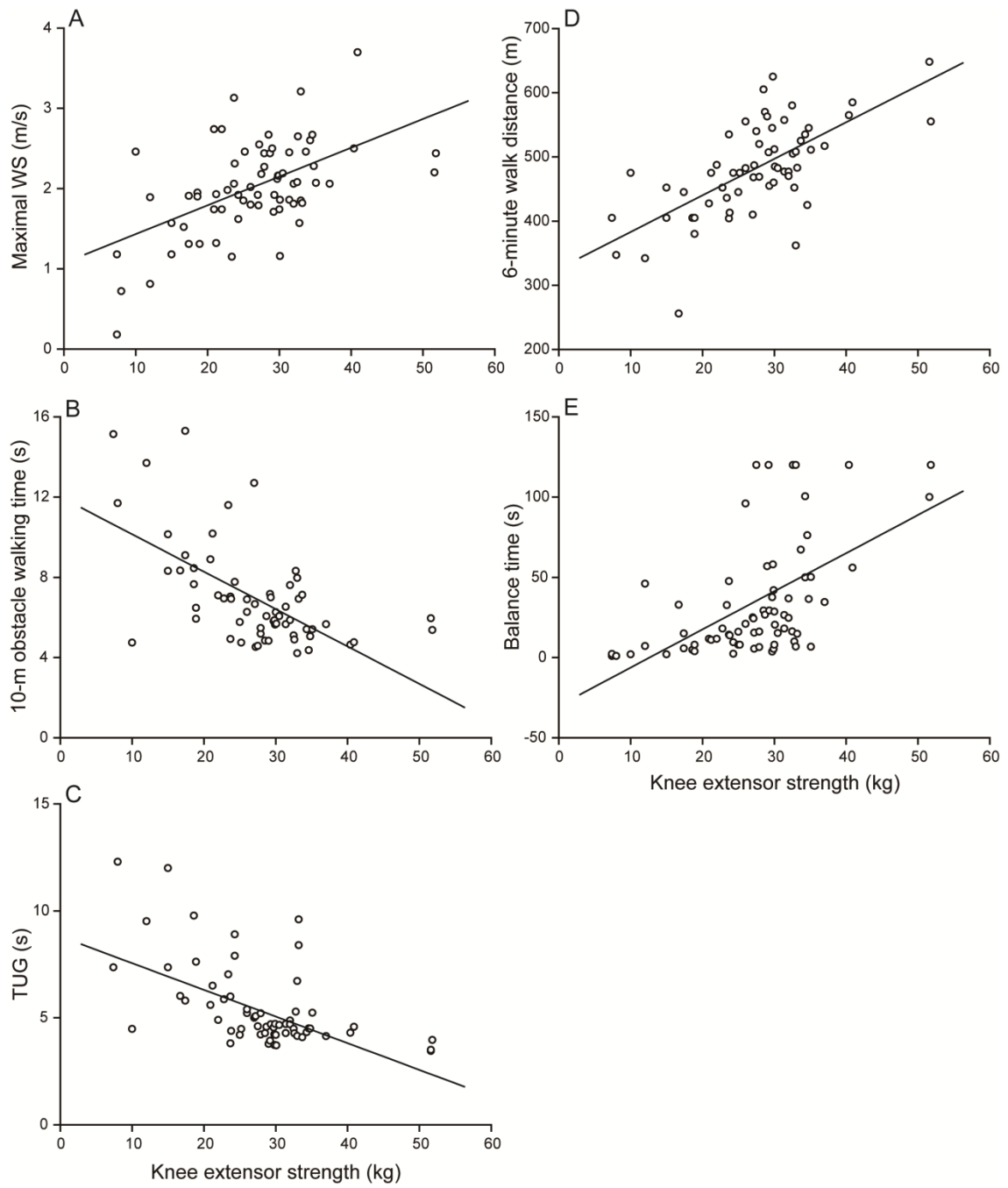


図 6 : 膝伸展筋力と各歩行能力と Balance テストの散布図

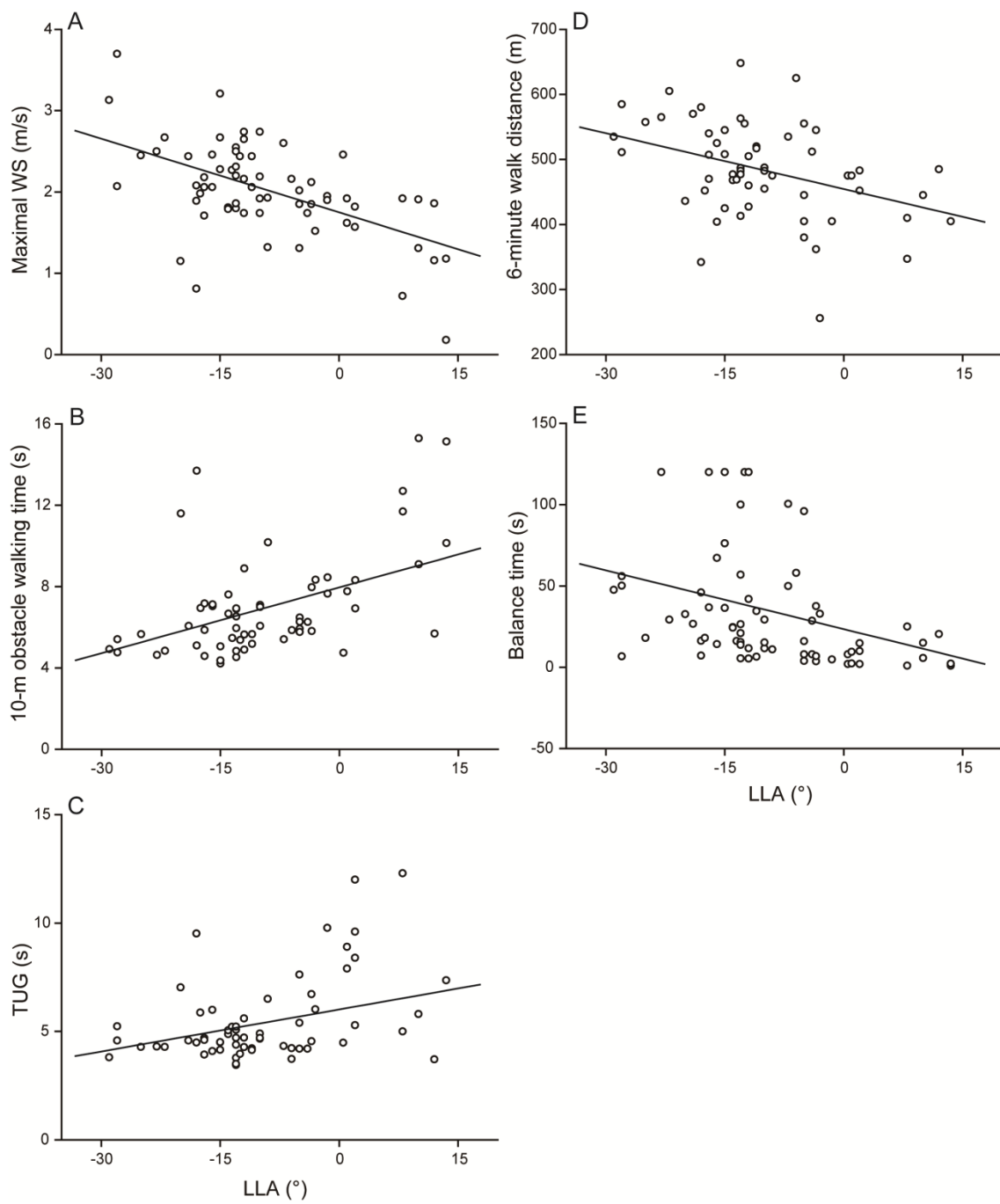


図 7 : LLA と各歩行能力と Balance テストの散布図

#### 第4節 考察

加齢に伴う矢状面脊柱アライメント変化と身体機能低下について検討することは、これまでの研究から見ても意義深いものである。しかも男性高齢者を対象とする研究が少ない事からも、興味深い研究と考えられる。本章は、地域在住男性高齢者を対象として歩行能力と矢状面脊柱アライメントの関係について検討した。その結果、LLAは計測した各歩行能力と **Knee extensor strength**、**Balance test** と有意な相関を示した。また、重回帰分析の結果、各歩行能力に影響を与える因子として LLA と **Knee extensor strength** が抽出された。

高齢者の歩行能力に関しては、**Brown** ら<sup>50)</sup> は膝関節伸展筋力と歩行能力は相関すると報告し、**Rantanen** ら<sup>51)</sup> は脚伸展筋力と歩行速度は高齢者の自立に関係していると述べている。また、**Judge** ら<sup>52)</sup> は膝伸展筋の筋力増強が歩行速度の増加につながると報告している。本研究でも各歩行能力は **Knee extensor strength** と有意な相関を示したことはこれらの報告と一致する結果であった。

歩行能力と矢状面脊柱アライメントの関係について **Imagama** ら<sup>53)</sup> は脊柱後彎は歩行能力と関連していると報告し、**Ryan** ら<sup>54)</sup> も同様の報告をしている。また **Sarwahi** ら<sup>42)</sup> は **Flat back** 患者 21 名と健常者の歩行速度を比較し、**Flat back** 患者は健常者の 61% の歩行速度しかなかったと報告している。本研究においても LLA も各歩行能力と有意な負の相関を認めており、先行研究と同様の結果であった。つまり、LLA が減少すれば歩行能力が低下することが示唆された。高齢者の脊柱変形は **TKA** が最も増大し、その彎曲の頂点が下方に下がることによる彎曲の範囲増大により、LLA の減少が生じる<sup>55)</sup>。さらに、その代償として頸椎の前彎は増強し、LLA が減少して力学的平衡を保つ。また、骨盤は後傾位をとるようになる。このような姿勢では、膝関節が屈曲位をとる

ことになる。したがって、通常重心線は膝関節の前方を通過するが、LLAが減少した高齢者では重心線は膝関節の後方に位置することとなる。この結果、筋群では背筋群、大腿直筋、腓腹筋が過剰に働き、筋の易疲労性などをもたらし、二次的に筋力の低下を引き起こすと考えられる。Taeら<sup>56)</sup>は、LLAが減少すると背筋群の筋力が11.7%低下すること報告している。また、Mangioneら<sup>57)</sup>は腰椎後彎の増強は股関節周囲筋の筋力低下をもたらすと報告している。このように男性高齢者においては骨粗鬆症が無いにも関わらず腰椎前彎角減少という変形が明らかになり、下肢筋力低下や歩行速度低下につながっていることが示唆された。

各歩行能力に影響を及ぼす因子として **Knee extensor strength** と **LLA** が抽出された。**Knee extensor strength** と歩行速度の関係については正の相関関係が成立することは先行研究から明らかにされている。また、**10-m obstacle walking time**、**TUG**、**6-min walk** と **Knee extensor strength** の関係についても **10-m obstacle walking time**、**TUG**、**6-min walk** が歩行速度に依存することを考えれば当然の結果と思われる。

**TKA** と歩行能力には相関関係が示されなかった。本章結果からこの関係を明らかにするのは困難である。しかし考えられる理由として、日本人女性高齢者の脊柱変形の多くは **TKA** の増大であることが示されているが、男性高齢者では **TKA** 増大は多くないことと今回の対象者が健康高齢者だったことが考えられる。しかし、この関係については今後も検討が必要と考えられた。

バランステストは **TKA** 以外の測定項目に相関関係を認めた。**LLA** との関係について、腰椎が後彎傾向を呈すると骨盤が後傾し、重心線は膝関節の後方を通過することになる。したがって、片足立ちを保持しようとする、膝伸展筋に大きな負荷が掛かることが考えられる。従って **LLA** と片足立ち保持時間は負

の相関を示したと考えられる。また、バランス能力と歩行能力の関係については、Araiら<sup>58)</sup>は Balance time と Maximal WS は相関関係が認められると報告している。また、下肢筋力と Balance time の関係についても相関関係が認められている。これらの報告は本研究結果と一致している。Balance time と Maximal WS に相関関係が認められることから<sup>59, 60)</sup>、本章において TUG、10-m obstacle walking time、6-min walk の測定項目と Balance time に相関関係を認められたことは、妥当な結果と考えられた。

本研究で LLA が抽出されたことは注目されるべき事柄である。これまで脊柱変形と身体機能に関する研究は転倒のリスクに関する報告<sup>30)</sup>や QOL に関する研究<sup>21, 23, 37)</sup>が認められるが、これらは高齢女性を対象とした研究である場合が多い。本章は男性高齢者を対象とし、その歩行能力に着目して LLA との関係を示した。このような研究は少ないことから、今後貴重なデータになりうると考えられる。歩行速度は生存率に関連しているとする研究も認められる<sup>61, 62)</sup>。このように歩行能力は、高齢者の QOL を維持する上で最も重要な基本動作能力であることは疑いのことである。これらのことから矢状面脊柱アライメントを理想的な位置に保つことが重要と思われる。そのためには、Knee extensor strength 強化トレーニング共に LLA 減少予防に対するアプローチが必要と思われる。

今後の研究課題として、本研究の対象は健康度の高い高齢者であり、また一部地域の男性に限定したため、今回の結果が要介護状態の高齢者を含むすべての男性高齢者に該当するとは限らない。また、脊柱アライメントの測定に Spinal Mouse を使用したが、それは静的なアライメントを計測するものである。よって、歩行能力測定など運動中の脊柱アライメントの変化を検討できないことが本章の限界である。また、本研究では R が 50%未満であったことに

ついて、そもそも歩行能力は膝関節伸展筋力だけで判断出来ず、股関節周囲筋や足関節周囲筋の影響も考慮する必要がある、それらを入れて検討モデルを構築すべきであった。しかしながら、臨床場面では膝関節伸展筋力が簡便かつ身体機能を反映している点で有益であることか膝関節伸展筋と被爆の危険性が無く測定できる **Spinal Mouse** を使用して関係を検討した点で有益であったと思われる。今後は、対象者数や対象とする身体機能レベルの範囲を増やし、本章結果を一般化することが課題である。

## 第 5 節 まとめ

本章は、地域在住男性高齢者の歩行能力と矢状面脊柱アライメントとの関係について検討した結果、LLA が各歩行能力と相関関係があることを明らかにした。また、各歩行能力に影響を与える因子として LLA と Knee extensor strength が抽出された。このことから LLA が歩行能力に影響を及ぼすことが示唆され、高齢者の評価項目の一つになる可能性があると思われる。

## 第 5 章 総合論議



人間の脊柱は、胎生期、新生児では一時彎曲のみで C 字型の彎曲をしている（矢状面）が、10 歳頃には逆 S 状の脊柱カーブ（いわゆる脊柱の生理的彎曲）が完成する。その後、加齢等の影響により様々な変化を生じてくる。脊柱の変形は外観上の異常を認めるだけではなく、脊柱およびその周囲に存在する脊髄、末梢神経、筋組織、靭帯、心臓、肺、消化管など全身に少なからず影響を与えていると考えられる。さらに高齢者の日常生活活動においても、精神心理面、起居移動動作など基本的動作能力に影響を及ぼしていると考えられる。

これまで、脊柱形状の評価で使用されているのは X 線撮影である。しかしながら被爆のリスクがあり、誰でも使用できる訳ではないので利便性に欠けている。本論文で使用した **Spinal Mouse** は体表面から脊柱彎曲角を測定ができ、携帯性も良いので地域在住高齢者の測定に適している。これまでの **Spinal Mouse** の先行研究から裸体での信頼性は確認されている。しかし、高齢者の調査や臨床場面では裸になることに抵抗をしめす方が認められ、測定を拒否されることがある。この問題を解決するために、肌着程度の被服を着用した状態での **Spinal Mouse** の信頼性を検討することを第一の研究として行った。その結果、肌着程度のものであれば着用して測定しても十分に信頼性のあるデータが得られることを確認した。この第一の研究から **Spinal Mouse** は臨床場面で脊柱彎曲角を簡便に測定でき、さらに信頼性のあるデータを採取することが可能と考えられた。

次に、第二の研究は、矢状面脊柱アライメントと身体機能との関係についてと矢状面脊柱アライメントと下肢筋力が男性高齢者の歩行能力を反映しているかを検討した。その結果、相関関係については胸椎後彎角よりも腰椎前彎角と身体機能は相関していることが示唆された。特に歩行能力に関する項目について相関関係が認められたことから、腰椎前彎角は歩行能力との関係が深いこと

考えられた。この結果を基に重回帰分析を行った結果、腰椎前彎角と下肢筋力は歩行能力を反映していることが示唆された。男性高齢者では骨粗鬆症が無いにも関わらず腰椎前彎角が減少し歩行能力に影響を及ぼしていることが明らかになった。

本研究で得られた知見は、男性高齢者のヘルスプロモーションおよび理学療法に貢献できる可能性が高いと思われる。また、人間科学の観点からも脊柱アライメントの重要性を再確認できる知見と考えられる。超高齢者社会を迎えようとする我が国では、高齢者の健康増進、予防医学の発展はなくてはならないものと考えられる。高齢者の ADL や QOL の維持に重要な要素である歩行能力を維持するために脊柱変形を予防することが重要と考えられる。そのためには、脊柱アライメントを整える理学療法や下肢筋力強化が必要と考えられる。

以上のように、本論文で明らかにされた結果は、脊柱アライメントが男性高齢者の身体機能に影響を及ぼすことについて、新たな知見を加え、今後の高齢者のヘルスプロモーションや理学療法プログラム、人間科学の基礎的知見として役立つことを切に願う。

## 謝辞

本論文の作成にあたり、懇切丁寧に指導して頂いた鈴木秀次教授に心から謝意を表します。本論文の内容に関する貴重な御指導、御助言を頂いた人間科学研究科の藤本浩志教授、竹中晃二教授に心より御礼申し上げます。本研究を進めるにあたり、多岐に渡って惜しみないご指導とご協力を賜りました京都橘大学の村田伸教授、神戸国際大学の堀江淳准教授に深い感謝の意を評します。そして、英語での論文投稿作成に悪戦苦闘していた際に、英文法だけでなく内容に関する得難い助言を頂いた University of Groningen の Tibor Hortobágyi 教授に厚く御礼申し上げます。

本研究を行うにあたり、福岡県田川郡福智町役場の職員の方々には、お忙しい中にも関わらず、日程調整や調査活動広報にご協力頂き感謝の意を表します。さらに、この調査研究に参加して頂いた高齢者の皆様方に厚く御礼申し上げます。そして、多岐にわたって協力頂いた早稲田大学人間科学部運動制御・バイオメカニクス研究室の大学院生や学部生の皆様に心より感謝します。特に、本研究にアドバイスを頂いた、同研究室出身の植松梓氏に心より深謝申し上げます。

最後に、博士課程での研究活動や調査出張で家を留守にしたり、家庭サービスを御座成りしていることについて、何も言わず学位取得に全面的に支援してくれた妻の美佐に深く感謝致します。また両親にも深く感謝致します。

## 研究業績

本論文の内容の一部は以下の学術雑誌に掲載されている。

1. 宮崎純弥、村田伸、大田尾浩、堀江淳、村田潤、鈴木秀次：2009 男性高齢者の矢状面脊柱アライメントと身体機能の関係．*理学療法科学*，24 卷，907－911 頁．
2. 宮崎純弥、村田伸、荒川千秋、鈴木秀次：2010 Spinal Mouseを使用した脊柱彎曲角度の再現性．*理学療法科学*，25 卷，223－226 頁．
3. 宮崎純弥、村田伸、堀江淳、鈴木秀次：2010 男性高齢者における30秒間の開眼片足立ち保持ができる意義．*理学療法科学*，25 卷，379－383 頁．
4. 宮崎純弥、村田伸、堀江淳、鈴木秀次：2010 高齢者の長座体前屈距離と脊柱可動性ならびに下肢伸展挙上可動域との関係．*理学療法科学*，25 卷，683－686 頁．
5. Junya Miyazaki, Shin Murata, Jun Horie, Azusa Uematsu, Tibor Hortobágyi, Shuji Suzuki : 2013 Lumbar lordosis angle (LLA) and leg strength predict walking ability in elderly males. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 56, 141-147.

本論文の内容の一部は以下の学会において発表されている。

(国内学会)

1. 宮崎純弥、村田伸、堀江淳、鈴木秀次：男性高齢者の片足立ち保持時間と身体機能の関連．第45回日本理学療法学会（2010年5月，岐阜市）  
*理学療法学*第37巻 大会特別号 O2-061

(国際学会)

- 1 . Miyazaki J、Murata S、Horie J、Suzuki S : Relation between spinal sagittal alignment and physical function of community-dwelling elderly men. American College of Sports Medicine 57th Annual Meeting, Baltimore, USA, Jun 1-5, 2010, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42(5) 1806
- 2 . Miyazaki J、Murata S、Horie J、Suzuki S : Relationship between 30-Second One-Leg standing time with eyes open and Physical Function of Elderly Men. *11th International Congress of the Asian Confederation for Physical Therapy*, Bali, Indonesia, Oct 10-13, 2010, Program pp74
- 3 . Miyazaki J、Murata S、Horie J、Suzuki S : Relationship between spinal sagittal alignment and physical function of community-dwelling elderly. *16th International World Confederation for Physical Therapy Congress*, Amsterdam, Netherland, June 20-23, 2011, program 306-14
- 4 . Miyazaki J、Murata S、Horie J、Suzuki S : Relationship between spinal sagittal alignment and physical function of community-dwelling elderly women. *EuroSpine* 2011, Mirano, Italy, Oct19-20, 2011, e-poster No78
- 5 . Miyazaki J、Murata S、Horie J、Hortobágyi T、Suzuki S : Lumbar lordosis angle predicts walking ability in community-dwelling elderly men. American College of Sports Medicine 59th Annual Meeting, SanFrancisco, USA, May30-Jun2, 2012, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 44(5) 1428

## 参考文献

- 1) 林 泰史：骨粗鬆症に対するリハ・アプローチ．*リハ医学*，1997，34：400 - 404.
- 2) 笠原とし子，渡辺英夫，笠原貴紀：関節可動域．*総合リハ*，1991，19：297 - 300.
- 3) Hageman PA, Blanke DJ：Comparison of gait of young women and elderly women. *Phys Ther*, 1980, 66: 1382-1387.
- 4) Murray MP, Kory RC, Clarkson BH：Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol*, 1969, 24: 169-178.
- 5) Winter DA, Patla AE, Frank JS, Walt SE：Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Phys Ther*, 1990, 70: 340-347.
- 6) 村田 伸，村田 潤，津田 彰：地域在住女性高齢者の足把持力と胸椎後彎角との関係．*理学療法科学*，2008，23：601-607.
- 7) 坂光徹彦，浦部幸夫，山本圭彦：脊柱後彎変形とバランス能力および歩行能力の関係．*理学療法科学*，2007，22：489-494.
- 8) 甲斐義浩，村田 伸，大田尾浩・富永浩一・松本武士・吉浦勇次・北嶋秀一・角典洋：地域在住女性高齢者の脊椎加齢変と下肢筋力との関連．*理学療法科学*，2009，24：45-48.
- 9) 城由起子，青木一治，友田淳雄：腰椎椎間関節症患者の脊柱アライメントと腰痛の関係．*理学療法科学*，2009，24：65-69.
- 10) Horie J, Murata S, Inoue Y, Nakamura S, Maeda Y, Matsumoto Y, Sannomiya T, Horikawa E：Study of the influence of the pulmonary function on the angles of thoracic kyphosis and lumber lordosis in community-dwelling elderly women. *J.Phys.Ther. Sci*, 2009, 21: 169-172.

- 11) Mannion AF, Knecht K, Balaban G, Dvorak J, Grob D : 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. *Eur Spine J*, 2004, 13: 122-136.
- 12) Post RB, Leferink VJM: Spinal mobility: sagittal range of motion measured with the spinal mouse, a new non-invasive device. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2004, 124:187-192.
- 13) 宝亀 登, 里見和彦 : スパイナルマウスによる日本人健常成人の姿勢分析. *東日本整災会誌*, 2004, 16 : 293-297.
- 14) Ripani M, Dicesare A, Giombini A, Agnello L, Fagnani F, Pigozzi F : Spinal curvature: comparison of frontal measurements with the spinal mouse and radiographic assessment. *J Sports Med Phys Fitness*, 2008, 48: 488-498.
- 15) Consmuller T, Rohlmann A, Weinland D, Druschel C, Duda G, Taylor W : Comparative evaluation of a novel measurement tool to assess lumbar spine posture and range of motion. *Eur Spine*, 2012, 21: 2170-2180.
- 16) Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, Grimard G, Vaz G, Dimnt J : Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J. Spinal. Disord. Tech*, 2005, 18: 40-47.
- 17) Janssen MMA, Drevelle X, Humbert L, Skalli W, Castelein RM : Differences in male and female spino-pelvic alignment in asymptomatic young adults. *Spine*, 2009, 34: E826-E832.
- 18) Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P :

- Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur. Spine. J*, 2007, 16: 227-234.
- 19) Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J : Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 2005, 30: 346-353.
- 20) Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P : Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J. Bone. Joint. Surg. Am*, 2005, 87: 260-267.
- 21) Miyakoshi N, Itoi E, Kobayashi M, Kodama H: Impact of postural deformities and spinal mobility on quality of life in postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos. Int*, 2003, 14: 1007-1012.
- 22) Miyakoshi N, Hongo M, Maekawa S, Ishikawa Y, Shimada Y, Itoi E : Back extensor strength and lumbar spinal mobility are predictors of quality of life in patients with postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos. Int*, 2007, 18: 1397-1403.
- 23) Hongo M, Itoi E, Sinaki M, Miyakoshi N, Shimada Y, Maekawa S, Okada K, Mizutani Y : Effect of low-intensity back exercise on quality of life and back extensor strength in patients with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos. Int*, 2007, 18: 1389-1395.
- 24) 森 論史 : 骨粗鬆症患者の椎体圧迫骨折, 脊柱変形と ADL 低下の関連.  
*日本腰痛会誌*, 2002, 8 : 58-63.
- 25) Katzman W, Vittinghoff E, Kado D: Age-related hyperkyphosis, independent of spinal osteoporosis, is associated with impaired mobility in older community-dwelling women. *Osteoporos. Int*. 2011,



22:85-90.

- 26) 大内尉義 : 骨粗鬆症の性差. *Clinical Calcium*, 2003, 13 : 1383.
- 27) Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, Barrett-Connor E, Greendale GA: Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women: a prospective study. *J. Am. Geriatr. Soc*, 2004, 52: 1662-1667.
- 28) Imagama S, Matsuyama Y, Hasegawa Y, Sakai Y, Ito Z, Ishiguro N, Hamajima N : Back muscle strength and spinal mobility are predictors of quality of life in middle-age and elderly males. *Eur. Spine. J*, 2011, 20: 954-961.
- 29) Mika A, Unnithan VB, Mika P : Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis. *Spine*. 2005, 30: 241-246.
- 30) Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, et al: Significant reduction in risk of falls and back pain in osteoporotic-kyphotic women through a Spinal Proprioceptive Extension Exercise Dynamic (SPEED) program. *Mayo Clin Proc*, 2005, 80: 849-855.
- 31) Tsauo JY, Chien MY, Yang RS : Spinal performance and functional impairment in postmenopausal women with osteoporosis and osteopenia without vertebral fracture. *Osteoporos. Int*, 2002, 13: 456-460.
- 32) Liu-Ambrose T, Eng JJ, Khan KM, Mallinson A, Carter ND, McKay HA : The influence of back pain on balance and functional mobility in 65- to 75-year-old women with osteoporosis. *Osteoporos. Int*, 2002, 13: 868-873.
- 33) Wiles P : Postural deformities of anteroposterior curves of the spine.

- Lancet* 2, 1937: 911-919.
- 34) 仲田和正, 岩谷 力, 関谷 仁 : 別冊整形外科 No12 高齢者の脊椎疾患, 高齢者の姿勢. 南江堂, 東京, 1987: 2-6.
- 35) Mckenzie RT : Exercise in Education and Medicine. *Saunders*, Philadelphia, 1923 : 145-168.
- 36) Cureton TK : The validity of antero-posterior spinal measurements. *Res Quart*, 1931, 2: 101-113.
- 37) Hogan, DB, 1987. Idiopathic gait disorder of the elderly. *Clin. Rehabil.* 1, 17-22.
- 38) Kado DM, Prenovost K, Crandall C : Narrative review: hyperkyphosis in older persons. *Ann. Intern. Med*, 2007, 147: 330-338.
- 39) Milne JS, Williamson J : A longitudinal study of kyphosis in older people. *Age. Ageing*, 1983, 12: 225-233.
- 40) Driscoll C, Aubin CE, Labelle H, Dansereau J : The relationship between hip flexion / extension and the sagittal curves of the spine. *Stud. Health. Technol. Inform*, 2008, 140: 90-95.
- 41) Barrey C, Roussouly P, Perrin G, Le Hues JC, : Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms. *Eur. Spine. J*, 2011, 20: Suppl 5, 626-633.
- 42) Sarwahi V, Boachie-Adjei O, Backus SI, Taira G : Characterization of gait function in patients with postsurgical sagittal (flatback) deformity: a prospective study of 21 patients. *Spine*, 2002, 27: 2328-2337.
- 43) 宮腰尚久, 本郷道生, 前川重人・石川慶紀・島田洋一・井樋栄二 : 骨粗鬆

- 症患者の QOL に対する背筋力と脊柱可動性. *Osteoporosis Japan*, 2006, 14 : 257-259.
- 44) 畠 邦晃, 中野哲雄, 越智龍弥・稲葉大輔・安岡寛理 : 健常女性と圧迫骨折を有する高齢女性の脊柱アライメントの検討. *Therapeutic Research*, 2008, 29 : 597-600.
- 45) 粕川雄司, 宮腰尚久, 石川慶紀 : 骨粗鬆症患者における脊柱可動性, 重心動揺および筋力の差異が転倒に及ぼす影響. *Geriatric Medicine*, 2006, 44 : 211-214.
- 46) 川田倫子, 谷 俊一, 石田健司・永野靖典・山本博司 : 高齢者の脊柱後彎と日常の活動性および生活の満足度. *骨・関節・靭帯*, 2006, 19 : 611-615.
- 47) 桑原洋一, 斎藤俊弘, 稲垣義明 : 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. *呼と循*, 1993, 41 : 945-952.
- 48) 今井 樹, 潮見泰蔵 : 理学療法研究における評価の信頼性の検査法. *理学療法学科*, 2004, 19 : 261-265.
- 49) Podsiadlo D, Richardson : The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatric Soc*, 1991, 39:142-148.
- 50) Brown M, Sinacore D.R, Host H.H : The Relationship of Strength to Function in the Older Adult. *J. Gerontol. A. Bio. Sci. Med. Sci*, 1995, 50: 55-59.
- 51) Ratanen T, Avela J : Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *J. Gerontol*, 1997, 52A: M225-M231.
- 52) Judge JO, Underwood M, Gennosa T : Exercise to improve gait velocity in the older persons. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, 1993, 74: 400-406.
- 53) Imagama S, Hasegawa Y, Matsuyama Y, Sakai Y, Ito Z, Hamajima N,

- Ishiguro N : Influence of sagittal balance and physical ability associated with exercise on quality of life in middle-aged and elderly people. *Arch. Osteoporos*, 2011, 6: 13-20.
- 54) Ryan SD, Fried LP : The impact of kyphosis on daily functioning. *J. Am. Geriatr. Soc*, 1997, 45: 1479-1486.
- 55) Takemitsu Y, Harada Y, Iwahara T, Miyamoto M, Miyatake Y, : Lumbar degenerative kyphosis. Clinical, radiological and epidemiological studies. *Spine*, 1988, 13: 1317-1326.
- 56) Tae SB, Museong M : Effect of lumbar lordotic angle on lumbosacral joint during isokinetic exercise: A simulation study. *Clin. Biomech*, 2010, 25: 628-635.
- 57) Mangione P, Senegas J : Sagittal balance of the spine. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice. Appar. Mot*, 1997, 83: 22-32.
- 58) Arai T, Obuchi S, Inaba Y, Shiba Y, Satake K : The relationship between physical condition and change in balance functions on exercise intervention and 12-month follow-up in Japanese community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr*, 2009, 48: 61-66.
- 59) Nagasaki H, Itoh H, Furuna T : A physical fitness model of older adults. *Aging*, 1995, 7: 369-397.
- 60) Daubeny M, Culham E : Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *J Am Geriate Soc*, 1999, 39: 142-148.
- 61) Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, Brach J, Chandler J, Cawthon P, Connor EB, Nevitt M, Visser M, Kritchevsky

S, Badinelli S, Harris T, Newman AB, Cauley J, Ferrucci L, Guralnik J :

Gait Speed and survival in older Adults. *JAMA*, 2011, 305: 50-58.

62) Hardy SE, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Studenski S :

Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J. Am. Geriatr. Soc*, 2007, 55: 1727-1734.