理学療法科学　23（5）：601–607，2008

■原　著

地域在住女性高齢者の足把持力と胸椎後彎角との関係

Relationship between Foot-Gripping Strength and Thoracic Spine Kyphotic Angle in Community-Dwelling Elderly Women

村田　伸[1)]*　　村田　潤[2)]　　津田　彰[3)]

SHIN MURATA[1)]*, JUN MURATA[2)], AKIRA TSUDA[3)]

[1)] Department of Physical Therapy, Faculty of Health Care Science, Himeji Dokkyo University
**Present address: Faculty of Rehabilitation Sciences, Nishikyushu University: 4490–9 Oshaki, Kanzaki-machi, Kanzaki-city, Saga 842-8585, Japan. TEL +81 952-52-4191*
[2)] Department of Health Sciences, Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University
[3)] Department of Psychology, Kurume University

Rigakuryoho Kagaku 23(5): 601–607, 2008. Submitted Mar. 17, 2008. Accepted May 26, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated the relationship between foot-gripping strength (FGS) and the thoracic spine kyphotic angle (TKA) in community-dwelling elderly women. [Subjects] The subjects were 37 community-dwelling women: average age, 74.7 ± 5.9 years. [Methods] We measured FGS and TKA together with one leg standing time, and investigated them using correlation and covariance analyses. [Results] Significant relationships were found between each of FGS, TKA and one leg standing time; as TKA increased, FGS decreased and one leg standing time shortened. Furthermore, when we compared low and high value groups of TKA, even after adjusting for age, the relationship with FGS and one leg standing time was still shown. [Conclusion] The results suggest that elderly women with large TKA have poor FGS and a lowered standing balance ability.
Key words: community-dwelling elderly women, foot-gripping strength, thoracic spine kyphotic angle

要旨：〔目的〕高齢者女性の足把持力と胸椎後彎角との関連性を検討した。〔対象〕地域在住の高齢者女性37名（平均74.7±5.9歳）である。〔方法〕足把持力，胸椎後彎角，片足立ち保持時間などを測定し，相関分析や共分散分析を用いて検討した。〔結果〕足把持力と胸椎後彎角ならびに片足立ち保持時間の三者には互いに有意な相関が認められ，胸椎後彎角が大きいほど足把持力が弱く，片足立ち保持時間が短いという関係が認められた。さらに，胸椎後彎角高値群と低値群の2群間の比較から，年齢を調整しても胸椎後彎角と足把持力ならびに片足立ち保持時間との関連が示された。〔結語〕胸椎後彎角が大きい高齢者女性は足把持力が弱く，立位バランスが低下していることが示唆された。
キーワード：地域在住女性高齢者，足把持力，胸椎後彎角

[1)] 姫路獨協大学　医療保健学部理学療法学科
* 現所属：西九州大学　リハビリテーション学部：佐賀県神埼市神埼町尾崎4490-9（〒842-8585）TEL 0952-52-4191
[2)] 長崎大学大学院　医歯薬学研究科
[3)] 久留米大学　文学部心理学科

受付日　2008年3月17日　　受理日　2008年5月26日

I. 緒 言

高齢者にとって，転倒による外傷や骨折は日常生活を著しく低下させ[1]，要介護状態を引き起こす原因になりやすく[2]，それに伴う医療費や介護保険料などの経済的問題に波及している。

また，高齢者の転倒は身体面の低下ばかりでなく，生活の質（Quality of Life ; QOL）をも低下させる[3-5]。これらのことから，地方自治体レベルでの転倒予防事業が積極的に行われるようになり[6]，2000年に行われた全国調査[7]によれば，84%の市町村で「高齢者の転倒予防を目的とした保健事業」を行ったと回答している。

また，高齢者の転倒予防に関連した先行研究では，転倒の発生要因に関する研究が数多く行われてきた[8-19]。それらは，内的要因（個人の能力）[8-17]と外的要因（環境）[18,19]に分類して行われることが多い。ただし，外的要因である生活環境は，環境そのものが転倒の原因になるわけではなく，内的要因である身体機能の変化（老化）が環境に適応できないために転倒すると考えられるため，とくに内的要因に関する研究が積極的に行われている。例えば，大腿四頭筋や大腰筋，前脛骨筋などの下肢筋力との関連[8-10]，足底の感覚入力との関連[11,12]などが報告されている。なかでも，それら筋群や足底感覚の作用によって調整される立位姿勢保持能力との関連について，繰り返し報告[8,13-17]されてきた。

高齢者が安定した立位姿勢を保持するためには，足把持力が重要である。足把持力とは地面を足指・足底で掴む力であり，短母趾屈筋，長母趾屈筋，虫様筋，短趾屈筋，長趾屈筋などの作用により起こる複合運動である。この足把持力は高齢者の立位バランスや転倒との関連性からその重要性が報告[20-22]されてきた。我々は，高齢者でも把持しやすい独自の足把持力測定器を考案し[23]，その測定器を用いて，在宅高齢者の足把持力低下が転倒を引き起こす重大な要因であることを横断的な後ろ向き研究[24,25]ならびに縦断的な前向き研究[26]によって明らかにした。例えば，110名の在宅障害高齢者を対象とした研究[25]では，各種身体機能ならびに注意機能を測定し，過去1年間の転倒の有無との関連について分析した。その結果，転倒の発生と足把持力および注意力の低下が有意に関連していた。さらに，その110名のうち1年間の追跡調査が行えた90名を対象に，転倒の有無について1年間の前向き調査を実施した[26]。その結果，注意機能の低下とともに足把持力の低下が，転倒を引き起こす重大な要因となっていることを見出した。

また，足把持力について性差や年代別の特徴を比較検討した結果，足把持力には性差が認められ，女性高齢者の足把持力は男性高齢者の約65%に過ぎないこと，さらに，加齢に伴い徐々に弱化が認められること，とくに80歳以上でその低下が著しいことなどが見出された[27]。

一方，安藤ら[28]や岡田ら[29]の研究によると，高齢者特有の脊柱後彎姿勢は，対象とした高齢者の約60%に認められたと報告されている。さらに，山口ら[30]は脊柱後彎姿勢のなかでも最も彎曲が著明なのは，胸椎後彎角の増大であったと報告している。また，Hoganら[31]や高井ら[32]は，胸椎後彎角の増大がとくに高齢者のなかでも後期高齢者の女性に顕著に認められると述べている。さらに，この胸椎後彎角の増大は立位バランスの低下を引き起こし[33]，転倒の危険因子となることも報告[34,35]されている。

このように足把持力の低下と胸椎後彎角の増大は，ともに高齢者の立位バランスの低下を引き起こす要因であるとされるが，それらの関連について検討した研究は見当たらない。そこで本研究では，地域在住女性高齢者の足把持力と胸椎後彎角を測定し，それらの関連性を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

F町に居住し，2カ所の集会所で実施した2007年9月の高齢者ミニデイサービス事業に参加した37名の地域在住女性高齢者を対象とした。対象者の年齢範囲は65歳から84歳であり，平均年齢は74.7±5.9歳であった。対象者のMini-Mental State Examination（MMSE）[36]は平均27.6±3.2点，最低21点，最高30点であり，重度の認知症を有する者はいなかった。また，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，要介護認定を受けている者はいなかった。

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の目的以外には使用しないこと，および個人情報の漏洩に注意することについて説明し，理解を得た上で協力を求めた。また，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，同意を得て研究を開始した。

2. 方法

調査は集会所1カ所ずつ，10時から14時まで，1時間の昼食時間を挟み3時間かけて，2日間にわたって実施した。なお，2カ所の集会所において，対象人数や施設

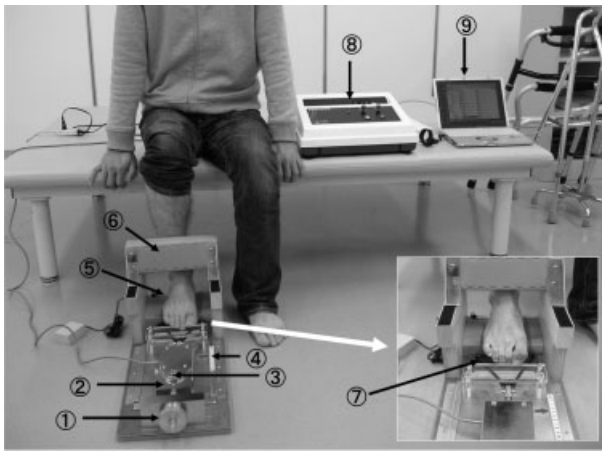


図1　足把持力測定器と測定方法
①足部調節ダイアル，②ひずみゲージ内臓部分，③可動式継手，④足部調節目盛り，⑤踵センサー，⑥下腿前面固定用バー，⑦足指把持バー，⑧増幅装置，アナログ／デジタル変換器，⑨パーソナルコンピュータ



図2　測定方法
安静立位姿勢で，第7頸椎から第3仙椎までをセンサー部を頭側から尾側方向に移動して測定する．

の広さ・設備等に著しい差は認められなかった。

評価は，年齢や性別などの個人属性に関する情報の収集とMMSEを実施した後，足把持力と胸椎後彎角を測定した。その他，上下肢筋力の代表値[37-39]として使用されることの多い握力と大腿四頭筋筋力，柔軟性の指標である長座体前屈距離，平衡機能検査として最も普及している片足立ち保持時間[40]，簡便な歩行能力の指標である最大歩行速度，および体重を測定した。なお，身体機能の測定は十分に経験を積んだ理学療法士1名・作業療法士1名・健康運動指導士1名で行い，個人情報の聞き取りやMMSEの評価は経験のある看護師1名と心理士1名が担当した。その他，調査補助者として数名のボランティアの協力によって調査が行われたが，事前に十分なトレーニングを行った後調査を開始した。

足把持力は，ヤガミ社製のひずみゲージを用いた足把持力測定器で測定した。ひずみゲージとは金属のひずみ量，応力（単位面積あたりにかかる力）を測定するのに用いられるセンサーである。その利点は応答周波数が高く精密な値が抽出できること，出力が電気量のためデータ処理が容易であることなどがあげられる。また，高齢者では筋力発揮が非常に小さいことが予測されるが，この測定器を用いることによって，最小0.1 kgからの足把持力が測定可能である。なお，本測定器から得られる測定値の再現性については，級内相関係数が0.953という高い再現性を確認している[41]。

測定は，被験者の測定姿位を端座位，膝関節を90度屈曲した状態で実施した。測定に際して，予め母指と第5指の末節骨，第2指から第5指の中節骨が足指把持バーにかかるように，足部調節ダイヤルで調節し，把持バーを足指でしっかりと把持できることを確認した。さらに，測定値の再現性を高める目的で，足部調節目盛りを取り付けた。測定は測定方法を十分に習得させた後，左右2回ずつ測定し，その最大値を足把持力値（kg）として採用した（図1）。

胸椎後彎角は，インデックス社製のスパイナルマウスを用いて測定した。このスパイナルマウスは，脊柱の彎曲角度を被験者背部の体表から測定できる機器であり，得られた測定値の信頼性については既に確認されている[42]。測定は，被験者に安静立位をとらせ，第7頸椎から第3仙椎までを図2のようにセンサー部を移動して測定した。今回分析に使用したのは，第1胸椎から第12胸椎までの上下椎体間がなす角度の総和である胸椎後彎角であるが，3回の測定から得られた平均値を胸椎後彎角（度）とした。

握力は，デジタル式握力計（竹井機器工業製）を使用した。測定姿位は端坐位で，左右の上肢を体側に垂らした状態で最大握力を2回ずつ測定し，その最大値を握力値（kg）とした。

大腿四頭筋筋力は，ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ社製等尺性筋力測定装置 μ Tas F-1）を用い，被験者を坐位，膝関節90度屈曲位として，左右2回ずつ測定し，その最大値を大腿四頭筋筋力値（kg）として採用

した。

長座体前屈距離は，デジタル式長座体前屈測定器（竹井機器工業製）を用いて2回測定し，その最長距離（cm）を代表値とした。

片足立ち保持時間の測定は，開眼片足立ち位で姿勢保持できる時間について，120秒を上限としてデジタルストップウォッチを用いて左右2回ずつ測定し，その最長時間（秒）を採用した。この際，被験者には裸足になること，両上肢はかるく体側につけること，2 m前方の視線と同じ高さの点を注視することを条件に測定した。

最大歩行速度は，平地11 mを最速歩行してもらい，中間の5 mを測定区間として所要時間をストップウォッチで計測した。測定は2回連続して行い，最速度（m/sec）を評価した。

統計処理を行うにあたり握力，足把持力，大腿四頭筋筋力は，体重比百分率（%）に換算して分析した。各測定値の関連についてピアソンの相関係数を用いて検討した。さらに，胸椎後彎角について平均値+0.5標準偏差以上の者を胸椎後彎角高値群，平均値－0.5標準偏差以下の者を胸椎後彎角低値群として，それぞれの測定値を比較した。年齢の比較には対応のないt検定を用い，それ以外の測定値は年齢を調整した共分散分析を用いて比較した。

III. 結　果

各測定項目の平均値と標準偏差を表1に示す。足把持力と有意な相関が認められたのは，相関係数が高い順に胸椎後彎角（r= –0.50, p<0.01），片足立ち保持時間（r= 0.48, p<0.01），大腿四頭筋筋力（r= 0.39, p<0.05），握力（r= 0.36, p<0.05），年齢（r= –0.32, p<0.05）であった。また，胸椎後彎角と有意な相関が認められたのは足把持力の他，年齢（r= 0.37, p<0.05）と片足立ち保持時間（r= –0.35, p<0.05）であった（表2）。

さらに，胸椎後彎角高値群（15名）と低値群（14名）の2群間に有意差が認められたのは，年齢（p<0.05），足把持力（p<0.01），片足立ち保持時間（p<0.01）の3項目であった（表3）。

IV. 考　察

本研究の結果から，地域在住女性高齢者においては，胸椎後彎角が小さいほど足把持力が強いという関係が示された。さらに，胸椎後彎角高値群と低値群の2群間の比較から，年齢を調整しても足把持力や片足立ち保持時間と胸椎後彎角との関連が示された。これらのことより，胸椎後彎角が大きい高齢者女性は足把持力が弱く，立位バランスが低下していることが示唆された。

表1　各測定項目の平均値と標準偏差（n=37）

	平均値	標準偏差
年齢（歳）	74.7	5.9
体重（kg）	50.0	7.8
握力（kg）	20.3	3.8
握力体重比（%）	0.4	0.1
大腿四頭筋筋力（kg）	19.9	5.2
大腿四頭筋筋力体重比（%）	0.4	0.1
足把持力（kg）	5.2	2.2
足把持力体重比（%）	0.1	0.0
長座体前屈距離（cm）	36.7	7.3
片足立ち保持時間（sec）	35.8	41.5
最大歩行速度（m/sec）	1.6	0.3

表2　各測定項目間の相関分析（n=37）

	脊柱後彎角	年齢	体重	握力	足把持力	大腿四頭筋筋力	片足立ち保持時間	歩行速度
年齢	0.37*							
体重	–0.21	–0.20						
握力	–0.19	–0.28	–0.34*					
足把持力	–0.50**	–0.32*	–0.23	0.36*				
大腿四頭筋筋力	–0.14	–0.32*	–0.20	0.40*	0.39*			
片足立ち保持時間	–0.35*	–0.55**	–0.01	0.28	0.48**	0.13		
歩行速度	–0.18	–0.33*	0.17	0.21	0.19	0.38*	0.14	
長座体前屈	–0.18	0.10	0.24	0.03	0.26	0.10	–0.22	0.28

握力，足把持力，大腿四頭筋筋力は体重比百分率に換算して分析した．
**p<0.01，*p<0.05

表3 胸椎後彎角低値群と高値群との比較

	胸椎後彎角低値群 (n=14)	胸椎後彎角高値群 (n=15)	
年齢（歳）	72.6 ± 6.3	77.6 ± 5.0	*
体重（kg）	49.7 ± 6.4	49.2 ± 5.0	ns
握力（%）	0.43 ± 0.09	0.39 ± 0.07	ns
大腿四頭筋筋力（%）	0.43 ± 0.07	0.39 ± 0.09	ns
足把持力（%）	0.14 ± 0.05	0.08 ± 0.03	**
長座体前屈距離（cm）	37.1 ± 6.0	36.3 ± 8.4	ns
片足立ち保持時間（sec）	59.6 ± 50.6	15.9 ± 18.6	**
最大歩行速度（m/sec）	1.6 ± 0.3	1.5 ± 0.3	ns

握力，足把持力，大腿四頭筋筋力は体重比百分率に換算して分析した．
平均±標準偏差，年齢の比較には対応のない t 検定，年齢以外の比較には年齢を調整した共分散分析，*p<0.05 **p<0.01

Elble[43]は，高齢者に特徴的な過度の脊柱後彎が起こると，足圧中心位置に比べて重心線が後方へ変位していることを指摘した。胸椎の後彎角が増大すると，その代償として頸椎の前彎は増強し，腰椎の前彎は減少して力学的平衡を保とうとする。また，下肢では膝が屈曲位となるため，通常膝の前方を通過する重心線が膝の後方に変位することとなる。このように，胸椎の後彎角が増大すると，重心線が常に後方に位置した状態での歩行となる。その結果，荷重が足底の後方（踵部）に移り，前足部の筋活動が慢性的に減少する。このため，足把持力の筋力低下が起こったものと推察した。

一方，大腿四頭筋筋力は胸椎後彎角との間に有意な相関は認められなかった。植松ら[44]は，3次元動作解析装置を用いた分析から，胸椎後彎が認められる高齢女性の歩行では，大腿四頭筋と下腿三頭筋が過剰に活動する傾向にあることを見出し，佐々木[45]も同様の報告をしている。これらの報告は，胸椎後彎によって下肢全体の筋力低下が起こるとは限らないことを示しており，本研究における胸椎後彎角と大腿四頭筋筋力に関連がないという結果を支持している。また，大腿四頭筋筋力は歩行速度とは有意な相関が認められたが，片足立ち保持時間とは有意な相関は認められなかった。このことから，大腿四頭筋の機能は姿勢制御機能よりも歩行時の推進力としての機能の方が大きいことが推察された。

また，本研究における柔軟性は長座体前屈距離を指標としたが，長座体前屈の測定は，Cureton が 1941 年に水泳選手の基礎的身体能力の指標として用いられたことより始まる[46]。さらに，1970年代に入り，日本を含めた世界各国に普及したテスト法である[46]。しかし，近年の報告では，長座体前屈の測定は，上下肢の長さや足部の固定などにより影響を受けやすいことや，長座体前屈と歩行速度などの運動能力とは，相関関係が認められないなどの問題点が指摘されている[47]。我々が行った先行研究[23,48]においても，在宅高齢者の長座体前屈距離と他の身体能力値との関連は乏しい。また，本結果においても長座体前屈距離は，すべての測定値と相関が認められなかった。これらのことから，本研究で用いた長座体前屈距離の測定は，高齢者の身体能力を評価する項目としては適切でないのかもしれない。

足把持力以外に，胸椎後彎角と関連が認められたのは片足立ち保持時間であった。片足立ち保持時間の測定は，評価の簡便性から高齢者の平衡機能検査として幅広く用いられている[49-51]。片足立ちは，開眼で30秒以上起立できない場合が平衡機能に異常がある[52]とされ，その基準値が明確にされていることや長年の基礎データが蓄積されている点から有用と考えられる。我々も先行して，地域在住高齢者の開眼片足立ち保持時間を測定した。その結果，30秒間の保持能力と転倒のしやすさに関連がみられた[17]。本研究では，胸椎後彎角低値群での平均保持時間は59.6秒であったのに対して，胸椎後彎角高値群では15.9秒であった。このことから，胸椎後彎角の増大が立位バランスの低下を引き起こす要因の一つである可能性が示唆された。

以上の結果から，胸椎後彎角が高値（例えば，円背姿勢や前屈み姿勢）の高齢者女性は，足把持力の低下や立位バランスの低下が起こっている可能性が示唆された。このことから，これらの高齢者女性は転倒の危険性が高いことが推察される。ただし，相関係数からその関係の

強さを判断すると，立位バランスとの関係は胸椎後彎角より足把持力の方が強い。よって，高齢者でもとくに胸椎後彎角の増大が認められる症例には，足把持力や片足立ち保持時間の測定を行い，転倒の予防に留意する必要性が示唆された。

ただし，本研究の対象者数は少なく，かつ対象とした高齢者のすべてが居宅生活が自立できる程度の身体機能を有していた。また，対象を女性に限定したため，今回の結果が要介護状態の高齢者や男性にも該当するとは限らない。今後は，対象者数を増やすとともに，対象者の身体機能レベルの範囲を広げた調査，ならびに男性にも今回の結果が当てはまるのかを検討することが課題である。

謝辞　本研究に快く参加していただきました方城地域ミニデイサービス事業利用者の皆様にお礼申し上げます。また，ご協力いただいた福智町役場職員の皆様に感謝いたします。

なお，本研究は平成19年度科学研究費補助金（基盤研究B）（19390573）による補助を受けて行われました。

引用文献

1) 真野行生（編）：高齢者の転倒・転倒後症候群，高齢者の転倒とその対策．医歯薬出版，東京，1999，pp40-43.
2) 大渕修一：介護予防と運動療法. 総合リハ, 2006, **34**(1): 33-40.
3) 村田　伸，津田　彰：在宅障害高齢者の転倒と QOL との関連．健康支援，2005，**7**(2): 141-148.
4) Tinetti ME, Mendes de Leon CF, Doucette JT, et al.: Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. J Gerontol, 1994, **49**(3): 140-147.
5) Arfken CL, Lach HW, Birge SJ, et al.: The prevalence and correlates of fear of falling in elderly persons living in the community. Am J Public Health, 1994, **84**(4): 565-570.
6) 新野直明，福川康之：転倒予防．総合リハ，2006，**34**(11): 1035-1039.
7) 新野直明：高齢者の転倒予防に関する全国調査．日本未病システム学会雑誌，2004，**10**: 94-96.
8) Lord SR, Clark RD, Webster IW: Physiological factors associated with falls in an elderly population. J Am Geriatr Soc, 1991, **39**: 1194-1200.
9) Gehlsen GM, Whaley MH: Falls in the eiderly: part II, Balance, strength, and flexibility. Arch Phys Med Rehabil, 1990, **71**: 739-741.
10) Daubney ME, Culham EG: Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. Phys Ther, 1999, **79**: 1177-1185.
11) 諸橋　勇：高齢者の柔軟性と理学療法．理学療法，1999，**16**: 718-724.
12) 岡田修一：加齢と平衡機能，理学療法，1996，**13**: 183-188.
13) Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ, et al.: Falls in the elderly related to postural imbalance. Br Med J, 1977, **1**: 261-264.
14) de Rekeneire N, Visser M, Peila R, et al.: Is a fall just a fall: correlates of falling in healthy older persons. The Health, Aging and Body Composition Study. J Am Geriatr Soc, 2003, **51**: 841-846.
15) Haga H, Shibata, Shichita K, et al.: Falls in the institutionalized elderly in Japan. Arch Gerontol Geriatr, 1986, **5**: 1-9.
16) 島田裕之，内山　靖，加倉井周一：21カ月間の縦断研究による虚弱高齢者の転倒頻度と身体機能変化との関係．総合リハ，2002，**30**: 935-941.
17) 村田　伸，甲斐義浩，溝田勝彦・他：地域在住高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連. 理学療法科学, 2006, **21**(4): 437-440.
18) Lucht U: A prospective study of accidental falls and resulting injuries in the home among elderly people. Acta Sociomed Scand, 1971, **3**(2): 105-120.
19) 村田　伸，吉村　修，児玉隆之・他：高齢者の転倒と骨折について（環境的要因の調査報告）．理学療法福岡，1996，**9**: 16-18.
20) 井原秀俊：関節トレーニング改訂第2版，神経運動器協調訓練．協同医書，東京，1996，pp89-107.
21) 木藤伸宏，井原秀俊，三輪　恵・他：高齢者の転倒予防としての足指トレーニングの効果. 理学療法学, 2001, **28**(7): 313-319.
22) 加辺憲人，黒澤和生，西田祐介・他：足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究．理学療法科学，2002，**17**(3): 199-204.
23) 村田　伸，忽那龍雄：足把持力測定の試み―測定器の作成と測定値の再現性の検討. 理学療法科学, 2002, **17**(4): 243-247.
24) 村田　伸，忽那龍雄：在宅障害高齢者の足把持能力と転倒との関連性．国立大学理学療法士学会誌，2003，**24**: 8-13.
25) 村田　伸，津田　彰，稲谷ふみ枝・他：在宅障害高齢者の転倒に影響を及ぼす身体及び認知的要因．理学療法学，2005，**32**(2): 88-95.
26) 村田　伸，津田　彰，稲谷ふみ枝・他：在宅障害高齢者の身体機能・認知機能と転倒発生要因に関する前向き研究．理学療法学，2006，**33**(3): 97-104.
27) 村田　伸，大山美智江，大田尾浩・他：地域在住高齢者の足把持力に関する研究―性差および年代別の比較. 理学療法科学，2007，**22**(4): 499-503.
28) 安藤正明：農村部における高齢者の腰痛と姿勢．別冊整形外科，1998，**12**: 14-17.
29) 岡田康宏，永谷典子，大高香織・他：健常高齢者の立位姿勢と歩行能力との関連について．運動・物理療法，2000，**11**(2): 118-124.
30) 山口義臣，鈴木信正：日本人の姿勢．第2回姿勢シンポジウム論文集，1997，15-33.
31) Hogan DB: Idiopathic gait disorder of the elderly. Clin Relabil, 1987, **1**: 17-22.
32) 高井逸史，宮野道雄，中井伸夫・他：加齢による姿勢変化と姿勢制御．日本生理人類学会誌，2001，**6**(2): 41-46.
33) 斎藤政克，菊池　啓，辻本晴俊：脊椎後彎に対する動的負荷

によるバランスの検討．運動療法と物理療法，2005，**168**(4): 287-292.
34) 粕川雄司，宮腰尚久，石川慶紀・他：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**(2): 211-214.
35) 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**(7): 849-855.
36) 江藤文夫：痴呆．米本恭三・他（編），リハビリテーションにおける評価Ver. 2. 臨床リハ別冊. 医歯薬出版, 東京, 2000, pp115-121.
37) 笠原美千代，山崎裕司，青木詩子・他：高齢患者における片脚立位時間と膝伸展筋力の関係．体力科学，2001，**58**(3): 369-373.
38) Takazawa K, Arisawa K, Honda S, et al.: Lower-extremity muscle forces measured by a hand-held dynamometer and the risk of falls among day-care users in Japan: using multinomial logistic regression analysis. Disabil Rehabil, 2003, **25**(8): 399-404.
39) 西島智子，小山理恵子，内藤郁奈・他：高齢患者における等尺性膝伸展筋力と歩行能力との関係．理学療法科学，2004，**19**(2): 95-99.
40) 松永　喬：ルーチン平衡機能検査．Equilibrium Res，1986，**45**: 285-301.
41) 村田　伸，甲斐義浩，田中真一・他：ひずみゲージを用いた足把持力測定器の開発．理学療法科学，2006，**21**(4): 363-367.
42) Mannion AF, Knecht K, Balaban G, et al.: 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**(2): 122-136.
43) Elble RJ: Changes in gait with normal aging. In: Gait disorders of aging. Lippincott-Ravenm, Philadelphia, 1997, pp93-105.
44) 植松光俊，金子公宥：高齢女性の自由歩行における下肢関節モーメント．理学療法学，1997，**24**(7): 369-376.
45) 佐々木伸一：姿勢の評価．PTジャーナル，1989，**23**: 251-257.
46) 波多野義郎：立位体前屈から長座体前屈へ．体育の科学，1997，**47**: 884-888.
47) 諸橋　勇：高齢者の柔軟性と理学療法．理学療法，1999，**16**(9): 718-724.
48) 村田　伸，熊谷秋三，津田　彰：足部柔軟性の再現性と妥当性に関する研究―健常成人と障害高齢者における検討．健康科学，2005，**27**: 49-55.
49) Drusini AG, Eleazer GP, Caiazzo M, et al.: One-leg standing balance and functional status in an elderly community-dwelling population in northeast Italy. Aging Clin Exp Res, 2002, **14**: 42-46.
50) 種田行男：姿勢調節の加齢変化．PT ジャーナル，1996，**30**: 305-310.
51) 内山　靖，山端るり子，榎本香織・他：平衡機能．PTジャーナル，1998，**32**: 949-959.
52) 竹森節子：平衡機能検査．理学療法，1990，**7**: 173-181.