

両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行の可否と上肢筋力の関連

大森 圭貢¹⁾, 熊切 博美²⁾, 鈴木 智裕³⁾, 多田 実加²⁾, 最上谷 拓磨²⁾,
佐々木 祥太郎²⁾, 山崎 裕司⁴⁾, 大宮 一人²⁾, 笹 益雄⁵⁾,
仁木 久照¹⁾, 飯島 節⁶⁾

平成28年度 高知リハビリテーション学院紀要 (平成29年3月) 第18巻 別刷

-
- 1) 聖マリアンナ医科大学整形外科学講座
 - 2) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院リハビリテーション部
 - 3) 聖マリアンナ医科大学リハビリテーション部
 - 4) 高知リハビリテーション学院 理学療法学科
 - 5) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院整形外科
 - 6) 国立障害者リハビリテーションセンター自立支援局

原著

両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行の可否と上肢筋力の関連

大森 圭貢¹⁾, 熊切 博美²⁾, 鈴木 智裕³⁾, 多田 実加²⁾, 最上谷 拓磨²⁾, 佐々木 祥太郎²⁾,
山崎 裕司⁴⁾, 大宮 一人²⁾, 笹 益雄⁵⁾, 仁木 久照¹⁾, 飯島 節⁶⁾

Relationship between upper extremity muscle strength and acquisition of non-weight-bearing gait with axillary crutches in inpatients

Yoshitsugu Omori¹⁾, Hiromi Kumakiri²⁾, Tomohiro Suzuki³⁾, Mika Tada²⁾, Takuma Mogamiya²⁾, Shotaro Sasaki²⁾,
Hiroshi Yamasaki⁴⁾, Kazuhito Omiya²⁾, Masuo Sasa⁵⁾, Hisateru Niki¹⁾, Setsu Iijima⁶⁾

要 旨

ダイナモメーターで測定した上肢筋力が両側松葉杖一側下肢完全歩行の可否を判別する指標になるかを明らかにすること。

研究デザインは横断研究で、理学療法開始時に、両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行自立度、年齢、身長、Body Mass Index、性別、上肢筋力、下肢筋力、片脚立位時間を調査、測定した。両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行自立度は、200m以上の距離を安全に歩行できるかを3名の理学療法士が判断し、自立群と非自立群に分類した。上肢筋力は、握力、肘関節伸展筋力、肩関節伸展および内転筋力をそれぞれダイナモメーターを用いて測定した。分析には χ^2 検定とMann-WhitneyのU検定、そしてReceiver Operating Characteristics曲線の曲線下面積を用いた。

自立群8名と非自立群21名のデータを比較した結果、年齢、6分間歩行距離、握力、肘伸展筋力、肩伸展筋力、肩内転筋力、膝伸展筋力に有意差があった($p < 0.01$)。Receiver Operating Characteristics曲線では、全ての上肢筋力が一定の筋力値によって有意に歩行自立度を判別でき、陰性的中率はいずれも80%以上であった。

両側松葉杖での一側下肢完全免荷歩行の自立と上肢筋力は関連があり、上肢筋力が一定の値を下回った場合には自立が困難になる可能性が高い。

キーワード： 免荷歩行、上肢筋力、松葉杖

1) 聖マリアンナ医科大学整形外科学講座

Department of Orthopedics, St. Marianna University School of Medicine

2) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院リハビリテーション部

Department of Rehabilitation Medicine, St. Marianna University School of Medicine Yokohama City Seibu Hospital

3) 聖マリアンナ医科大学リハビリテーション部

Department of Rehabilitation Medicine, St. Marianna University School of Medicine Hospital

4) 高知リハビリテーション学院 理学療法学科

Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute

5) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院整形外科

Department of Orthopedics, St. Marianna University School of Medicine Yokohama City Seibu Hospital

6) 国立障害者リハビリテーションセンター自立支援局

Rehabilitation Services Bureau, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

abstract

To investigate the relationship between upper extremity muscle strength and acquisition of non-weight-bearing gait with axillary crutches.

Acquisition of non-weight bearing gait with axillary crutches, upper extremity muscle strength, and lower extremity functions were measured at the initial time of physical therapy. Subjects were divided into two groups according to their gait ability: those who were able to walk 200m independently (n=8) and those who were not (n=21).

Age, height, weight, body mass index, sex, 6 minutes walking distance, upper extremity muscle strength, knee extension strength, and oneleg standing time were analyzed with non-paired T test. Age, 6 minutes walking distance, grip strength, elbow extension strength, shoulder extension strength, and knee extension strength were significantly different between two groups ($p < 0.01$). The areas under receiver operating characteristic curves show that muscles strength of upper extremities were significant predictor of the two groups. Negative prediction values were 80% or over.

Acquisition of non-weight bearing gait with axillary crutches related to upper extremity muscle strength. Moreover, patients under threshold levels for upper extremity muscles strength might not be able to acquire non-weight bearing gait with axillary crutches.

Key words: non-weight-bearing gait, upper extremity muscle, axillary crutches

【はじめに】

クラッチは、免荷作用¹⁾や立位歩行時のバランスの改善²⁾に効果があり、なかでも松葉杖に代表される腋窩支持型は最も免荷作用を発揮する型³⁾とされている。免荷歩行には部分免荷や完全免荷があり、特に両側松葉杖での一側下肢完全免荷歩行は下肢の完全免荷が必要な時期からの移動手段として有用である。しかし、安定した両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行の獲得に難渋する者は少なくない。両側松葉杖免荷歩行は上肢のプッシュアップ作用により体重を支えるため、十分な上肢筋力を要求される³⁾。松葉杖歩行には肘関節伸展、肩関節伸展、手関節伸展、手指の屈曲などの上肢筋力が関与し、それぞれ徒手筋力検査法 (Manual Muscle Testing: 以下 MMT とする) においてグレード4以上の筋力が必要とされている^{4,5)}。しかし MMT は、グレード4以上の判定が非常に主観的であり、適切な判断には熟練を要するとされている^{6,7)}。このため MMT による筋力評価は、筋力トレーニングの目標期間の設定や効果判定の指標としては不十分と考えられる。しかし異

なる両側松葉杖完全免荷歩行能力の者の上肢筋力を客観的な評価尺度によって測定し、差異を検証した報告は我々が調べた限りではない。客観的な評価尺度によって得られる上肢筋力が、両側松葉杖完全免荷歩行能力によって異なれば、両側松葉杖完全免荷歩行獲得に必要なトレーニング内容や期間といった情報をより具体的に提示、説明することが可能になると考えられる。

本研究の目的は、ダイナモメーターで測定した上肢筋力と松葉杖歩行獲得の可否の関連を検証し、上肢筋力が松葉杖歩行獲得を判別する指標となるかを明らかにすることである。

【方法】

対象者は、リハビリテーション部に両側松葉杖完全免荷歩行練習の指示があった入院患者である。対象者の除外基準は、年齢が20歳未満の者、入院前に日常生活動作に制限があった者、運動機能および歩行の評価の指示に従えなかった者、松葉杖歩行の経験のある者、松葉杖歩行の制限理由が免荷肢のしび

れや痛みによる者、研究の趣旨に同意が得られなかった者とした。なお、本研究は聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院臨床試験委員会の承認（受付番号第244号）を受けてから行い、対象者には十分な説明を行い、書面による同意を得て実施した。

研究デザインは横断研究で理学療法開始時に、松葉杖免荷歩行自立度、年齢、身長、Body Mass Index（以下、BMI）、性別、上肢筋力、下肢筋力、片脚立位時間を調査、測定した。

松葉杖免荷歩行自立度は、200m以上の安全な歩行の可否で評価した。評価は理学療法開始日に3名の理学療法士が、それぞれ安全な歩行の可否を判断し、2名以上の理学療法士が一致した判断を採用した。そして理学療法開始日に歩行可能な者を自立群、それ以外を非自立群に分類した。実際には、1周25mの歩行路を、介助を要するようなふらつきなしに8周以上連続して歩行可能か否かで判定した。なお、歩行時の転倒を予防するために、対象者には転倒予防のベルトをつけ、理学療法士が付き添って行った。また歩行評価の際は、歩行開始から6分後までに歩行できた距離を併せて計測した。

上肢筋力は握力、肘関節伸展筋力、肩関節伸展・内転筋力を指標とし、評価した。握力（kgf）は、Jamar社製 Hand Dynamometer を用い、セカンドポジションでの筋力を左右3回ずつ測定し、それぞれの最大値を採用した。肘関節伸展筋力は、佐々木ら⁸⁾の報告した方法に準じて座位で固定用ベルトを用いた方法で測定した。肩関節伸展筋力は、肩関節屈曲伸展0°かつ内外転0°、肘関節伸展位、前腕回内外中間位をとらせ、徒手筋力センサーアタッチメントを前腕骨尺側の遠位部に装着した。次に、肩関節を伸展した際に肩関節が伸展0度になるように、センサーアタッチメントの固定用ベルトの長さを調節し、平行棒の支柱に連結し、できるだけ強く肩関節を伸展するように教示し、測定した。肩関節内転筋力は、椅子座位で測定した。まず、肩関節屈曲伸展0°かつ外転30°、肘関節伸展位、前腕回内外中間位をとらせ、センサーアタッチメントを前腕骨掌側の遠位部に装着した。次に肩関節を内転した際に肩

関節が外転30度になるように、センサーアタッチメントの固定用ベルトの長さを調節し、平行棒の支柱に連結し、できるだけ強く肩関節を内転するように教示し、測定した。

上肢筋力の測定は、いずれも体幹を回旋や側屈せずに3秒間にわたりできるだけ強く運動するように教示し、左右とも3回ずつ測定した。そして左右の最大値の平均（kgf）を算出した。なお、対象筋群および左右の測定の順序は無作為とし、各筋力の測定の間には、十分な休息を取り入れた。

下肢筋力は等尺性膝伸展筋力を測定し、指標とした。測定はアニマ社製徒手筋力計 μ Tas F-01を用い、固定用ベルトを用いた等尺性膝伸展筋力測定方法⁹⁾に準じて、免荷下肢の反対側の下肢を対象に測定した。測定は、2回行い、大きい値を採用し、体重比を算出（kgf/kg）した。

片脚立位時間は、平行棒内で免荷下肢の反対側の下肢を対象に測定し、指標とした。測定は平行棒内で片脚立位をとり、両手を平行棒から離れた時から体の一部が平行棒に触れる、あるいは支持側下肢が動くまでの時間をストップウォッチによって30秒を上限に計測した。計測は2回行い、長い時間の値を採用した。

なお、上下肢筋力および片脚立位時間を評価した1名は、松葉杖免荷歩行自立を評価した3名と異なる理学療法士とし、さらに評価者間ではお互いに得られた結果を伏せるようにした。分析は、松葉杖免荷歩行自立度に関連する変数を検討するために、自立群と非自立群の変数を χ^2 検定とMann-WhitneyのU検定で比較した。次に単変量解析で有意差のあった筋力の変数が、自立群と非自立群を判別できるかをReceiver Operating Characteristic（ROC）曲線の曲線下面積から検討した。統計的有意水準は危険率5%未満とした。

【結 果】

対象者の取り込み基準を満たし、除外基準に合致しなかった者は29名であった。

29名の内訳は、歩行自立群は8名、非自立群は21

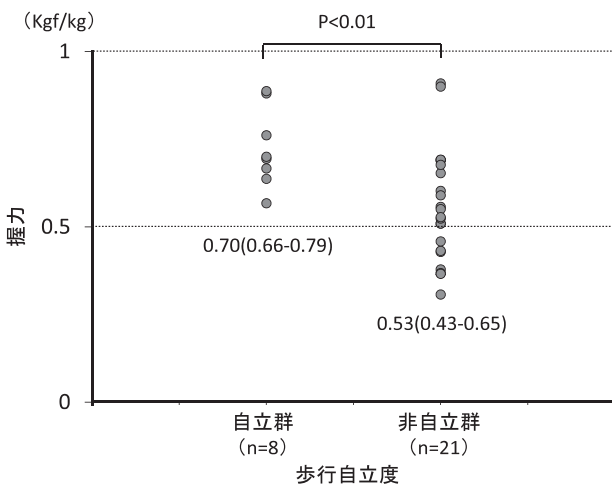


図1. 松葉杖歩行自立度別の握力の分布

図内の値は中央値 (25パーセンタイル値-75パーセンタイル値)

名であり、自立群の性別は男性7名、女性1名、非自立群のそれは男性16名、女性5名であった。

単変量解析の結果、年齢 ($p=0.02$) は自立群で有意に低値であった (表). 6分間歩行距離 ($p<0.01$), 握力 ($p<0.01$, 図1), 肘伸展筋力 ($p<0.01$), 肩伸展筋力 ($p<0.01$), 肩内転筋力 ($p<0.01$), 膝伸展筋力 ($p<0.01$) は自立群で有意に高値であった (表). 一方、その他の変数は、自立群と非自立群間で有意差はなかった (表).

握力による ROC 曲線の曲線下面積 (95%信頼区間) は0.86 (0.72-0.99) であった ($p<0.01$). 握力0.69kgf/kg では、感度63%, 偽陽性度5%, 正

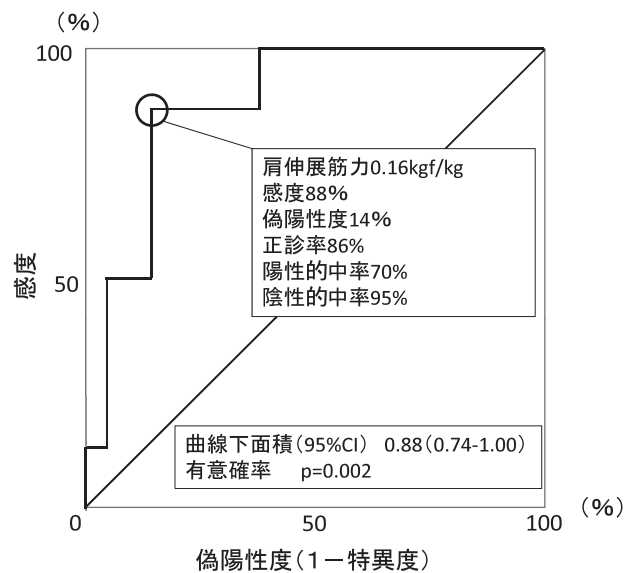


図2. 肩伸展筋力による松葉杖歩行自立度の ROC 曲線

診率76%, 陽性的中率56%, 陰性的中率85%の精度で自立群を判別できた. 肘伸展筋力による ROC 曲線の曲線下面積 (95%信頼区間) は0.88 (0.71-1.00) であった ($p<0.01$). 肘伸展筋力0.28kgf/kg では、感度63%, 偽陽性度5%, 正診率86%, 陽性的中率83%, 陰性的中率87%の精度で自立群を判別できた. 肩伸展筋力による ROC 曲線の曲線下面積 (95%信頼区間) は0.89 (0.74-1.00) であった ($p=0.02$). 肩伸展筋力0.16kgf/kg では、感度88%, 偽陽性度14%, 正診率86%, 陽性的中率70%, 陰性的中率95%の精度で自立群を判別できた (図2). 肩内転筋力による ROC 曲線の曲線下面積 (95%信頼区間) は

表. 自立群と非自立群の各指標

変数	単位	自立群 (n=8)	非自立群 (n=21)	p 値
年齢	(歳)	34.0 (31.8-37.3)	56.0 (45.0-68.0)	0.02
性別	男/女 (名)	7/1	16/5	0.65
身長	(cm)	165.5 (160.0-172.3)	167.0 (159.0-172.0)	0.90
BMI *	(kg/m ²)	22.4 (22.3-23.8)	23.2 (20.2-25.2)	0.92
6 MD **	(m)	319.5 (282.5-325.0)	75.0 (50.0-160.0)	<0.01
握力平均	(kgf/kg)	0.70 (0.66-0.79)	0.53 (0.43-0.65)	<0.01
肘伸展筋力	(kgf/kg)	0.30 (0.26-0.33)	0.20 (0.17-0.24)	<0.01
肩伸展筋力	(kgf/kg)	0.19 (0.18-0.20)	0.13 (0.11-0.15)	<0.01
肩内転筋力	(kgf/kg)	0.22 (0.20-0.28)	0.16 (0.13-0.20)	<0.01
片脚立位時間	(sec)	30.0 (30.0-30.0)	30.0 (16.2-30.0)	0.10
膝伸展筋力	(kgf/kg)	0.77 (0.64-0.94)	0.47 (0.40-0.58)	<0.01

* Body Mass Index
** 6分間歩行距離

0.87 (0.73-1.00) であった ($p < 0.01$)。肩内転筋力 0.22kgf/kg では、感度63%、偽陽性度5%、正診率83%、陽性的中率80%、陰性的中率83%の精度で自立群を判別できた。

【考 察】

本研究は、ダイナモメーターで測定した上肢筋力と松葉杖歩行獲得の可否の関連を検証し、上肢筋力が松葉杖歩行獲得の可否を判別する指標になるかを明らかにすることを検討した。

上肢筋力の指標として用いた握力、肘伸展筋力⁸⁾は、高い検者内再現性と検者間再現性があることが報告されており、再現性の点で問題は少ないと考えられた。肩伸展筋力および内転筋力の再現性については、我々は本研究に先立ち健常成人の24の上肢を対象として検証し、男女検者内の級内相関係数(95%信頼区間)がそれぞれの順に0.94 (0.86-0.97)、0.86 (0.74-0.94)、男女検者間の級内相関係数が0.93 (0.84-0.97) の良好な再現性を得ている。これらのことから、本研究での上肢筋力は再現性の問題は少ないと考えられた。

本研究での評価は、従属変数である松葉杖歩行の自立度と独立変数である上下肢の各機能の評価を異なるセラピストが実施し、セラピスト同士が得られた結果を明かさなで行った。このため検者バイアスの影響は少ないと考えられる。

取り込み基準を満たした29名のうち理学療法開始日に松葉杖歩行が自立していなかった者は21名で、対象者の72%に相当し、両側松葉杖での一側下肢完全免荷歩行は、初回の理学療法時には自立することが難しい動作と考えられた。

理学療法開始日の6分間での松葉杖歩行距離は、自立群に比べて非自立群で有意に短かった。6分間歩行距離は、歩行のパフォーマンスを表す指標とされている¹⁰⁾。このことから、今回の自立群と非自立群の歩行自立度判定は妥当と考えられた。

自立群と非自立群間で各変数を比較した結果は、年齢、握力、肘伸展筋力、肩伸展筋力、肩内転筋力、膝伸展筋力で有意差があった。松原⁴⁾や水落⁵⁾は、

松葉杖歩行に関連する上肢筋力として肘関節伸展、肩関節伸展、手関節伸展、手指の屈曲などの上肢筋力を報告している。これらのことから今回の独立変数の中では、握力、肩伸展筋力、肩内転筋力、肘伸展筋力の上肢筋力の指標が両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行の自立度と関連すると考えられた。上下肢の筋力は加齢に伴って低下することは、周知の事実である。このため年齢が非自立群で有意に高い値であったことは、加齢に伴う筋力低下を反映した可能性が考えられる。

ROC 曲線によって各上肢筋力の変数が自立群と非自立群を判別できるかを検討した結果、握力、肘伸展筋力、肩伸展筋力、肩内転筋力の全ての筋力値で可能であった。特に陰性的中率はいずれの筋力においても80%以上の高い精度であった。このことから握力、肩伸展筋力、肩内転筋力、肘伸展筋力は、両側松葉杖一側下肢完全免荷歩行の自立、非自立を予測する指標になる可能性が高く、一定の筋力値を下回った場合には松葉杖歩行の自立は困難と考えられた。一方、上肢筋力が高値であっても自立しない症例が存在した。動作の獲得には、体力の要素以外にも杖の操作等の技術の習得度合いによって影響を受ける¹¹⁾。今回は松葉杖歩行の経験のない者を対象としており、学習の要素の影響は少ないと考えられるが、今後は学習面等の検討が必要と考えられた。

下肢機能では、膝伸展筋力は自立群と非自立群間で有意差があった。山崎¹²⁾は等尺性膝伸展筋力と歩行能力の関連について検討し、等尺性膝伸展筋力体重比が 0.40kgf/kg を下回った場合には筋力の低下に従って院内独歩が自立した症例が減少したとしている。また座位からの立ち上がり動作と等尺性膝伸展筋力体重比の関連では、下肢筋力が一定の値を下回った場合、筋力の低下によって立ち上がり可能者が減少することが報告¹³⁾されている。これらのように立位や歩行には下肢筋力は重要な体力要素であり、一側下肢完全免荷松葉杖歩行の自立の可否においても、健側下肢筋力は重要な規定因子になると考えられた。一方、下肢の機能を表す片脚立位時

間は自立群と非自立群間で有意差はなかった。片脚立位時間と移動や転倒の関連を検討した報告¹⁴⁻¹⁶⁾では、片脚立位時間2秒によって移動レベルに差があったこと¹⁴⁾や、5秒できない場合に有害な転倒を予測できること¹⁵⁾、転倒群と非転倒群の片脚立位時間のカットオフ値は1.02秒であったこと¹⁶⁾など、5秒程度の短い時間で判別されることとしている。松葉杖歩行時に健側下肢に必要な筋力は、通常の移動や転倒防止に必要なレベルとは異なる可能性があり、単純に比較はできないが、本研究の非自立者の片脚立位時間の25パーセントイル値は15秒であり、これらの先行研究に比べ長かったこと、また片脚立位時間の測定を30秒で打ち切ったことのどちらかが自立群と非自立群間で差が生じなかった理由と考えられた。

本研究の分析対象者は29名と少ない。今後は、対象者数を増やし、自立群と非自立群を判別する具体的な筋力値について縦断的な検討が必要である。また歩行非自立者においては早期に移動を獲得する必要があり、非自立者を対象とした松葉杖歩行獲得練習に関する検討が必要である。

文 献

- 1) Baxter ML, Allington RO, et al: Weight-distribution variables in the use of crutches and canes. *Phys Ther* 49 (4): 360-365, 1969.
- 2) Fisher SV, Patterson RP: Energy cost of ambulation with crutches. *Arch Phys Med Rehabil* 62 (6): 250-256, 1981.
- 3) 原 行弘, 永田雅章: 歩行訓練一杖・歩行器の種類と選び方. *総合リハ*20 (9): 793-792, 1992.
- 4) 松原勝美: 移動補助具 (第2版), 松澤正 (監), 金原出版, 東京, 2009, pp118-119.
- 5) 水落和也: Ⅷ章 リハビリテーション機器のチェックポイント 3歩行補助具. 日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会 (編): 義肢装具のチェックポイント (第8版), 医学書院, 東京, 2014, pp358-368.
- 6) 中川法一, 森実 徹: 徒手筋力テスト (MMT) の信頼性 検者側因子を中心に. *理学療法学*17: 238-241, 1990.
- 7) 大道 等, 吉田 晋・他: 序説運動計測法 理学療法室における運動学的接近例 力量測定 徒手筋力検査と押し力, 引き力の新測定法. *理学療法*18: 1179-1184, 2001.
- 8) 佐々木祥太郎, 鈴木 誠・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性肘屈曲・伸展筋力の測定 固定用ベルトの使用による再現性の検討. *日本作業療法学会抄録集*43: A6-Ⅲ-4, 2009.
- 9) 加藤宗規, 山崎裕司・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定-固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響-. *総合リハビリテーション*29: 1047-1050, 2001.
- 10) 千住秀明: 6-Minute Walking Distance (6MD). 内山靖, 他 (編): 臨床評価指標入門 適用と解釈のポイント. 協同医書出版社, 東京, 2003, pp135-141.
- 11) 山崎裕司, 山本淳一: リハビリテーション効果を最大限に引き出すコツ, 第2版, 三輪書店, 東京, 2012, pp53.
- 12) 山崎裕司, 長谷川輝美・他: 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連-運動器疾患のない高齢者を対象として. *総合リハ*30: 747-752, 2002.
- 13) 大森圭貢, 横山仁志・他: 高齢患者における等尺性膝伸展筋力と立ち上がり能力の関連. *理学療法学*31: 106-112, 2004.
- 14) 今泉 寛: 高齢障害者の移動能力における簡易評価法の開発とその有用性-足踏みバランステストおよびつかまり立ちテストとの関係を中心として. *昭和医会誌*59: 73-86, 1999.
- 15) Vellas BJ, Wayne SJ, et al: One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 45: 735-738, 1997.
- 16) Thomas JI, Lane JV: A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of falls risk in frail elderly patients. *Arch Phys Med Rehabil* 86 (8): 1636-1640, 2005.