

短期的運動指導による高齢者の身体機能維持・向上の研究

山下 和彦^{*1}、梅沢 淳^{*1}、田中 甲子^{*2}、川澄 正史^{*3}、齋藤 正男^{*1}

Preservation and Improvement in Physical Functions of Elderly with Short-Term Group Training and Individually Guided Training at Home

Kazuhiko YAMASHITA^{*1}、 Jun UMEZAWA^{*1}、 Koko TANAKA^{*2}、 Masashi KAWASUMI^{*3} and Masao SAITO^{*1}

This paper proposes a new systematic training method to preserve and improve the physical functions of the elderly for the purpose of preventing tumbling. In the short-term systematic training method for the elderly participants living alone with some physical weaknesses, the training at health care facilities for the elderly with other participants is programmed by the trainer and the training aid at each home is programmed by the care giver. Physical functions of all the participants, related to the muscular strength, the hip joint flexibility and the postural stability, are measured at the training and they are investigated to assess the effectiveness of the proposed method. From the results, almost all the physical functions are found to be preserved or improved after participating the proposed method for three months. The hip joint flexibility, one of the most important functions to prevent tumbling, is significantly improved after the 3 months training and training aid. The method is considered to be effective to preserve and to improve the physical functions of the elderly. These improvements of the physical functions by systematic training may contribute to prevent tumbling, and to preserve an active daily life.

Keywords: elderly people, tumble, muscular strength, hip joint flexibility, postural stability, short-term training

1. はじめに

高齢者の転倒が社会的問題となっており、その予防を目的とした研究が多く行われている。転倒の原因は身体機能の低下であるから、その維持や向上を目的に運動を継続することが重要である。運動指導を実施することも重要であり、広く行われている。例として、寝たきりや生活活動空間がほぼ家の中に終始する「閉じこもり」の予防、地方自治体や施設などにおける高齢者の転倒予防の運動指導が挙げられる¹⁻²⁾。しかし、運動に対する意識の強さは、年齢の上昇と逆相関の関係にあるため³⁾、高齢になるほど運動を1人で継続することは難しい。そのため運動指導を通して運動方法を教えても、家庭に戻ってから運動を継続することは期待できないという問題がある。

そこで本研究では、転倒予防につながる身体機能の維持・向上を目的とした運動指導について新しい提案を行う。すなわち集団での運動指導、および新しい試みである家庭における運動支援の実施を提案する。現在のところ、運動指導の効果がどのように身体機能維

持・向上に関わっているかを検討した研究は多くない⁴⁻⁵⁾。本研究では、運動指導実施期間の高齢者の下肢筋力、柔軟性、立位姿勢制御能に関する指標の変化を測定し、運動指導と運動支援が身体機能維持・向上にどのように関わるかを考察する。その結果、本研究で提案する運動指導方法が、高齢者の身体機能を維持・向上させる効果を持つことが確認できた。なお、本論文で述べる運動支援は、対象者の運動継続のための精神的支援と対象者ごとに適した運動を行うための運動指導を含めたものと定義する。

2. 実験方法

2.1 実験の概要

独居高齢者を対象として、3ヶ月間にわたる運動指導と運動支援を行い、1ヶ月ごとの下肢筋力、柔軟性、立位姿勢制御能に着目した身体機能の測定を実施した。運動の継続が重要であることから、運動がどの程度実施されているかを確認するため、すべての対象者に運動の実施状況について毎日記録させた。

集団での運動指導は健康運動指導士が行い、運動支援については運動継続のための精神的支援という観点から、専属ヘルパー（以下、訪問支援ヘルパーと呼ぶ）が各家庭に訪問し、実践的な運動指導を含めて行った。以上のように、組織的な運動指導に対する高齢者の身体機能の変化についての実験を行った。

*1 東京電機大学 工学部 情報通信工学科

*2 地域保健研究会

*3 東京電機大学 工学部 情報メディア学科

*1 Department of Information and Communication Engineering, Tokyo Denki University

*2 Community health laboratory

*3 Department of Information Systems and Multimedia Design, Tokyo Denki University

2.2 対象者

次の3点をすべて満たす独居高齢者を対象者とした。

- (1) 介護認定で「自立」あるいは「要支援」レベル
- (2) 外出頻度が少ないこと
- (3) 心疾患などの既往歴がないこと

神奈川県横浜市栄区保健所の協力により、男女計20名(男性10名、女性10名)を対象者として選定し、全4回の運動指導と全12回の運動支援を行った。そのうち8名については、体調不良などにより期間中の一部の測定が行えなかったため、本論文の検討対象からは除外した。したがって以下では、12名(男性4名、女性8名)平均年齢 81.0 ± 4.7 歳(74~88歳)を対象とした結果について述べる。運動指導期間は11月から翌年2月の3ヶ月間(110日間)である。

2.3 測定の概要

毎回、集団での運動指導の開始直前に12名全員に対し、2.4で述べる身体機能各項目の測定を実施した。運動指導の直前に測定した結果には、健康運動指導士による1ヶ月前の運動指導と訪問支援ヘルパーによる1ヶ月間の運動支援の効果が反映される。また、当日の一過性の運動による効果が除外される。1回の測定には、1名について約20分を要する。12名全員の測定にはおよそ70分を要する。

他の研究では、運動指導開始前と終了後の2回の測定が同一日に行われているが⁴⁻⁵⁾、高齢者の身体機能がどのような過程を経て向上するかを理解するには、同一人について日を変えて測定するのがよい。本研究では1ヶ月に1回の運動指導を行っており、その日に対象者の身体機能各項目の測定を実施することとした。すなわち月1回の運動指導と4回の運動支援の効果を調べるために、翌月の運動指導前に測定を行うこととした。

なお本研究では運動指導を行わない対照群を設けていない。つまり身体機能の変化が運動指導の効果なのか、測定に対する慣れなのか、心理的な作用なのかを明らかにできないが、これらを含めても身体機能が維持・向上することが明らかになれば、運動指導の推進に役立つと考える。

運動の継続が重要であることから、運動実施の記録票に毎日回答してもらった。記録票には、運動を多く行った、少し行った、行かなかったの3段階の自己評価を記入してもらった。本人の自己評価をそのまま評価項目としたため信憑性は高くないが、運動実施状況推定の参考と運動継続のモチベーションの牽引効果があると考えた。

実験参加にあたっては、事前に対象者に実験の主旨を文書にて説明した。さらに毎回の測定開始前にも口頭による説明に加え、健康運動指導士や保健師が対象者の体調をチェックした上で、対象者の同意を得てから実験を開始した。

運動指導の効果は分散分析によって検定を行い、有意差があると認められた項目については多重比較を行った。効果の検定では危険率5%以下を有意差があると認めることとした。

2.4 測定項目

高齢者の転倒の主要原因として、下肢筋力と立位姿勢制御能の低下が挙げられる⁶⁻⁷⁾。さらに、下肢柔軟性の欠如は、歩幅の減少と歩行速度の低下を誘発し、転倒を誘発する要因となる⁷⁻⁸⁾。腰部付近の柔軟性の欠如は、歩行姿勢の悪化や視野の減少など歩行の阻害要因である⁹⁻¹¹⁾。そこで本研究ではこの3点の身体機能を調べることにした。下肢筋力、下肢・股関節柔軟性、立位姿勢制御能を調べるための測定項目を表1に示す。表1のa、b、e、fの項目はそれぞれ2度ずつ測定を行い、よい方の測定結果を記録した。それぞれの測定項目の内容と測定対象として採用した理由につき述べる。

表1 身体機能測定項目

測定項目	身体機能
a. 10 m歩行(自由・最大努力)	下肢筋力
b. 最大1歩幅	股関節可動域と下肢筋力
c. 開眼片足立ち	立位姿勢制御能
d. 閉眼片足立ち	立位姿勢制御能
e. 握力(左右)	上肢筋力
f. 長座位体前屈	腰部柔軟性

a. 10 m歩行(自由歩行・最大努力)

10 m歩行は、下肢筋力を調べるために行った。測定では、日常的に歩行する速度による自由歩行を1回行い、さらに自分の最大の歩行速度で歩く最大努力歩行を2回行った。

通常の歩行は、瞬発力を必要とする加速期、歩行を維持する定常期、停止のための減速期で構成される¹²⁾。本研究では加速期と定常期のみに着目し、減速期を排除した。減速期には、停止する地点の数m手前からその時の速度に応じたブレーキをかけようと筋肉が機能するため、結果のばらつきが大きくなると思った。測定においては歩行距離を13 mとし、歩行開始から10 m地点に達する時間を計測した。10 m地点で停止しないことで減速期を排除した。

b. 最大1歩幅

高齢者においては、加齢により股関節の柔軟性が低下し、下肢の前後方向の関節可動域が減少する。片足を踏み出し、最大1歩幅の姿勢を維持することは、その状態を保持する下肢の静的な筋力であるアイソメトリック収縮¹³⁾を必要とする。このことから最大1歩幅を測定することで下肢筋力、下肢・股関節柔軟性を調べることができる。

これまでに報告されている最大1歩幅の測定方法は、

左右のどちらか一方を大きく踏み出し、そしてもう一方の足を踏み出した足に揃え、その距離を調べる手法⁵⁾や、足を大きく1歩踏み出しただけの距離を調べる手法がある。高齢者にとって1歩を大きく踏み出すことには恐怖感を伴い、さらにバランスを崩しやすいため再現性に欠け、かつ危険が伴う。後方の足を前方の足に揃えるためには、踏み出す足を小さく見積もる必要があることと、後ろ足を前方に蹴り出すための足関節背屈力が必要になる。本研究では、股関節の柔軟性を評価するため、立位で両足を揃えた状態から、測定する足をゆっくりずらすように前方に踏み出し、最大距離を維持させ、その距離を調べた。このことにより、対象者にとって危険がほとんどなく、測定ごとのばらつきが小さい測定が可能になるといえる。測定は両足とも2回ずつ行った。

c.d. 開眼・閉眼片足立ち

開眼・閉眼片足立ちは立位姿勢制御能を調べるために行った。片足立ちの持続時間、および片足立ち中の重心動揺を測定した。

立位姿勢制御は、下肢筋力、神経系の反射機能、深部感覚と三半規管など各種機能の総合的結果であり、生理的年齢すなわち老化度を知る上で重要な指標とされる^{14~17)}。高齢者の立位姿勢制御能の低下は、転倒と深く関わり、骨折、寝たきりに直接、または間接的に結びつくことが指摘されている^{18~20)}。重心が大きく動揺するのは、立位姿勢制御能やそれを維持する筋機能の低下、あるいは大地との接点である足部の形状自体の変形といった3件に主として起因する。よって重心動揺の測定結果は、これら3件の状態を表す指標になると考えられる。しかし、高齢者の立位姿勢制御能の評価法に関しては一定の見解がなく、我が国で60歳未満を対象に広く用いられている壮年体力テストにも、立位姿勢制御能を評価する項目がない。そのため、重心動揺測定の結果から転倒のリスクを評価することが重要であると考えられている¹⁵⁾。

開眼片足立ちを30秒間、閉眼片足立ちを15秒間行い、足についても時間内は片足立ちを続けるよう指示した。最も長く足を上げていられた時間、すなわち最大持続時間を測定し、その間の重心動揺を調べた。重心動揺プレート(MIDI CAPTEURES S.A.社製 Twin99)を用い、測定結果をサンプリング周波数10 Hzでパーソナルコンピュータに取り込んだ。支持足については、対象者が任意に選べることとした。したがって、支持足を途中で変えることも認めた。実験においては、1名以上の実験補助者を配置して転倒の危険がありそうな場合に体を支えることで転倒を防止した。

e. 握力(左右)

握力は、上肢末梢筋の共同作業による瞬時的最大筋力を表わす²¹⁾。握力は上肢の筋力を反映すると考えられ、

上肢筋力の総合評価に広く利用されている。握力の低下は日常生活レベルの低下を招くという報告⁸⁾もなされている。握力は身体機能の測定として定量的であることから、多くの報告で指標とされている⁵⁾。以上の理由により本研究において、参考データとして握力を測定することとした。測定は、市販の握力計により左右2回ずつ行った。

f. 長座位体前屈

長座位体前屈運動には腰部周辺の筋群の柔軟性が関係する。ここでは、特に大腿屈筋群の柔軟性を評価する目的で測定した。大腿屈筋の柔軟性の欠如は、前述の通り歩行の阻害要因であり、大腿屈筋群の柔軟性の確保は、転倒の予防に重要であると考えられる。測定は、文部科学省の指針²²⁾に沿って行った。

3. 運動指導と運動支援

3.1 集団での運動指導

健康運動指導士による運動指導は、1ヶ月に1回、集団で行った。表2に健康運動指導士が運動指導した項目を示す²³⁾。運動の内容には、レクリエーションの要素を取り込むことで対象者が楽しんで行えるよう工夫した。1人でできる項目は家庭でも実践し、相手がいないとできない項目は集団での場や、訪問支援ヘルパーが訪問した際に行うよう指示した。高齢者が体の動かし方を明確に理解できない場合は、訪問支援ヘルパーが、各家庭で個別に指導することでカバーした。表2の各項目につき、以下に示す内容の運動指導を行った。なお、各回の指導内容細部においては、当日の高齢者の体調などを考慮した上で健康運動指導士が臨機応変に実施した。

表2 運動指導項目

a. ストレッチ	e. ジャンケンウォーキング
b. 新聞紙ギャザー	f. 片手握手相撲
c. 足指とアーチの手入れ	g. 両手あわせ相撲
d. 筋力トレーニング	h. アクロスウォーキング
	i. 開眼・閉眼片足立ち

a. ストレッチ

ストレッチは運動前の準備体操として行った。柔軟性および上肢、下肢の関節可動域の向上が期待できる。

b. 新聞紙ギャザー

新聞紙ギャザーとは、新聞紙(640×1000 mm)(男性は1/2枚、女性は1/4枚)を片手のみでしっかり丸め、そのボールを両足の指を使って広げ、元の状態に戻し、両足指により再び丸める運動である。この運動は家庭でも気軽に実践でき、事後のアンケート調査でも大変好評だった項目である。新聞紙ギャザーにより、握力、足指の巧緻性、母指内転筋や底側骨間筋などの筋力の維持・

向上が期待できる。

c. 足指とアーチの手入れ

立脚の進化にしたがって、足指やアーチは歩行時に圧迫と伸長の力を受けるようになり、これがアーチの弾力的な緩衝器としての機能を高めることになった。すなわち形状変化と柔軟性によって、不整地への適応がなされ、体重や体の移動によって生じた力を地表に伝達することが可能になる²⁴⁾。このことから足指やアーチの手入れによって足指間の力²⁵⁾や立位姿勢制御能の向上、足先の巧緻性の向上、および足指やアーチの変形、障害の予防改善が期待できる。足指とアーチの手入れとして、足指の間に手指を挟み込み、その手指を上下左右に動かす方法や、弓蓋部分のマッサージを行った。

d. 筋力トレーニング

適度な刺激を与えることで、筋肉を萎縮させず、かつ筋力を維持・向上させることが期待できる。ここでの筋力トレーニングは、トレーニング用機器を使用せず、自宅でも実践できるよう、例えば、椅子などを使ってできるよう工夫したものである。例として、大腿直筋や内側広筋などの大腿四頭筋を強化するレッグエクステンション²³⁾、ヒラメ筋や腓腹筋などの下腿三頭筋を強化するカーフレイズ²³⁾、大腿四頭筋、大殿筋、腹筋、背筋を強化するスクワット²³⁾などを行った。

e. ジャンケンウォーキング

ジャンケンウォーキングは、つまずきの主な原因の一つである「引っ掛かり」の予防のために、前脛骨筋と下腿三頭筋の筋力の維持・向上を期待して行った。2人1組で3 m 程度の間隔で向かい合い、ジャンケンをして負けた方が、つま先立ち歩き、あるいはかかと立ち歩きで相手の周りを一周する運動である。同様に、横歩き（カニ歩き）などレクリエーションを取り入れて運動を実施した。慣れない動きであることから、ゆっくりした速度で行うよう指導した。

f. 片手握手相撲

片手握手相撲は、立位姿勢制御能と大腿四頭筋の筋力の維持・向上を期待して行った。2人1組となり、右手あるいは左手で互いに握手をする。足は前後方向に開き、前に出した互いの足のつま先を合わせ、すべての足を一直線上に置く。そして、つないでいる手を前後左右に動かすことで相手のバランスを崩す運動である。相手の手を強く引いたり、強く動かすと、脱臼や腱、関節を痛める危険性があることから、口頭で指導を行い、注意をうながした。

g. 両手あわせ相撲

2人が向かい合って立ち、両手を互いに合わせ、自分の動作により相手のバランスを崩す運動である。前脛骨筋と大腿二頭筋の筋力、バランス機能の維持・向上を期待

して行った。この運動を激しく行くと、後方への転倒、あるいはバランスを崩すことによる相手への衝突の恐れがあるため、指導では力で相手のバランスを崩させるのではなく、タイミングなどで行うよう指導した。

h. アクロスウォーキング

アクロスウォーキングとは、10 m 四方の床面枠の中央に印をつけ、印を通過するように枠内を歩行する運動である。危険防止のため1回の参加者は10名とした。様々な方向から他の人が歩いてくるため、状況を判断し身をお互いながら歩く運動である。混雑した交差点など人混みの中を歩くことを想定した。

i. 開眼・閉眼片足立ち

立位姿勢制御能の維持・向上を期待して行った運動である。左右片足ずつ各1分間の片足立ちを行った。途中で他方の足が下がって床面に接触しても、また上げて継続するよう指導した。

3.2 訪問支援ヘルパーによる運動支援

核家族化の進行にともない、高齢者のみの世帯が増加している²⁶⁾。中でも、独居高齢者の割合が増加している²⁶⁾。このような高齢者の身体機能の維持向上には、集団での運動以外に、家庭内での運動を実施することが重要と考えられる。

そこで本研究では、訪問支援ヘルパー3名を採用し、独居高齢者の家庭内での運動推進のための精神的支援と、実践的な運動指導を試みた。現実的な問題として、コストなどの要因から毎日家庭訪問を実施することは難しいため、週1回程度の訪問ペースで行った。3ヶ月間の各家庭への平均訪問回数は11.7回であり、ほぼ全員の家庭に週1回の訪問および運動支援を行うことができた。

4. 結果

4.1 測定結果

図1から図6に、1ヶ月毎に実施した身体機能の測定結果を性別に示す。図中には、平均値および標準偏差を示し、あわせて検定の結果を示した。図4には開眼および閉眼片足立ち時の重心移動速度を示した。片足立ちは、年齢による差異が大きいいため、性別および年齢別で考察した。

a. 10 m 歩行（自由歩行・最大努力）

図1より、10 m 自由歩行では、3ヶ月間の運動指導により男性で0.94 s、女性で0.22 s 時間短縮した。10 m 最大努力歩行は、3ヶ月間の運動指導により男性で0.61 s、女性で0.22 s 時間短縮した。しかし運動指導の効果は、3ヶ月間の3回の測定とも運動指導前との有意差は認められなかった。

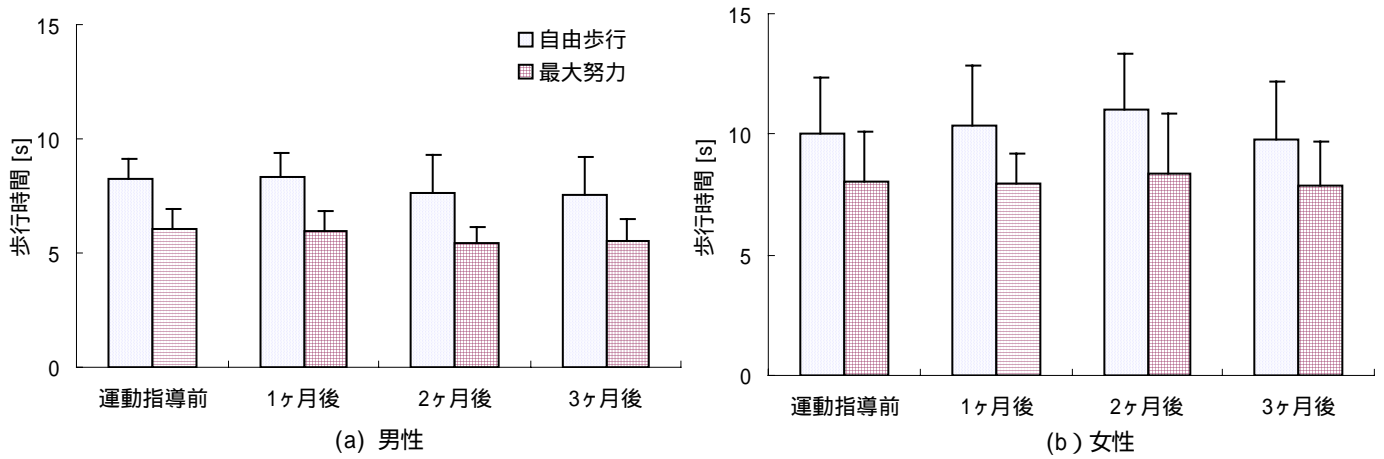


図1 10 m 歩行 (自由歩行・最大努力歩行)

10 m 歩行 (自由歩行・最大努力) による歩行時間を示した。向上の傾向は見られるが、検定の結果有意な向上は認められなかった。

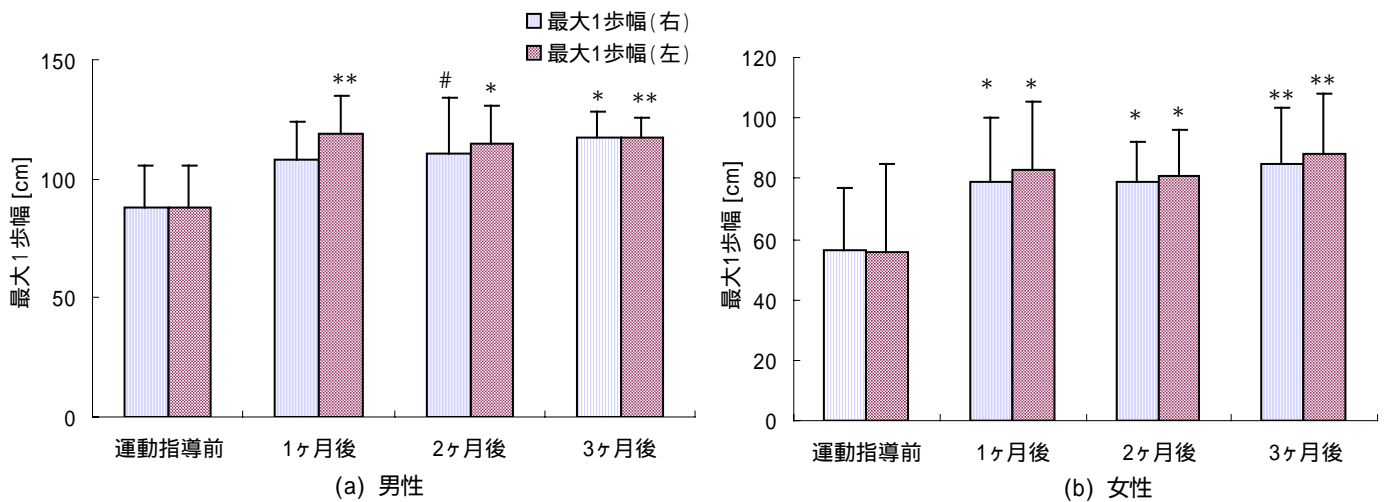


図2 最大1歩幅 (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, #: $p < 0.1$)

股関節柔軟性と下肢筋力を表す最大1歩幅の測定結果を示す。図中には分散分析で検定を行った結果を示した。最大1歩幅は男性の右足は運動指導後3ヵ月から、左足は1ヵ月、女性は左右足ともに運動指導後1ヵ月で認められた。

b. 最大1歩幅

図2より、運動指導3ヵ月後で、右足での最大1歩幅は、男性29.5 cm、女性28.9 cmの向上、左足では男性29.0 cm、女性32.0 cmの向上が得られた。運動指導の効果は、女性で両足ともに運動開始1ヵ月後から向上が認められた。男性では右足で運動指導3ヵ月後から、左足で1ヵ月後から向上が認められた。

c.d. 開眼および閉眼片足立ち

図3より開眼片足立ちは、運動指導3ヵ月後で、男性4.1 s、女性3.7 sの向上が得られた。運動指導の効果は、男女性ともに開眼片足立ちでは向上が認められず、男性の閉眼片足立ちの1ヵ月後のみに向上が認められた。女性の閉眼片足立ちの標準偏差が大きかったことから、個人間の能力差が大きいことがわかった。

図4に開眼および閉眼片足立ち時の重心移動速度を示した。縦軸の数値が大きいほど不安定であるといえる。

開眼片足立ち時の重心移動速度は、運動指導3ヵ月後で男性の70歳代で約48%、80歳代で約60%の減少であり、女性の70歳代は約19%、80歳代では約52%の減少であった。男性の開眼片足立ちのみ、運動指導の効果を確認できた。女性では、80歳代のみ向上の傾向が見られた。閉眼片足立ちの重心移動速度には向上が見出せなかった。

e. 握力

図5より、右手の握力は、運動指導3ヵ月後で、男性4.6 kgf、女性3.1 kgfの向上が得られ、左手では、男性3.4 kgf、女性3.8 kgfの向上が得られた。運動指導の効果は、男性では左右ともに認められず、女性では左手のみに運動開始1ヵ月後に認められた。参考データではあるが、女性の左手の2ヵ月後、3ヵ月後には10%以下の危険率で向上の見込みが得られた。

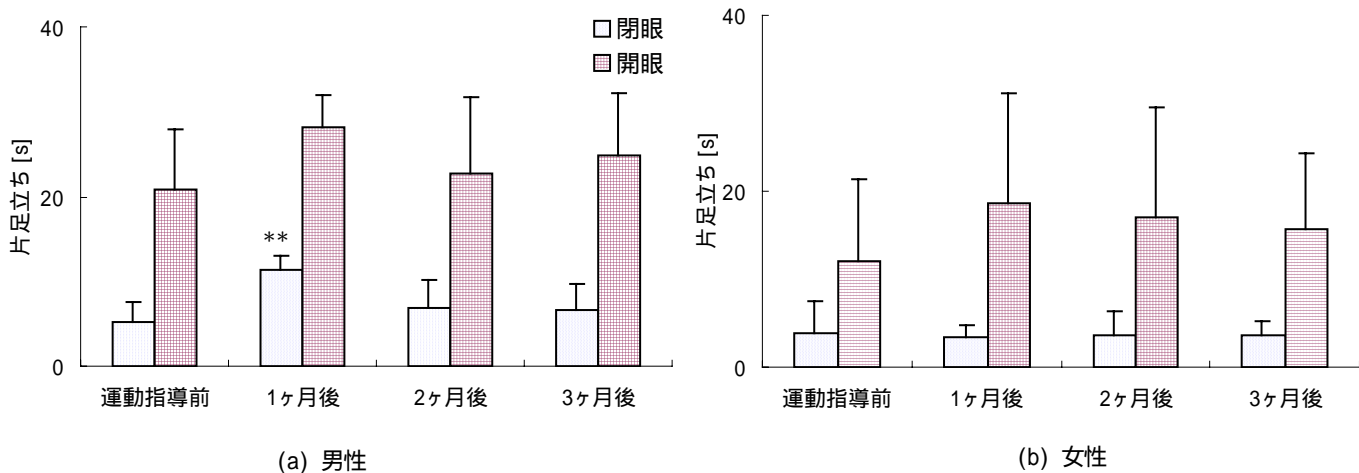


図3 開眼および閉眼片足立ち (**: $p < 0.01$)

立位姿勢制御能を表す開眼および閉眼片足立ちの測定結果を示す。図中には分散分析の検定の結果を示した。男性の閉眼片足立ちの運動指導後1ヵ月のみ向上が認められた。しかし男女ともばらつきが大きく明確な向上は確認できなかった。

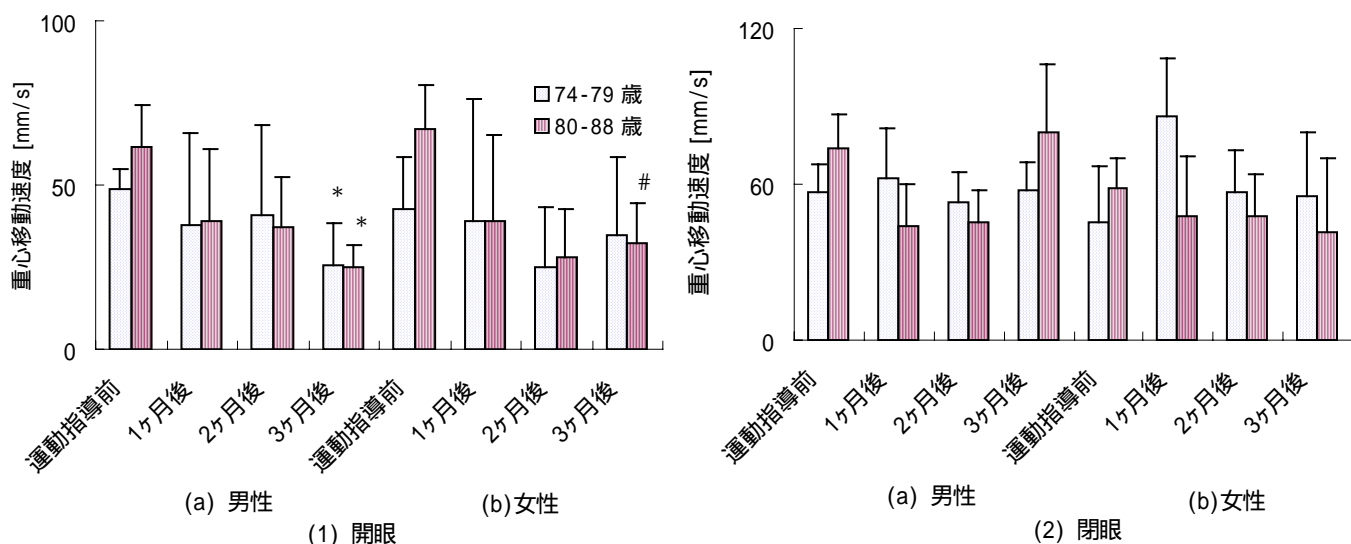


図4 開眼および閉眼片足立ち時の重心移動速度 ((1): 開眼、(2): 閉眼) (* $p < 0.05$, # $p < 0.1$)

開眼および閉眼片足立ちによる足底部の重心の移動速度の1秒間の平均値を示す。重心移動速度は低いほど安定していると考えられる。年齢で分けて示した。図中には分散分析の検定結果を示す。開眼片足立ち(1)において運動指導後3ヶ月で、男性で立位姿勢制御能の向上が認められた。閉眼片足立ち(2)では向上が認められなかった。閉眼片足立ちをできる時間が短いことに起因すると考える。

f. 長座位体前屈

図6より、長座位体前屈は運動指導3ヶ月後で、男性8.3 cm、女性4.5 cmの数値的向上があり、男性の方が女性よりも大きく向上した。運動指導の効果は、男女とも認められなかった。

5. 考察

5.1 筋力

本研究では、独居高齢者を対象とし、3ヶ月間の運動指導および運動支援による身体機能の変化を調べた。指導を行った運動項目は、身体的に特別な部分の機能強化を意図したものではなく、レクリエーションの要素を多く

取り入れて、楽しんで継続してもらえることを期待して設定したものである。そして、1ヶ月に1回の集団での運動指導のみではなく、家庭での運動を支援するための訪問支援ヘルパーを採用することで、運動の継続と効果を促した。

10 m歩行などの下肢筋力を必要とする測定項目には、男性、女性ともに数値的な向上の兆しは見られたが、大きな向上は認められなかった。下肢筋力を詳細に評価するには10 m歩行は適当ではなく、比較的長距離・長時間の歩行の実施やエルゴメータなどを用いた大掛かりな測定が適当であろう。例えば、文部科学省の高齢者向け体力テストでは、6分間歩行で持久力の測定が行われ、下肢

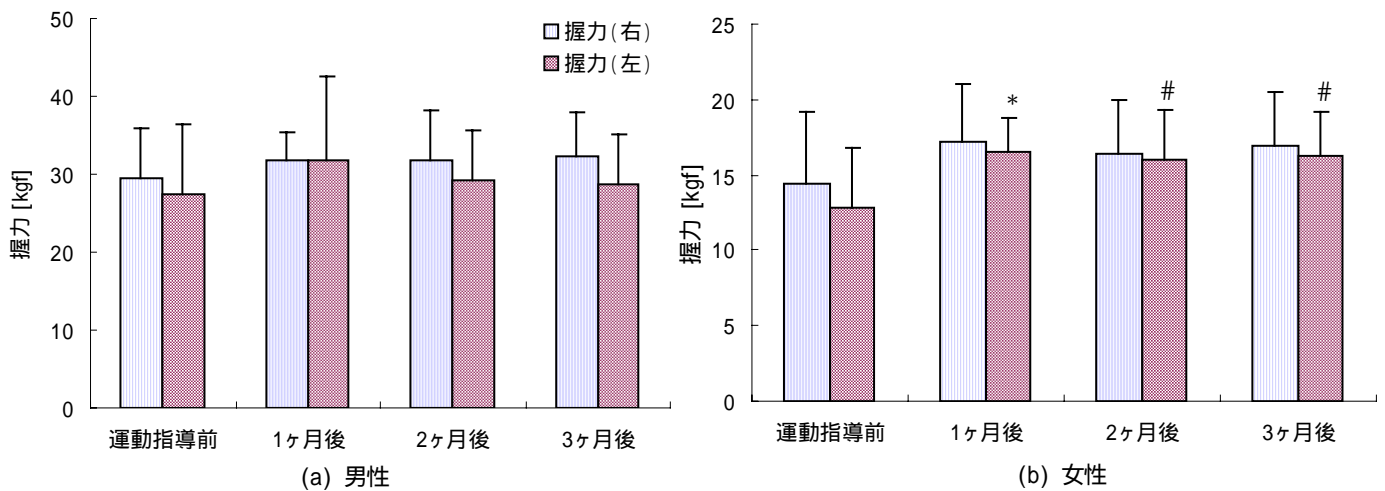


図5 握力 (*: $p < 0.05$, #: $p < 0.1$)

上肢筋力を反映する握力の測定結果を示した。図中には分散分析の検定結果を示した。女性の左手で運動指導後1ヶ月のみ向上が確認された。

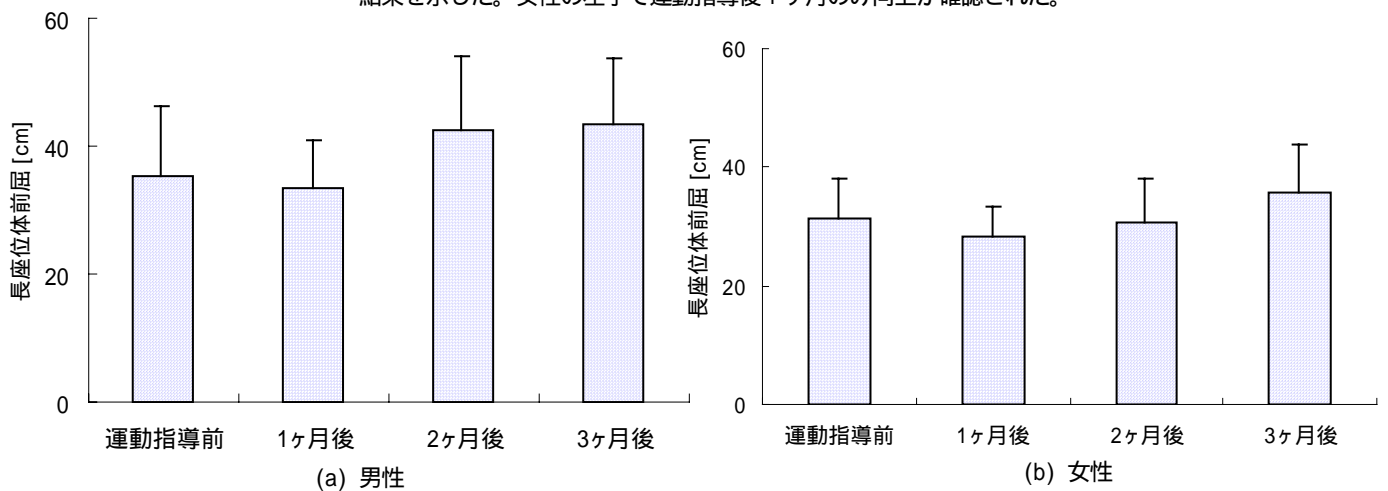


図6 長座位体前屈

腰部柔軟性を示す長座位体前屈の測定結果を示す。分散分析の検定を行ったが有意差は確認できなかった。

筋力や最大酸素摂取量との相関が得られている²⁷⁻²⁸⁾。しかし本研究は、自由に歩行できる程度の筋力維持を目指すものであり、持久力には言及していない。運動指導では、機器などを使った特別な下肢筋力の向上のための項目を設定しておらず、楽しく運動を行う方針を変えなかった。そのため下肢筋力に対して大きな向上は認められなかったものの、維持あるいは少しでも向上の兆しが見えたことは運動指導の成果であったと考える。

握力の測定結果では、運動指導1ヵ月後の女性のみ左手に運動指導の効果が認められ、参考データとして2、3ヵ月後にも向上の見込みが得られた。女性は男性に比べて握力が弱いため、転倒した際に何かにつかまることが、手を使って衝撃をやわらげるためにも握力は上がった方がよい。また、転倒に対し有意な関連項目として握力の弱さが指摘^{8、29)}されており、握力が向上すれば転倒が予防できるわけではないが、転倒による障害を最小限に食

い止めることにつながると考えられる。握力が向上したことで、運動指導が有効であったといえることができる。

5.2 柔軟性

測定の際に柔軟性を必要とし、その姿勢を維持するための筋力が求められる最大1歩幅は、運動指導開始後向上した。最大1歩幅の向上は、下肢の前後方向の関節可動域が向上したことと、下肢の静的な筋力¹³⁾が向上したことによると考えられる。転倒には下肢の影響が大きい⁶⁻¹⁰⁾。例えば、歩行速度の減少は、下肢前後方向の関節可動域の減少と関係があり、歩行阻害要因であるとともに、転倒を引き起こす要因でもある。さらに筋力の低下した高齢者は歩行の際に、速度を上げるために歩幅よりも歩数を増加させてしまい、結果としてバランスを崩すことがある。

本方法により柔軟性や筋力が向上したと考えられることから、本方法は転倒予防につながると考える。また、

レクリエーションの要素を多く取り入れて運動を指導、支援しただけで効果が認められる。よって、この簡単な方法は、例えば、地方自治体などの地域における運動指導方法として、転倒予防や事故防止の観点から即効性が期待できるといえる。

腰部周辺の柔軟性に関する長座位体前屈は、大腿屈筋群の柔軟性を調べる目的で行った。長座位体前屈は、特に男性では2ヶ月後に約10cm数値的に向上したが、3ヶ月間という短期間では向上の有意差は認められるほどではなかった。すなわち、大腿屈筋群の柔軟性は維持されたと考える。

歩行相の立脚後期から遊脚期の脚の運動は、股関節屈筋群の活動である³⁰⁾。すなわち、大腿屈筋群の可動域の向上が得られたことで、最大1歩幅の向上と合わせて、歩行能力を維持、あるいは向上が得られたと考える。このことは転倒予防にも有効であると考えられる。

5.3 立位姿勢制御能

片足立ちによって調べられる立位姿勢制御能は、視覚系、前庭系、固有感覚系等の感覚器および情報処理系からの信号に対して、筋機能を適切または有効に調和させることにより維持される機能だと考える。

男性1ヵ月後のみ閉眼片足立ちで向上が得られたが、2、3ヵ月後には最大持続時間が低下しているため、立位姿勢制御能の向上とは考えないこととした。つまり、運動指導3ヶ月間では、開眼および閉眼片足立ちの明確な向上は得られなかった。立位姿勢制御として重要なのは、下肢筋力の使い方などのフィードバックであると考えられる。高齢者の場合、加齢による下肢筋力や足指間圧力^{25, 31)}の減少、足部の形状の変形⁷⁾が多く見られる。したがって立位姿勢制御能の向上のためには、新聞紙ギャザーや足指やアーチの手入れのみではなく、下肢筋力、足指間圧力などを総合的に向上させるような新しい運動指導を考案する必要があると考える。そして個人間の立位姿勢制御能の能力差が大きいことから、個人の能力に合った運動指導を行わなければ、転倒事故や運動指導の効果を望めない可能性がある。

片足立ちの持続時間は、立位姿勢制御能や下肢筋力など様々な要因の総和であるが、重心移動速度は、立位姿勢制御能を保持するフィードバック制御の結果であると考えられる。つまり立位姿勢制御能の向上の評価には、重心移動速度を用いることが適当だと考えた。重心移動速度の測定結果より、男性の運動指導3ヵ月後において重心移動速度の減少を確認した。運動指導の効果として立位姿勢制御能力の再学習がなされたためだと判断できる。閉眼片足立ちでは、持続時間が5秒程度と短いことから重心移動速度の検討が十分にできなかった。このため閉眼片足立ちの結果を用いて運動効果を検討することは難しいといえる。

5.4 運動の継続

110日間の運動実施の記録結果では、多く運動を実施した日と少し運動を実施した日を合計した運動実施日の割合は男性で91.4%、女性で75.6%であり、男性の9割、女性の7割以上が毎日運動を実施したことがわかった。すなわち、訪問支援ヘルパーの運動支援により運動実施率を上げることが可能であったと考える。

興味深い点として、運動指導開始2ヶ月後の測定では、ほとんどの測定項目において向上が認められず低下傾向にあった。その理由として、この期間には正月が含まれることが挙げられる。運動実施の記録結果から、この原因が正月の運動不履行にあることがわかった。すなわち訪問支援ヘルパーの訪問が不規則になり、対象者が離れていた家族や親戚と一緒に過ごすことで、運動を実践できなかったことにその一因があると推察できる。このことから、運動を継続しなければ身体機能が維持できない、あるいはすぐに低下する傾向にあることがわかった。本研究では、対象者の運動支援のために訪問支援ヘルパーを採用したが、その有効性がこのことから示唆された。

6. おわりに

本研究では、転倒予防につながる身体機能維持・向上のための新しい運動指導方法として集団での運動指導と家庭での運動支援を提案した。実験においては、独居高齢者を対象として、3ヶ月間にわたる運動指導と運動支援を行い、1ヶ月ごとに下肢筋力、柔軟性、立位姿勢制御能に着目した身体機能測定を行った。本論文によって提案した運動指導と運動支援各項目の実施は、複数の身体機能の維持・向上に関与していると考えられる。ここでは、下肢筋力、柔軟性、立位姿勢制御能の維持・向上に中心となる運動指導と運動支援の効果を検討し、次の知見が得られた。

- (1) 筋力トレーニングとして行ったレッグエクステンションなどによる下肢筋力の維持・向上を期待した運動指導と運動支援を実施したが、10m歩行より評価した下肢筋力については向上が見られず、維持されるにとどまった。
- (2) 最大1歩幅に向上が認められ、運動指導および運動支援の下肢・股関節柔軟性に対する効果が認められた。主として、ストレッチや新聞紙ギャザーなどの下肢柔軟性の維持・向上を期待した運動指導と運動支援によるものと考えられる。
- (3) 男性の開眼片足立ちにおいて、重心移動速度が低下した。開眼・閉眼片足立ちにより評価した立位姿勢制御能の向上があったと考えられる。主として、片手握手相撲などの立位姿勢制御能の維持・向上を期待した運動指導と運動支援によるものと考えられる。

(4) 自宅における運動実施の記録結果から、高い運動実施率が達成された。訪問支援ヘルパーによる運動継続の精神的支援と実践的な運動指導のための運動支援による効果と考えられる。このことは身体機能の維持・向上のため重要であり、転倒予防につながると考えられる。

以上から、短期間ではあるが、レクリエーションを盛り込んだ運動指導と運動支援により、下肢柔軟性を中心とした身体機能を維持・向上させ、最大1歩幅に代表される股関節の関節可動域を広げることができたといえる。これらより本論文の運動指導方法が、高齢者の身体機能を維持・向上させる効果を持つことが確認できた。本方法は、転倒予防にも有効であると考えられる。地方自治体などで運動指導・運動支援を行う場合には、下肢柔軟性を中心としたプログラムを作成することが転倒防止には有効だと考えられる。

謝辞：

本研究に御協力頂いた横浜市栄区保健所の田村加代子氏（現 鶴見区保健所）と保健師の皆様およびヘルパーの皆様、運動を指導して頂いた健康運動指導士の牧内隆雄氏、研究に御参加頂いた高齢者の皆様に心より感謝いたします。

本研究の一部は、財団法人長寿社会開発センターの委託研究費および東京電機大学総合研究所研究費（Q03S-08）により行われた。

引用文献：

- 1) 厚生労働省老健局計画課 監修：介護予防研修テキスト、128-140、2000
- 2) 牟田洋美、安村誠司、藤田雅美、新井宏明、深尾彰：地域高齢者における「閉じこもり」の有病率ならびに身体・心理・社会的特徴と移動能力の変化、日本公衆衛生誌、45、883-891、1998
- 3) 日野原重明：循環器疾患予防のための生活習慣に関する研究、日本公衆衛生誌、29(7)、309-319、1982
- 4) 横川吉晴、甲斐一郎、臼井弥生、小須田文俊、古田大樹、小中一輝：農村部後期高齢者における転倒と関連する身体機能の低下を遅延するための介入研究、日本老年医学会雑誌、40(1)、47-51、2003
- 5) 武藤芳照、黒柳律雄、上野勝則、太田美穂編：転倒予防教室、日本医事新報社、46-47、88、1999
- 6) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, Ory MG, Sattin RW, Tinetti ME, Wolf SL: The effects of exercise on falls in elderly patients a preplanned meta-analysis of the FICSIT trials、JAMA、273、1341-1347、1995
- 7) S Obuchi, H Shibataet, S Yasumura, T Suzuki: Relationship between walking ability and risk of falls in community dwelling elderly in Japan、Jap、Phys. Ther Sci、6、39-44、1994
- 8) S.R. Lord, D. Mclean and G. Stahers: Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community、Gerontol、38、338-346、1992
- 9) M Kaneko, Y Morimoto, M Kimura, K Fuchimoto, T Fuchimoto: A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly woman .Can J. Sports Sci、16、223-228、1991
- 10) 金子公宥：高齢者の歩行運動、Jap. J. Sports Sci、10、729-733、1991
- 11) 木村みさか、田中靖人、岡山寧子：歩行テストからみた高齢者の体力、Jap、Sports Sci、14、435-444、1995
- 12) 土屋和夫監修、臨床歩行分析懇談会編：臨床歩行分析入門、11-15、医歯薬出版、1993
- 13) ロルフ ヴィルヘッド：目で見える動きの解剖学、大修館書店、88、1986
- 14) 木村みさか、岡山寧子、小松光代、奥野直、永井由香、佐藤勇輝：平衡性指標と歩行能の関連からみた高齢者の立位姿勢保持能、体育科学27、83-93、1998
- 15) 木村みさか、奥野直、岡山寧子、田中靖人：高齢者の立位姿勢保持能に関する一考察、体育科学、26、103-114、1998
- 16) 木村みさか、徳広正俊、岡山寧子、奥野直、中尾高広：閉眼片足立ちと開眼片足立ちからみた高齢者の平衡機能、体育科学、24、118-129、1996
- 17) 斎藤之男、大島徹、石神重信、吉良仁：姿勢制御訓練・評価システムの研究、バイオメカニズム 10、pp.205-215、東京大学出版、1990
- 18) 安村誠司：転倒、新老年学（編集代表折持肇）、東京大学出版社、395-401、1992
- 19) 秋山哲男：歩行空間と高齢者の自損事故に関する研究その1、科学技術庁振興調整費報告書、1999
- 20) 木村みさか：体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連、体力科学、38、175-184、1996
- 21) 日丸哲也：老年期の心理的諸特徴、垣内出版社、1979
- 22) 文部省（現文部科学省）：新体力テスト（有意義な活用のために）、2000
- 23) 田中甲子 編代表：ホームヘルパー機能強化のための方策に関する調査研究事業報告書、11-18、39-49、51-54、163-172、2000
- 24) I. A. Kapandji：カパンディ 関節の生理学 下肢、医歯薬出版、218-243、1992
- 25) 山下和彦、斎藤正男：高齢者転倒予防能力の足指間圧力計測による推定、計測自動制御学会誌、vol. 38(11)、

952-957、2002

- 26) 三浦文夫編：図説高齢者白書、19-46、全国社会福祉協議会、1998
 - 27) Cooper、K.H.：Aerobics . M . Evans and Co . Inc 、NY、1968
 - 28) 猪飼道夫：日本人の体力、日本経済新聞社、182-184、1967
 - 29) 新野直明：老人ホームにおける高齢者の転倒調査（転倒発生状況と関連要因）日老医誌、33、12-16、1996
 - 30) 臨床歩行分析研究会 編：関節モーメントによる歩行分析、医歯薬出版、19-24、1997
 - 31) 山下和彦、梅沢淳、斎藤正男：高齢者におけるバランス機能の評価、ライフサポート学会大会誌、52、2001
-