両側膝関節への抵抗構成運動が動的バランス能力に及ぼす影響

Influence that Resistive Component Movement to Both Sides Knee Joint on Dynamic Balance Ability

小林 薫¹⁾ 佐藤 仁²⁾

KAORU KOBAYASHI, RPT¹⁾, HITOSHI SATO, RPT²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Fukaya Central Hospital: 500 Harago, Fukaya City, Saitama 366-0035, Japan.
TEL +81 48-571-8032

²⁾ Department of Physical Therapy, School of Nursing and Rehabilitation at Odawara, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 22(3): 419-423, 2007. Submitted Feb. 22, 2007. Accepted Apr. 23, 2007.

ABSTRACT: Arthrokinematic approach-Hakata method, includes the role of therapeutic movement technique in addition to manual pain therapy. Resistive component movement is one of these methods. In this study, we performed the therapy to both sides knee joint of elderly people without history of central nervous disease using only manual methods, and changes in dynamic balance ability before and after the approach were investigated. The subjects were 20 elderly people who could gait by themselves who were divided into two groups of 10 by random selection of cards: with the performance of resistive component movement (mean age, 77) and without the movement (mean age, 76). The dynamic balance ability was evaluated with Timed Up & Go Test (TUG). The results show that the TUG value of the group with resistive component movement after the performance was significantly decreased ($p<0.05$), suggesting that this manual technique is useful for improvement of dynamic balance ability. We can propose resistive component movement as a therapy for the improvement of dynamic balance ability in clinical settings.

Key words: resistive component movement, dynamic balance ability, Timed Up & Go Test

要旨: 関節運動学的アプローチ-博田法は徒手の疼痛治療の他に運動療法技術としての役割も存在する。その一手技に抵抗構成運動があり、本研究では中枢神経疾患の既往のない高齢者の両膝関節へ本手技のみを施し、アプローチ施行前後の動的バランス能力の変化について調べた。被験者は、歩行自立レベルの高齢者20名とし、抵抗構成運動を施行する群（平均年齢77歳）と抵抗構成運動を施行しない群（平均年齢76歳）にカードを用いて各10名ずつ割り付けた。動的バランス能力は、Timed Up & Go Testを用いて評価した。結果、抵抗構成運動を施行した群のアプローチ施行後のTUG値が有意に減少し（ $p<0.05$ ）、本手技が動的バランス能力の向上に有用である可能性が示された。臨床では、抵抗構成運動が動的バランス能力向上に対する一治療法として提案できる。

キーワード: 抵抗構成運動, 動的バランス能力, Timed Up & Go Test

¹⁾ 深谷中央病院 リハビリテーション科：埼玉県深谷市原郷500（〒366-0035）TEL 048-571-8032

²⁾ 国際医療福祉大学 小田原保健医療学部 理学療法学科

I. 緒 言

バランスは、理学療法分野において関連の深い用語であるが、その概念は多岐にわたる。一般的に、外乱が加わった時やある課題動作にそって身体の重心位置を支持基底面内に調節する働きと捉えられるが、Shumway-Cook¹⁾は姿勢調節には身体の方付け(postural orientation)と安定性(postural stability)の2つの側面があり、バランスは後者に関する概念としている。内山²⁾は、静的姿勢保持、外乱負荷応答、支持基底面内での重心移動能力と新たな支持基底面内に重心を移動する能力に分類している。しかし、バランス能力は加齢に伴い低下し、とりわけ転倒リスクの一要因として指摘されている³⁾。また、臨床経験において高齢者は歩行や方向転換時などの動作中に転倒する頻度が高く、転倒既往者は再転倒の不安や恐怖感により活動量の低下や生活範囲の縮小を招くともされている⁴⁾。このように、我々が行う動作・運動とバランスは密接に関わり合い、理学療法を施行するにあたりこれらを評価することは重要となる。その評価項目の一つに、Podsiadlo⁵⁾によって虚弱高齢者の機能的移動能力テストとして紹介されたTimed Up & Go Test(以下TUG)がある。臨床では、高齢者をはじめ整形外科疾患やパーキンソン病、脳卒中片麻痺患者などに対する理学療法の効果判定として幅広く応用され、同時に動的バランス能力の改善を判定する評価としても再現性が高いことが報告されている⁶⁾。

一方、本研究で用いた抵抗構成運動は関節運動学的アプローチ(Arthrokinematic Approach: 以下AKA)-博田法の運動療法技術である。筆者ら⁷⁾は、下肢整形外科疾患患者(平均年齢76歳)を対象に本手技のみを施し、アプローチ施行後の歩行能力が改善することを報告した。現在、本手技に関する報告は散見する程度であり、本研究のような運動能力の向上を目的としたものも数少ない。

そこで、本研究では高齢者の両膝関節へ抵抗構成運動のみを施し、アプローチ施行前後の動的バランス能力の変化について調べた。結果、抵抗構成運動が動的バランス能力の向上に有用である結果を得たので、本手技の技術的解説や臨床活用法などと合わせて報告する。

II. 対 象

被験者は、歩行自立レベルの高齢者20名で、口頭指示理解は全員良好であった。中枢神経疾患や認知症を既往とする者は除外し、抵抗構成運動を施行する群(以下

表1 対象者の属性

	AKA 群 (n=10)	対照群 (n=10)
性別	男性 2 名, 女性 8 名	男性 2 名, 女性 8 名
年齢 (歳)	76.9 ± 6.4	75.8 ± 4.3
身長 (cm)	147.8 ± 6.6	149.7 ± 12.2
体重 (kg)	49.1 ± 8.5	51.8 ± 9.9
BMI (kg/m ²)	22.5 ± 3.5	22.5 ± 4.5

平均値±標準偏差

AKA群)と抵抗構成運動を施行しない群(以下対照群)にカードを用いて各10名ずつ割り付けた(表1)。なお、全対象に本研究の目的と内容を十分説明し同意を得たのち測定を実施した。

III. 方 法

TUGは、高さ約46 cmの訓練用腰掛け(OG技研社製, GH-37: 以下腰掛け)から3 m前方に目標物を置いた室内歩行路を使用した。方法は、検者の合図で腰掛けから起立、3 m歩行、180°方向転換、再度3 m歩行、着座の一連動作を各被験者の快適歩行速度で行い、所要時間(秒)をストップウォッチで測定した。開始肢位は、体幹垂直位の端坐位で両手は膝上に置くこととし、検者の合図から再び殿部が腰掛けに接地するまでの時間を1/100秒単位でTUG値として採用した。その際、測定前に検者がTUGを説明しながら手本を示し、被験者に1回練習させた。なお、測定中は不意の転倒に備えて検者は被験者の近位後方で監視した。

AKA群の手順は、①アプローチ施行前2回のTUG値を30秒以上の間隔で測定し、平均値を採用。②両膝関節伸展への抵抗構成運動を体幹垂直位、膝関節屈曲約90°の端坐位で行い、同一検者で両下肢10回2セット施行。③アプローチ施行後1回のTUG値を測定。対照群の手順は、AKA群と同様にアプローチ施行前2回のTUG値測定後、アプローチに要する同時間の端坐位のみを施行し、その後アプローチ施行後1回のTUG値を測定した。つまり、AKA群の手順①③を実施し、②は端坐位のみ実施した。

AKA群と対照群ともにアプローチ施行前後のTUG値変化についてWilcoxonの符号付順位検定を用い、危険率は5%未満とした。手順①においては、再現性確認のためにアプローチ施行前2回のTUG値に級内相関を用いた。なお、統計解析はStat View 5.0 for Windowsを使用した。

本研究では、中枢性運動麻痺や著明な関節変形を有さない高齢者の両膝関節へ抵抗構成運動-骨抵抗運動を

施行した。なお、検者は関節運動学的アプローチ医学物理学会・作業療法士の正会員であり、当会認定のインストラクターのもと技術指導を受けた1名で実施した。

手技は、検者は被験者の前方に位置し、被験者の両下肢ともに検者の右手母指と示指指間部を脛骨近位端前面に、左手は脛骨遠位端前面に置いた。被験者に各回ごとに膝関節を伸展するよう指示し、脛骨近位端の前方凹滑りおよび骨運動にごくわずかな徒手抵抗を加えた。本手技は、Kaltenbornの凹凸の法則に従って骨と関節面を同時に操作するため、骨運動に伴って自然に起こる関節面の構造的な付随回旋 (conjunct rotation)⁸⁾を阻害しないよう肢節を強く把持しないことに留意を要す。また、関節角度に伴って変化する関節面の位置変化に合わせ、検者の両手、すなわち抵抗を加える角度を関節面に一致させることを注意点とした (図1)。

IV. 結果

両膝関節へ抵抗構成運動を施したAKA群のアプローチ施行後TUG値が有意に減少した。AKA群のアプローチに要する同時時間の端坐位のみを施した対照群のアプローチ施行前後TUG値に有意差は認めなかった (表2)。また、アプローチ施行前2回のTUG値の級内相関は、AKA群0.996、対照群0.991であり両群とも再現性を認めた。

V. 考察

両膝関節伸展運動に対して抵抗構成運動のみを施すことで、動的バランス能力が向上する結果を得た。バランスに対する関連要因についてはいくつかの仮説が提唱されているが、Shumway-Cookら⁹⁾は、個人の身体機能を行動、知覚、認知に分類している。具体的には、行動に筋骨格系・神経筋系要素、知覚に個々の感覚系・感覚戦略などを挙げている。認知に関しては予測や適応機構を挙げているが、特に注意力に焦点をあてている。また、Lordら¹⁰⁾は姿勢保持の諸システムとして筋力や神経筋調節、視覚、反応時間などを挙げている。このように、両者はバランスに対するシステム理論を提案しているが、その中でも筋骨格系の構成要素と神経筋調節は共通要素の1つである。これらは、疾病に関係なく加齢変化により低下すると考えられ、老化による筋力低下に関する報告¹¹⁾においても、20歳時の筋力を基準とした場合、握力は70歳で男女ともに30%低下、下肢筋力は60歳男性で48%、女性で56%の低下を示している。つまり、加齢に伴う筋力低下は上肢よりも下肢に著しいことが

図1 膝関節伸展 抵抗構成運動—骨抵抗運動

凹凸の法則に従い、脛骨近位端の前方凹滑りおよび骨運動にごくわずかな徒手抵抗を加える。

同え、高齢者の転倒や二次的障害への可能性を示唆する結果と言える。

本研究で用いた抵抗構成運動は、手技施行直後に筋力が向上する現象が確認できるが、これは促通効果の1つである神経筋再教育が影響していると考えられる。また、四肢の関節受容器を刺激することで関節運動反射を促進し、筋出力を向上させる効果もある¹²⁾。関節運動反射とは、Type IからType IVまでである関節受容システムの中でも、Type I・IIの2つを刺激することでこれらが反応し、筋収縮力が促進するという生体応答である。石田ら¹³⁾も、健常成人の膝関節へ抵抗構成運動のみを施すことで、膝伸展力が向上する報告をしている。一方、バランス保持に関する研究では¹⁴⁻¹⁶⁾、特に下肢筋力の重要性が指摘されている。

以上のことから、本研究においても本手技施行による膝伸展力の増大が動的バランス能力に影響したと推察した。なかでも、目印を折り返す際や着座時の方向転換がTUGの構成要素の中で最も動的バランス能力を要すると考えられ、本研究ではこれらの動作向上が結果に

表2 抵抗構成運動施行前後のTUG値変化

	アプローチ施行前 (秒)	アプローチ施行後 (秒)	有意差
AKA 群 (n=10)	15.18 ± 8.77	13.71 ± 7.65	p<0.05
対照群 (n=10)	10.98 ± 2.92	11.01 ± 3.11	n.s
平均値±標準偏差 n.s : not significant			

影響したと推察した。しかし、TUGは歩行の要素も含んでいるため、本手技施行による歩行能力向上も結果に影響を及ぼした一要因と考えた。また、表2からアプローチ施行前のTUG値に群間差が確認できるが、対照群と比較してTUGに所要時間を要したAKA群に抵抗構成運動がより影響を及ぼした可能性も否定できない。そのため、一定の条件下で抵抗構成運動の有効性を再検討していくことが今後の課題となった。

理学療法で抵抗構成運動を活用する場合、突発的な力を加えず低負荷で無痛治療できるという特徴から幅広い対象者に実施可能であり、筋骨格系傷害などのリスク面からも効果的な手技と言える。本手技は、関節端での抵抗は共通しているが、治療目的や被験者の筋力状態に応じて骨運動は介助運動、自動運動、抵抗運動のいずれかの中から選択する¹⁷⁾。臨床的に骨介助運動を用いた技術の使用頻度が高いが、関節疾患などの筋力増強には関節面の滑りと逆方向にゆっくり圧迫を加え、それと同時に骨運動に対する抵抗を加える¹⁸⁾。そのため、本研究では検者が骨運動に対して抵抗を加えたが、被験者の筋力状態がDanielsら¹⁹⁾の徒手筋力検査法 (Manual Muscle Testing : 以下MMT) で段階3の者には骨自動運動、段階2ないし段階1の者には骨介助運動を行うなど各段階に応じた手技選択が必要となる。つまり、抵抗構成運動はMMTのどの段階にも対応可能であり、筋力低下状態にある筋や虚弱高齢者、変形性関節症患者などに対して実用的なアプローチが提供可能である。抵抗量に関しては、抵抗が強すぎる場合は構成運動を抑制し疼痛誘発などの結果を招き、逆に抵抗が弱すぎる場合は構成運動の誘発は困難となり身体に与える影響は少ない。そのため、抵抗は骨運動時に生じる関節面の滑りを検者が触知したのち、この動きに合わせて手を密着させながら追従させる程度でよい。また、関節痛などを有する者には、疼痛のない関節可動範囲で最小限の抵抗を加えることが技術的な要点となり、この場合も身体反応を観察しながら適量を調節することが効果を左右すると考える。

今回、動的バランス能力の向上に関して膝伸展筋力

の影響を考えたが、筋力値を明確に把握するまでには至らなかった。現在、高齢者のバランス改善には筋力トレーニングやバランストレーニングなどを組み合わせた複合的運動療法が推奨されているため²⁰⁾、本手技は動的バランス能力改善に対する一治療法として活用することが適当と考える。また、今回評価で用いたTUGは転倒との相関が高く⁶⁾、Podsiadloら⁵⁾の高齢者を対象とした研究でもTUG値が20秒以上であると歩行不安定であり、転倒の危険性を予測する一つの目安としている。しかし、本研究では歩行自立レベルの高齢者を対象とし、全体の平均TUG値が約13秒であり転倒の危険性は少ないと解釈した。すなわち、バランス能力が比較的維持されている高齢者に対して、本研究におけるアプローチ施行後のTUG値が有意に減少したことは、動的バランス能力に対する本手技の有用性を示している。

今後、本手技に関しては疾患別の介入効果の差や経時的変化など更に追究していく必要がある。同時に、有効的なアプローチ施行回数や他身体部位へ及ぼす影響など、これらが研究課題となった。

引用文献

- 1) Shumway-Cook A, Woollacott MH: Motor Control, Williams & Wilkins, Baltimore, 1995, pp81-89.
- 2) 内山 靖 : 姿勢バランスの定量的評価. 理学療法学, 1997, 24(3): 109-113.
- 3) 内山 靖 : 高齢者の平衡機能と転倒. 理学療法, 2001, 18(9): 858-864.
- 4) 三好 圭 : 転倒による骨折予防に対する理学療法の効果とその限界. 理学療法, 2001, 18(1): 157-161.
- 5) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go", a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc, 1991, 39:142-148.
- 6) 岡持利亘, 飯田 裕 : Up&Goテスト. 理学療法, 2005, 22(1): 129-136.
- 7) 小林 薫, 佐藤 仁 : 抵抗構成運動による歩行能力の改善—整形外科疾患患者に対するアプローチ—. 理学療法科学, 2006, 21(4): 411-415.
- 8) MacConaill MA, Basmajian JV: Muscles and movements, a basis

- for human kinesiology, 2nd ed., Robert E Krieger Pub, 1977, pp58-84.
- 9) Shumway-Cook A, Woollacott MH: Motor control, theory and practical applications, 2nd ed., Lippicott Williams & Wilkins, Baltimore, 2001, pp86-93.
- 10) Lord SR, Sherrington C: Falls in older people. Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp48-66.
- 11) 丸山仁司：高齢者リハビリテーションの動向．理学療法科学，2004，**19**(3): 163-167.
- 12) 博田節夫：日本AKA医学会学術集会誌．日本AKA医学会理学・作業療法士会，山口，2006, pp20-42.
- 13) 石田 弘，渡邊 進：健常者の膝関節伸展に対する抵抗構成運動の効果．理学療法学，2005，**32**(2): 243.
- 14) 新井武志，大淵修一，稲葉康子・他：運動介入による高齢者のバランス機能の変化と身体機能との関係．理学療法学，2005，**32**(2): 564.
- 15) 鈴木隆雄：高齢者の転倒事故．J Clin Rehab, 2001，**10**(11): 955-960.
- 16) 小野田真弓，松田英希，藤澤美由紀・他：足趾把握筋力とバランス能力の関係について．理学療法学，2004，**31**(2): 428.
- 17) 井端康人：理学療法ハンドブック改訂第3版，第2巻．細田多穂，柳澤 健（編），協同医書出版，東京，2002, pp23-43.
- 18) 博田節夫：関節運動学的アプローチ AKA．医歯薬出版，東京，1993, pp129-134.
- 19) Hislop HJ, Montgomery J（著），津山直一（監訳）：新・徒手筋力検査法第6版．協同医書出版，東京，1998, pp2-10.
- 20) 藤澤宏幸：バランス障害の改善．総合リハビリテーション，2005，**33**(7): 621-625.