

研究ノート

体幹屈筋群・股関節周囲筋の機能低下を呈した高齢者に対する
Prone position による運動の効果：シングル・ケースデザインによる検討

森 本 真太郎

日本福祉大学 健康科学部

The effects of exercise in prone position on functional impairment
of trunk flexor and hip muscles in an old person : A single case study

Shintaro Morimoto

Faculty of Health Sciences, Nihon Fukushi University

Keywords: 地域高齢者, prone position, 体幹機能, バランス

1. はじめに

人間は重力に対し適切に定位(空間的定位と基礎的定位置の一致)することにより、様々な活動が可能になる。しかし、疾病や加齢により定位が困難になると日常生活上で様々な問題が生じ、問題が生じる理由を自分ではつきりと自覚できない場合、更なる重大な問題に発展する¹⁾。特に高齢者は定位できなくなることでバランス不良となり容易に転倒に繋がる。このような高齢者の転倒は、骨折等の外傷や転倒恐怖などの転倒後症候群を誘発し、要介護者増加等の社会的な問題となっている²⁾。これらの背景を踏まえ、地域在住高齢者を対象とした転倒予防教室や、転倒予防プログラムの効果が報告されている³⁾。一般的には継続的な筋力向上トレーニングやバランス訓練が転倒予防に効果的とされる^{4,5)}。

今回、通所リハビリテーションを利用し体幹屈筋群、股関節屈筋の特異的な運動機能低下にて、頻回の転倒を経験した高齢者に対し介入を行った。既往歴、身体機能を精査したが、神経学的異常所見は認めず、体幹と下肢近位の運動機能低下を呈すのみであった。本症例に対しこれまで実施した介入は、一般的な関節可動域訓練、筋

力向上訓練、バランス訓練であったが、転倒予防には至らなかった。この機能低下の原因について、不動による廃用の可能性も含め議論がなされたが、本症例は加齢による高齢者特有のバランス能力低下⁶⁾であると推察された。

近年、こうした姿勢制御の問題について体幹機能へのアプローチが注目されている⁷⁾。体幹の安定性を保持するためには多くの筋が関与するが、特に体幹深層筋(腹横筋や内腹斜筋)は姿勢制御に関与し⁸⁾、姿勢変化時のバランス制御に影響を与える⁹⁾とされる。体幹深層筋を活性化させる運動として、腹部引き込み運動 (Abdominal drawing in maneuver ; ADIM)¹⁰⁻¹²⁾、不安定な支持面における活動¹³⁾、Prone position (腹臥位や Puppy position) による運動⁷⁾が挙げられる。しかしこれらの運動の効果検証は健常成人を対象とした報告が多く、要介護認定を受けた地域在住虚弱高齢者を対象とした報告はない。そこで今回、体幹屈筋群、股関節屈筋に特異的な機能低下を認め、バランス低下から頻回の転倒を繰り返した1症例に対し、体幹深層筋の活動を誘発するとされる Prone position における運動介入を行い、即時効果を

表 1 身体機能評価結果

		右 左		
全般的認知機能	MMSE	27 点		
	MoCA-J	22 点		
神経学的所見	深部腱反射	異常所見なし		
	表在感覚	異常所見なし		
	深部感覚	異常所見なし		
運動学的所見	関節可動域	制限なし		
	筋力 (MMT)	腸腰筋	2	2
		中殿筋	2	2
		大腿四頭筋	3	4
		前脛骨筋	5	5
		上肢・肩甲帯・頸部は 4 - 5 レベル		
握力 (kg)	25	21		
疼痛		訴えなし		
日常生活活動	FIM (点)	総合計	116	
		運動項目	81	
		認知項目	35	

略語：MMSE, Mini Mental State Examination; MoCA-J, Montreal Cognitive Assessment MMT, Manual Muscle Testing; FIM, Functional Independence Measure

参考：MMT の段階付け (5~0)

5；最大の徒手抵抗に抗して肢位を保持できる。4；中等度の徒手抵抗に抗して肢位を保持できる。3；動かすことはできるが徒手抵抗には抗することはできない。2；重力の影響を除いた肢位で動かすことができる。1；筋収縮が目に見えるか触知できる。0；筋収縮や運動がおこらない。

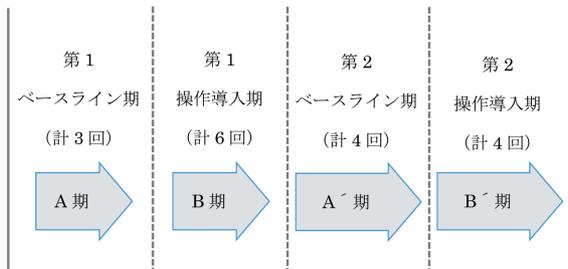


図 1 介入デザインの概要

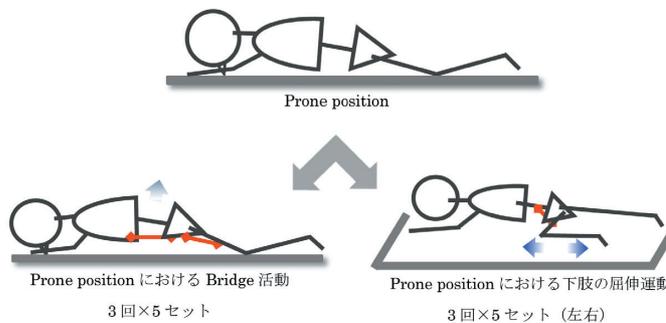


図 2 操作導入期の介入

シングル・ケースデザインにて検討した。

2. 対象

対象は、要介護認定（要支援 1）を受けた 80 歳代男性である。数年前に喉頭癌の手術を行い、現在は経過観察中で、約 9 ヶ月前から週 2 回通所リハビリを利用して。主訴は「下肢の倦怠感と立位動作時のふらつき、歩きにくさ」である。主治医より現病歴と既往歴に神経学的、整形外科的疾患は無く、また画像検査結果も特記すべき事項が無いとため、主訴の原因は不明である。抗

精神病薬の服用はない。約 5 ヶ月前より自宅での転倒が増加し始め、身体の打撲痕を認めたため、更なる傷病の発生を危惧し、通所リハビリ時に機能訓練指導員による身体機能評価（表 1）と Prone position を取り入れた個別機能訓練を実施した。

3. 方法

介入デザインはシングルケースデザイン（反復実験計画）を用い、第 1 ベースライン期を A 期、第 2 ベースライン期を A' 期とした。操作導入期として、第 1 操作

表 2 各期平均値の変化

			A 期	B 期	A' 期	B' 期
バランス機能評価	TUG テスト (s)	T 字杖歩行	20.2	17.6	19.6	18.4
		独歩	21.1	18.0	20.5	19.0
主観的評価	VAS (mm)	T 字杖歩行	44.3	62.5	46.0	54.8
		独歩	26.7	52.0	38.8	48.5
筋力	MMT (中央値)	腸腰筋 (右/左)	2/2	2/2	2/2	2/2
		中殿筋 (右/左)	2/2	2/2	2/2	2/2
		腹直筋 (右/左)	2/2	2/2	2/2	2/2
		腹斜筋 (右/左)	2/2	2/2	2/2	2/2
		大腿四頭筋 (右/左)	3/4	3/4	3/3	3/4
Senior Fitness Test	Chair stand (回数)		4.7	6.3	4.8	5.7
	Arm curl (回数)		16.3	15	16.8	17.5

略語：VAS, Visual Analogue Scale；MMT, Manual Muscle Testing

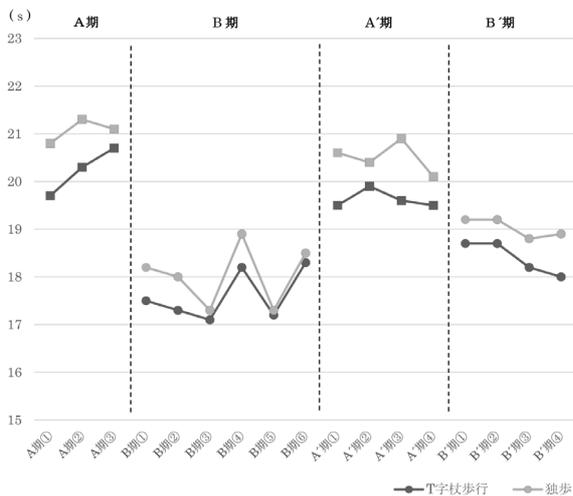


図 3 TUG テスト値の変化

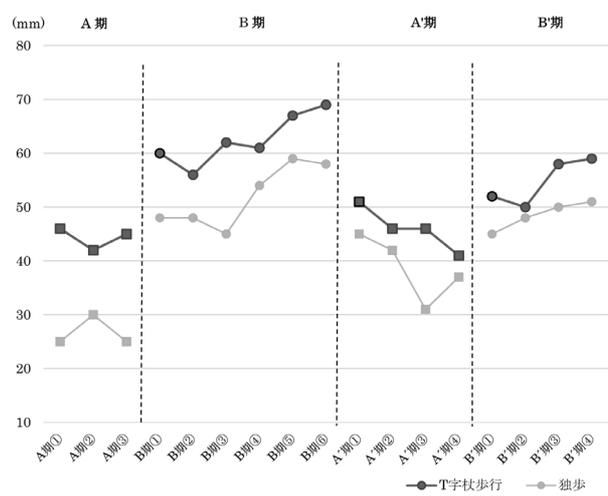


図 4 VAS 値の変化

導入期を B 期，第 2 操作導入期を B' 期とした。B' 期は A' 期において A 期と有意差を認めなくなった時点で開始した。B 期，B' 期の介入は週 2 回の頻度で計 10 回実施した (図 1)。

介入方法は，A 期と A' 期は通常訓練として施設にあるパワーリハビリテーション (以下パワーリハ) 機器を用い運動を行った。運動強度は，パワーリハ研究会推奨の修正 Borg scale 「楽である」を採用した¹⁴⁾。加えて，個別機能訓練として通常実施している 15 分間の徒手的な介入 (関節可動域訓練や筋力訓練) を行った。B 期と B' 期は，通常のパワーリハに加えて，個別機能訓練として Prone position による運動を 15 分間実施した。まずは Prone position をとること，次に Prone position における Bridge 活動 (3 回 × 5 セット) と，Prone

position において下肢 (股関節) の屈伸運動 (左右 3 回 × 5 セット) を呼吸数，脈拍数を確認し，かつ十分な休憩を挟みながら実施した (図 2)。

介入の効果判定は，バランス機能評価として TUG テストを実施した (原法¹⁵⁾に即して実施)。本症例は屋内は独歩，屋外は T 字杖を用いているため，双方の TUG テストを実施した。筋力評価として Manual Muscle Testing (以下 MMT) を実施し，測定筋は腸腰筋，中殿筋，大腿四頭筋，体幹屈筋 (腹直筋) ・回旋筋群 (腹斜筋) とした。筋パフォーマンス測定として Senior Fitness Test¹⁶⁾の中から，地域在住高齢者に用いられ簡便で信頼性の確認されている Arm Curl と Chair Stand を選択し実施した。また，Visual Analogue Scale (以下 VAS) を用い，主観的な「歩きやすさ」の評価を

TUG テストの直後に行った(「歩きやすい」が100mm)。これらの評価を毎回の介入前後に実施した(図1)。

なお、対象者には研究の趣旨を口頭にて説明し書面にて同意を得た。また、当該施設の倫理審査委員会の承認を得て実施した。

4. 結果

TUG テストと VAS の値の変化を図3 図4 ならびに表2 に示す。図3 図4 は毎回の値の推移を、表2 は各期各評価項目の平均値を示す。

A 期の TUG テストの平均値は、T 字杖使用で 20.2 秒、独歩で 21.1 秒であった。B 期の平均値は T 字杖使用は 17.6 秒、独歩は 18.0 秒で A 期と比較し所要時間が短縮する傾向が認められた。A' 期と B' 期にも同様の傾向を認めた。次に「歩きやすさ」の主観的評価である VAS の平均値は、A 期は、T 字杖使用は 44.3mm、独歩は 26.7mm であった。B 期は T 字杖使用で 62.5mm、独歩は 52.0mm であり、A 期と比較し主観的な「歩きやすさ」が向上する傾向が認められた。A' 期と B' 期にも同様の傾向を認めた(表2, 図3, 図4)。筋力評価である MMT は各期で著明な変化は認められなかった(表2)。筋パフォーマンス評価である Senior Fitness Test では、Chair stand にて操作導入期の平均回数が増加する傾向を認めたが、Arm curl は各期で著明な変化は認められなかった(表2)。

5. 考察

今回は要介護認定を受け、頻回の転倒を経験している地域高齢者1症例に対し、Prone position における運動を取り入れた介入を実施し、介入の即時効果をシングル・ケースデザインにて検討した。結果より、Prone position における運動は、バランス機能、主観的歩きやすさ、下肢の筋パフォーマンスを即時的に向上させる可能性が示唆された。

身体機能評価結果で示すように、本症例は体幹屈筋群、股関節屈筋に特異的な運動機能低下を認め、立位バランス不良、ADL 障害を呈している。本来は現病・既往歴を精査し神経学的観点から評価を実施し考察すべきだが、評価結果はいずれも否定的であった。定期的な運動習慣エピソードも確認できたことから廃用による機能低下も否定的であると判断し、加齢による高齢者特有のバランス能力低下⁶⁾であると推察された。

高齢者のバランス低下の特徴として、平衡機能、筋力、柔軟性等の低下により、体性感覚(触覚や深部感覚)優位のバランス戦略から視覚優位のバランス戦略へと変化する。その他にも神経系、感覚受容器の退行性低下により、姿勢制御機能の低下も生じる。その結果、重心動揺距離や外周面積が増大しバランス不良に陥る^{6, 18)}。今回取り入れた Prone position による運動の特徴は、体幹の安定筋(深層に位置する内腹斜筋や腹横筋)まで含めた体幹屈筋群を抗重力位で使える唯一の姿勢である⁷⁾。体幹の安定筋は姿勢制御に関与し⁸⁾、姿勢変化時のバランスに影響を与える⁹⁾。更に体幹の表在筋の活動のみでは姿勢の安定性は高まらないとの指摘もある¹⁹⁾。よって徒手の介入かつ増強目的の個別の筋に対する選択的アプローチのみでは、バランス機能の改善には繋がらないと考えられ、Prone position による運動は高齢者のバランス改善に効果的であると考えられる。

健常成人を対象とした体幹の安定筋に対する介入研究では、介入前後で重心動揺検査を実施し、総軌跡長、外周面積が有意に減少、単位面積軌跡長が有意に増加し、同時に腹横筋の筋硬度が高まる傾向が確認されている^{20, 21)}。つまり、身体の体節を表在筋で固定することで安定を得るのではなく、分節的に細かく動くことによって動的な安定が得られたということである。しかし、これらの研究は、静的立位下における研究であり、動的立位下の傾向を網羅できていない。今回、バランス評価として実施した TUG テストは、立ち上がり動作、歩行動作(方向転換を含む)、着座動作を行い、一連の遂行時間を計測するテストで、動的バランス評価として用いられる¹⁵⁾。遂行時間を短縮するためには高度な姿勢制御能力が要求される。カットオフ値は諸説あるが、所要時間の延長と転倒との関連性を述べた報告は多い²²⁾。結果より、操作導入期において、TUG テストの所要時間の短縮、筋パフォーマンス評価である Chair Stand の回数増加を認めた。今回は、重心動揺検査等の定量的評価は実施していないため、具体的なバランス制御の方略には言及できない。しかし、体幹の安定筋を抗重力位で使える Prone position における運動を取り入れたことで、上記の健常成人の重心動揺にみられた傾向^{20, 21)}が、可能性がある対象の虚弱高齢者でも即時的に実現できたと思われる。更に、日常生活に近い動作を含む TUG テストや Chair Stand といった、高い動的バランスを要する評価項目の向上がみられたことは、日常生活内での転倒

回数の減少の可能性を示唆でき、意義深い。また、筋パフォーマンス評価である Chair Stand の回数増加を認めた。パフォーマンスについては、測定時の疲労状況、欲求、その他の心身条件によって変化するとされる²³⁾。結果より、運動前後の筋力 (MMT) の段階に変化は無いが、筋パフォーマンスの向上を認めたことは、運動直後の何らかの気分状態の変化 (心理的变化) が筋パフォーマンスに影響した可能性も考えられる。

最後に、生態心理学的観点から考察を試みれば、Prone position による運動にて、知覚循環が促されたことが考えられる。知覚循環とは環境に働きかけ、環境の変化を知覚し、変化に応じた活動への修正を繰り返すことである¹⁾。体幹安定筋の活性化による動的安定性が向上したことで、TUG テストや Chair Stand 時の身体重心や支持基底面の変化に伴う体性感覚や平衡覚の入力を正しく知覚できるようになり、重力に対して無自覚的に定位できたと思われる。しかし、この観点からの効果判定は、重心動揺検査や筋電図検査等の評価が主流であるが、評価方法が確立しているとは言い切れず、今後の課題である。

6. まとめ

今回の症例では、これまで報告の見られなかった地域在住虚弱高齢者 1 名に対し、Prone position における運動を取り入れた介入の即時効果を検討し、バランス機能、主観的な歩きやすさ、筋パフォーマンス向上に有効である可能性が示唆された。今後は地域在住虚弱高齢者の類似症例の蓄積により、統計学的観点も含めた新たな介入の視点を検討していく必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 富田昌夫：自分のことを自分でもわからない - 知覚システム間の乖離 - . 理学療法学, 34(4), pp. 129-131 (2007)
- 2) 安村誠司：高齢者の転倒・骨折の頻度. 日医師会誌, 122(13), pp. 1945-1949(1999).
- 3) 猪飼哲夫：現状と課題. 総合リハビリテーション, 39(2), pp. 109-114(2011)
- 4) 川上治, 加藤雄一郎, 太田壽城：高齢者における転倒・骨折の疫学と予防. 日本老年医学会誌, 43(1), pp. 7-18 (2006)
- 5) 石井直方：サルコペニア予防のための運動プログラム. 老年医学, 48, pp. 201-204 (2010).
- 6) 田口孝行：高齢者特有のバランス能力低下の評価と理学療法, 理学療法. 29(4), pp. 424-431 (2012)
- 7) 富田昌夫：運動療法, その基本を考える - 重力への適応 - . 理学療法研究, 27, pp. 3-9 (2010)
- 8) 吉川幸次郎, 丸山仁司：姿勢変化に伴う腹横筋の作用 - 上部線維と中部線維における筋厚の変化から - . 理学療法科学. 23(4), pp. 535-538 (2008)
- 9) Urquhart DM, Hodges PW, Story IH: Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. Gait Posture, 22(4), pp. 295-301 (2005)
- 10) Dong-Kwon Seo, Ji-Seon Kim, Dong-Yeop Lee, Oh-Sung Kwon, Sang-Sook Lee, Jee-Hee Kim: The relationship of abdominal muscles balance and body balance, Journal of Physical Therapy Science, 25(7), pp. 765-767 (2013)
- 11) O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Moller NE, Richards KV: The effect of different standing and Sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population, Spine, 27(11), pp. 1238-44 (2002)
- 12) Saliba SA, Croy T, Guthrie R, Grooms D, Weltman A, Grindstaff TL: Differences in Transverse Abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain, N Am J Sports Phys Ther, 5(2), pp. 63-73 (2010)
- 13) Misuk Cho, Hyewon Jeon: The effects of bridge exercise on an unstable base of support on lumbar stability and the thickness of the transversus abdominis, Journal of physical therapy science, 25(6), pp. 733-736 (2013)
- 14) パワーリハビリテーション研究会：パワーリハビリテーションとは..... <http://npo.powerreha.jp/>, (2015年9月11日参照)
- 15) Podsiadlo D, Richardson S : The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons, 39(2), pp. 142-148 (1991)
- 16) Rikli RE, Jones CJ: Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. J Aging Phys Act, 7, pp.

129-161 (1999)

- 17) 鳥羽研二：転倒ハイリスク者の早期発見における「転倒スコア」の有用性．関節外科, 25(7), pp. 28-32 (2006)
- 18) Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, Gear J, Singer J: Decrease in timed balance test score with aging. *Physical Therapy*, 64(7), pp. 1067-1070 (1984)
- 19) 和田裕介, 金岡恒治, 竹村雅裕, 山元勇樹, 渡邊昌宏, 宮川俊平：上肢拳上運動時の体幹深部筋の筋反応時間解析．日本臨床スポーツ医学会誌, 21(2), p. 39 (2013)
- 20) 八木崇行, 富田昌夫, 三嶋博之, 杉山智久：頸部から脊柱を揺する治療の効果に関する検討 - 重心動揺計を用いた定量的評価 - . *Journal of Ecological Psychology*, 6(1), pp. 69-72 (2013). 6-402 (2013)
- 21) 高田勇, 竹田智幸, 富田昌夫：空間的定位と基礎的定位の再構成を目的とした運動療法が姿勢制御に及ぼす影響．*Journal of Ecological Psychology*, 6(1), pp. 99-102 (2013)
- 22) 島田裕之, 古名丈人, 大淵修一, 杉浦美穂, 吉田英世, 金憲経, 吉田祐子, 西澤哲, 鈴木隆雄：高齢者を対象とした地域保健活動における Timed Up & Go Test の有用性．*理学療法学*, 33(3), pp. 105-111 (2006)
- 23) 中村隆一, 齋藤宏, 長崎浩：基礎運動学．医歯薬出版, p. 451 (2003)