

It has been reported that total time or error rate on the RST (Rapid Step Test) are longer or larger in elderly fallers as compared to elderly non-fallers [1]. Static and dynamic balances and lower extremity strength output are associated with RST performance [1]. In this study, we showed that WM capacity is associated with RS task error rates.

An analysis of errors revealed that failures to reach the target line were significantly more frequent in the older Low group, compared to the remaining four groups. Allocation of cognitive resources is a component of the WM executive system [5]. Participants in the older Low group might have had more difficulty paying attention to the target line while performing the RS task, due to lower availability of cognitive resources relative to the other groups.

Total time to complete the RS task was significantly shorter in the younger group than in the older groups, while no significant time differences were found amongst the older groups. This finding is consistent with Medell and Alexander's results [1]. In addition, raw scores on the Digit Symbol-Coding (DSC) subtest of the WAIS-III did not differ across the four older subgroups. DSC scores likely reflect the coordination and speeded performance of a number of uncomplicated scanning, matching and motor operations. Taken together, these findings suggest that differences in WM capacity do not affect speeded performance of these motor operations (i.e., the total time to complete the RS task) for older participants.

None of the measures except for WM capacity in the older Low group differed significantly from those of the remaining three older groups, indicating that individual differences in WM capacity could be one of the key factors related to rapid stepping accuracy. Considering that RST performance does predict fall risk, lower WM capacity could also be a cause of higher fall risk, such that Digit Span subtest raw scores could themselves serve as a useful predictor of fall risk. Raw scores on the Digit Span subtest ranged from 6 to 11 in the older Low group. Although further investigation will be required, the Digit Span cutoff score for fall risk could be set at 11, one standard deviation below normal [6].

In conclusion, the present study demonstrated that individual differences in working memory capacity could affect rapid stepping performance, which is one of the critical protective responses to prevent falls. Working memory-related differences emerged most obviously for rapid stepping accuracy of older adults. In particular, older adults with lower working memory capacity have more difficulties with accurate rapid stepping. Furthermore, the current study suggests that the Digit Span subtest from the WAIS-III could be used as one independent predictor of fall risk in older adults.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported in part by a Health and Labour Sciences Research Grant.

REFERENCES

- [1] Medell, J. L., Alexander, N. B., "A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women", *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, Vol. 55A, No. 8, pp. M429-M433, [2000].
- [2] Beauchet, O., Annweiler, C., Dubost, V., Allali, G., Kressig, R. W., Bridenbaugh, S., Berrut, G., Assal, F., Herrmann, F. R., "Stop walking when talking: a predictor of falls in older adults?", *European Journal of Neurology*, [2009].
- [3] Yogev-Seligmann, Hausdorff, J. M., Giladi, N., "The role of executive function and attention in gait", *Movement Disorders*, Vol. 23, No. 3, pp. 329-342, [2008].
- [4] Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S., Hausdorff, J. M., "Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function", *Movement Disorders*, Vol. 21, No. 7, pp. 950-957, [2006].
- [5] Baddeley, A., "Working memory", *Science*, Vol. 255 No. 5044, pp. 556-559, [1992].
- [6] Wechsler, D., "Administration and Scoring Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition", *Harcourt Assessment Inc., U.S.A.*, [1997].
- [7] Radloff, L. S., "The CES-D scale: a self-report depression scale for research in the general population", *Applied Psychological Measurement*, Vol. 1, No. 3, pp. 385-401, [1977].
- [8] Cho, B. L., Scarpace, D., Alexander, N. B., "Tests of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults", *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 52, No. 7, pp. 1168-1173, [2004].

転倒リスクと認知的加齢： 作業記憶が急ぎステップ動作に及ぼす影響¹

○石松一真 東郷史治 大西明宏

(独立行政法人労働安全衛生総合研究所)

キーワード：高齢者，認知機能，数唱，歩行，リスク評価

目的

老年期の大きな問題のひとつとなっている転倒の原因として、加齢に伴う身体機能や認知機能の変化があげられる。本研究では、高齢者の転倒リスクと認知機能との関係を明らかにすることを目的とし、転倒しそうになったときの防御反応のひとつである急ぎステップ動作 (Medell & Alexander, 2000) と作業記憶との関係について検討した。急ぎステップ動作の評価には女性高齢者において転倒との関連性が報告されている Rapid Step Test (RST) を改変した急ぎステップ課題を、作業記憶の評価にはウェクスラー知能検査 (WAIS-III) の下位検査である「数唱」を用いた。

方法

参加者 若年者 11 名 (平均年齢 23.2 歳)，高齢者 28 名 (平均年齢 64.5 歳)。高齢者は「数唱」の素点に基づいて 4 群に分けられた (表 1 を参照)。

表 1 実験参加者の特性 (括弧内は標準偏差を示す)

	若年者	高齢 1	高齢 2	高齢 3	高齢 4
人数	11	7	7	7	7
年齢	23.2	64.6	64.9	64.4	64.3
	(2.4)	(1.6)	(3.2)	(1.9)	(1.0)
数唱	19.5	17.6	14.3	12.4	8.4
	(5.0)	(2.1)	(0.5)	(0.8)	(1.7)

課題 RST を改変した急ぎステップ課題を用いた。参加者は、前方画面の指示 [ステップする足 (左/右) と方向 (前方/右横/左横/後方) に関する視覚情報] に従い、胸の前で両上肢を交差したまま、最大ステップ長 (MSL) の 80% の位置に貼られた目標テープを踏むないしは越えるようにステップ動作を繰り返した。踏み出した足が所定ボックス内に戻ったと同時に次の指示が前方画面に 1 秒間提示された。1 試行当たりのステップ動作は 37 回であった。

手続き 参加者はまず MSL を測定した。MSL を左右脚の各方向 (前方/右横/左横/後方) につき 5 回ずつ測定し、その平均を MSL の代表値とした。その後、参加者は、急ぎステップ課題について練習試行を行い、課題のルールに十分慣れた後、本試行を 2 試行実施した。参加者には両足が所定ボックス内に戻ったと同時に提示される指示に従い、できる限り素早くかつ正確にステップ動作を繰り返すよう教示が与えられた。

結果

急ぎステップ課題の (第 1 ステップ開始から第 37 ステップ終了までの) 所要時間とエラー率 (図 1) を算出し、実験グループ間で比較した。一要因分散分析の結果、エラー率、所要時間ともに実験グループの主効果が有意であった (各々、 $F(4, 34) = 6.84, p = .0004$; $F(4, 34) = 6.90, p = .0004$)。下位検定 (Newman-Keuls test) の結果、高齢 4 のエラー率は他の高齢群に比べて有意に高かった ($p < .05$)。高齢 1, 2, 3 群と若年者群との間にはエラー率に有意な差は認められなかった。一方、若年者群の所要時間は高齢各群に比べて有意に短かった ($p < .05$)。また高齢各群間では所要時間に有意な差は認められなかった。

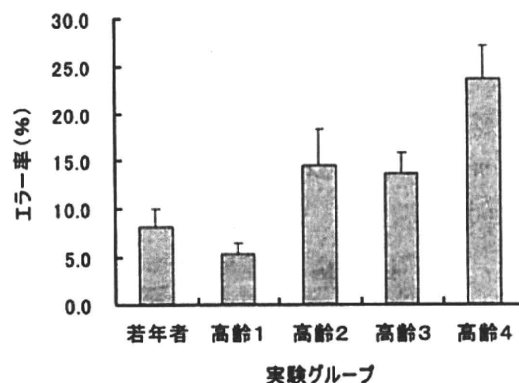


図 1 エラー率 (M+SE) の実験グループ間比較

考察

急ぎステップ課題の所要時間とエラー率を実験グループ間で比較し、作業記憶が急ぎステップ動作に及ぼす影響について検討した。結果、「数唱」の素点が 11 点以下であった高齢者 (高齢 4) は、素点が 12 点以上の高齢者 (高齢 1, 2, 3) や若年者に比べて、急ぎステップ動作のエラー率が有意に高かった。一方、急ぎステップ課題の所要時間は若年者に比べて高齢者で有意に長かったものの、高齢各群間には有意な差は認められなかった。以上の結果から、「数唱」の素点に反映される作業記憶の違いは転倒しそうになったときの防御反応のひとつである急ぎステップ動作の正確さに影響を及ぼすことが明らかとなった。特に高齢者において「数唱」の素点が 11 点以下の場合、急ぎステップ動作の正確さは顕著に低下した。

引用文献

Medell, J.L., & Alexander, N.B. (2000). A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 55A, M429-M433.

(いしまつかずま とうごうふみはる おおにしあきひろ)

¹本研究の一部は厚生労働科学研究費補助金 (課題番号: H21 - 労働 - 指定 - 006) の補助を受けて実施した。

621 年齢, 転倒経験, ステップ幅が連続ステップ動作時の重心動揺に及ぼす影響

Influence of age, falls, and step length on the postural sway during rapid stepping

○ 大西 明宏 (安衛研), 東郷 史治 (安衛研), 石松 一真 (安衛研)

Akihiro OHNISHI, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, 1-4-6 Umezono Kiyose-shi, Tokyo
Fumiharu TOGO, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan
Kazuma ISHIMATSU, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

This study examined how performance of rapid stepping task related to selected measures of balance and muscle strength. Healthy young ($n = 10$, mean age = 23 years) and elderly males ($n = 28$, mean age = 65 years) tested in their ability to take a maximal step to the front, back, and side for each foot (maximum step length (MSL)) and ability to take consecutive rapid steps in the three directions. Target step lengths during the rapid stepping were set to 80%, 70%, or 60% of MSL. Time to complete the rapid stepping and the total length of center of pressure during the test were measured. Balance and strength were studied with peak isometric knee-extension strength, the Functional Reach Test, and 1-legged stance time with eyes close. As a result, we found 1) MSL and performance of the rapid stepping significantly differed between the young and elderly groups, 2) performance of the rapid stepping at any step length did not have significant relationships with any selected measures of balance and strength for the young and elderly groups, 3) performance of the rapid stepping did not differ between elderly fallers and elderly non-fallers, and 4) MSL to the front and side had significant relationships with the knee-extension strength for the elderly group. These results indicate that MSL might be possible to predict knee-extension strength and fall risk for elderly, although performance of the rapid stepping might not.

Key Words : rapid step test, maximum step length, foot center of pressure, fall risk, age effect

A 1. はじめに

転倒リスクの評価には歩行に見られる重心の移動など日常生活の動作を反映した動的バランス機能を用いることが望ましいとされている。転倒しそうになった時に足を踏み出してバランスを保持する際に重要となる耐久力・反応力に着目した Medell らは, 前後左右の最大一步幅 [Maximum Step Length (MSL)] と MSL の 80% 以上の歩幅で指示した方向にできる限り速くステップ動作を繰り返す Rapid Step Test (RST) の成績により, 高齢者の転倒リスクを評価できる可能性を示唆した。本研究では Medell らの MSL, あるいは RST を改変した急ぎステップ課題と転倒に関連する身体機能との関係を検討した。また急ぎステップ課題でのステップ幅や転倒経験の有無が急ぎステップ課題の成績に及ぼす影響についても検討した。

A 2. 方法

本研究の参加者は, 整形外科的な罹患歴がない若年男性 10 名と高齢男性 28 名の合計 38 名であった。身体的特性 (身長, 体重, 下肢長), 転倒に関連する身体機能 (膝伸展力, 閉眼片足立ち, ファンクショナルリーチテスト), 最大ステップ長 (MSL) 及び急ぎステップ課題の所要時間と床反力作用点 (COP: center of pressure) の総軌跡長を計測した。MSL は, 胸の前に両上肢を交差したまま, ある方向 (前, 後, 左, または右) に片足で 1 歩踏み出し, その後, 踏み出した足を最初の位置まで 1 歩で戻すことが可能な最大ステップ長とした。急ぎステップ課題では前方に位置するディスプレイ上に提示された指示 [踏み出す足 (左, または右) と方向 (前, 左, 右, 後) がわかる絵] に従ってステップ動作を 37 回繰り返した。ステップ幅は, MSL の 80%, 70%, 60% の 3 条件を設定した。急ぎステップ課題は各ステップ長につき 2 試行ずつ実施した。

A 3. 結果

身体機能に年齢差が認められた。若年者の膝伸展力, ファンクショナルリーチテスト, 閉眼片足立ちの成績は高齢者

と比較して有意に高かった ($p < .05$)。MSL は全ての目標位置において高齢者よりも若年者が有意に長かった ($p < .05$)。急ぎステップ課題では, 若年者の所要時間は高齢者に比べて有意に短かった ($p < .05$)。また COP 総軌跡長はいずれのステップ幅でも若年者に比べて高齢者の方が有意に長かった ($p < .05$)。高齢者について過去 1 年間の日常生活における転倒経験の有無が急ぎステップ課題に及ぼす影響を検討した結果, 所要時間, COP 総軌跡長のいずれにおいても転倒経験の有無による有意な差は認められなかった ($p > .05$)。さらに急ぎステップ課題の所要時間あるいは COP 総軌跡長と身体機能との間には若年者, 高齢者どちらにおいても有意な関係は認められなかった ($p > .05$)。一方, 高齢者では, 前あるいは横方向の MSL と膝伸展力との間に, 有意な正の関連性が認められた ($p < .05$)。

A 4. 考察

本研究では, MSL 及び急ぎステップ課題と転倒に関連する身体機能との関係, ならびに高齢者の転倒経験の有無が MSL や急ぎステップ課題の成績に及ぼす影響を検討した。その結果, 転倒に関連する身体機能といわれている下肢筋力 (膝伸展力), 静的バランス機能 (閉眼片足立ち), 動的バランス機能 (ファンクショナルリーチテスト), MSL, 急ぎステップ課題の成績 (所要時間, COP 総軌跡長) に加齢の影響が認められた。一方, 高齢転倒非経験者と高齢転倒経験者との間では身体機能, MSL, MSL の 80%, 70%, 60% のステップ幅での急ぎステップ課題の成績に差は認められなかった。ただし, 高齢者では, 前と横方向の MSL は膝伸展力と有意な正の関係が認められた。

以上より, 急ぎステップ課題を用いて高齢者の転倒リスクを評価することは困難であると考えられた。一方, 前あるいは横方向の MSL は高齢者の下肢筋力を反映する指標, あるいは下肢筋力に関連する転倒のリスク評価指標となりうる可能性が示唆された。

1. はじめに

転倒リスクの評価法の1つである閉眼片脚立ちテストは下肢の筋力や平衡機能等を反映した有効な指標としてこれまで高齢者を対象として多くの場面で用いられてきた⁽¹⁾。しかしながら、静止立位を持続するという状況は日常生活場面では少ないため、重心の移動を伴う歩行やイスからの立ち上がりといった日常生活場面に多い動作中のバランス機能（動的バランス機能）の評価の方が転倒リスクの評価には望ましいとされている⁽²⁾⁻⁽³⁾。

Medellら⁽⁴⁾は転倒しそうになった時に脚を踏み出してバランスを保持する際に重要となる耐久力・反応力に着目し、前後左右の最大一歩幅[Maximum Step Length (MSL)]とMSLの80%以上の歩幅で、指示した方向にできる限り速くステップ動作を繰り返すRapid Step Test (RST)を用いて、高齢者の転倒リスクを評価できる可能性があることを示唆している。彼らは、バランス機能が劣っている高齢者はそうでない高齢者と比較してMSLが短い、RSTの所要時間が長い、と報告している⁽⁴⁾。さらにMSLあるいはRSTの所要時間は開眼片足立ちや下肢筋力等と有意な相関があるとも報告している⁽⁴⁾。しかしながら、解析の対象者には若年者と高齢者が含まれ、いずれの評価値にも存在する加齢の影響は調整されていない。したがって、MSLあるいはRSTの成績と関連する身体機能（とくに転倒に関連するもの）は明らかではない。

そこで本研究では、MSLあるいはRSTの成績は、どのような身体機能と関連するのか、また高齢者の転倒経験の有無を反映するのかを調べた。なおRSTについては、ステップ動作の指示の手法やステップ回数をMedellらの方法から変更した課題（急ぎステップ課題）を用いた。さらに急ぎステップ課題では、Medellらの方法で用いられているMSLの80%の歩幅に加え、MSLの70%、60%の歩幅でのステップ動作についても検討した。

2. 方法

2・1. 参加者

本研究には腰痛あるいは整形外科的罹患歴のない若年男性10名、高齢男性28名の合計38名が参加した（Tab.1）。参加者は、研究内容及び実験で起こり得る危険性とその安全対策について、口頭及び書面によるインフォームドコンセントを受け、同意した上で本研究に参加した。なお、本研究は独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究倫理委員会の承認を得ている。

2・2. 手続き

身体的特性、転倒に関連する主な身体機能、最大ステップ長（MSL）及び急ぎステップ課題中の所要時間と床反力作用点（COP: center of pressure）の総軌跡長を2日間に分けて計測した。第1日目は身体的特性と身体機能（膝伸展力、閉眼片

Tab.1 若年者と高齢者の身体的特性、身体機能、最大一歩幅（MSL）

	若年者 (n=10)	高齢者 (n=28)
年齢 [歳]	23 ± 3	65 ± 2*
身長 [cm]	174 ± 5	165 ± 6*
体重 [kg]	67 ± 6	65 ± 8
下肢長 [cm]	89 ± 5	84 ± 5*
膝伸展力 [kg]	102 ± 23	65 ± 13*
閉眼片足立ち [秒]	115 ± 93	16 ± 16*
ファンクショナルリーチ [cm]	44 ± 6	31 ± 6*
MSL [cm]		
右脚前	127 ± 8	103 ± 9*
左脚前	129 ± 9	105 ± 10*
右脚右横	113 ± 7	99 ± 8*
左脚左横	115 ± 9	101 ± 9*
右脚後	130 ± 9	111 ± 11*
左脚後	130 ± 8	109 ± 12*

値は平均値±標準偏差。*若年者と比較して有意に異なる（ $p < .05$ ）。

足立ち、ファンクショナルリーチテスト）、第2日目には、MSLと急ぎステップ課題の計測を実施した。いずれにおいても参加者には各々が履き慣れた運動用の靴を履いてもらった。

2・3. 実施課題

転倒に関連する主な身体機能として、下肢筋力（膝伸展力）、静的バランス機能（閉眼片足立ち）、動的バランス機能（ファンクショナルリーチテスト）を測定した。

- ・膝伸展力：脚筋力測定台（T.K.K.5710m、竹井機器工業）を用い、椅座位で両足の膝関節および足関節を90度屈曲した姿勢から膝を伸展させたときの最大等尺性筋力を2回測定し最大値を記録した。
- ・閉眼片足立ち：両眼を閉じてから任意の片足を挙上し、挙上した足が反対側の足に接触しないで、かつ両手が身体に接触しないでその姿勢を維持できる時間を2回測定し最大値を記録した。
- ・ファンクショナルリーチテスト：両足を肩幅程度に開いて直立した足の位置を所定位置とし、両手指先をできるだけ前方に伸ばして両上肢を肩関節屈曲90度まで挙上し、足の位置を動かすことなく身体をできる限り前傾させ、その後、足の位置を動かすことなく直立姿勢に戻ることが可能な両手指先の水平方向移動距離を3回測定し最大値を記録した。

MSLは、胸の前に両上肢を交差したまま、ある方向（前、後、左、または右）に片足で1歩踏み出し、その後、踏み出した足を最初の位置まで1歩で戻すことが可能な最大ステップ長とした。Medellらの方法⁽⁴⁾に準じて、左右脚の各方向（右脚前、右脚右横、右脚後、左脚前、左脚左横、左脚後）について5回ずつ測定し平均値を記録した。

急ぎステップ課題では、参加者は前方に位置するディスプレイ上に提示された指示〔踏み出す足（左、右）と方向（前、左、右、後）がわかる絵〕に従ってステップ動作を繰り返した。参加者は、画面の指示に従い、事前に計測したMSLに基づいて決定されたステップ位置〔最大ステップ長の80%（80%MSL）ないしは70%（70%MSL）、60%（60%MSL）〕に貼られた目標テープを踏むないしは越えるようにステップ動作を繰り返した（Fig.1）。ディスプレイ上には、踏み出し

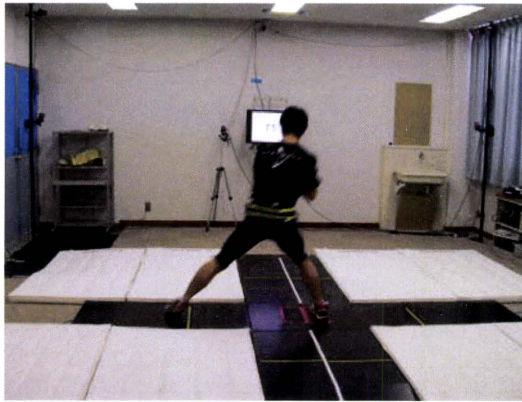


Fig. 1 急ぎステップ課題の実施風景
前方のディスプレイの指示に従い左足を横にステップングしている。

た足が元の位置 [赤色のテープで囲まれた両足が入る所定のボックス内 (35.6×30.5cm)] に戻ったと同時に次の指示が1秒間提示され、その後初期画面 (両足がボックス内でそろった絵) が表示されるようにした。参加者は、できるだけ素早くかつ指示通りにステップングするように教示された。1試行当たりのステップング回数は37回で、ステップの順序はランダムであった。ただし連続する2つのステップの順序は重複がないようにした。

急ぎステップ課題中は、ステップ時の支持脚および両足がボックス内に戻ったときの足圧中心動揺を2台の可搬型床反力計 (9286, Kistler) を用い、サンプリング周波数1,000Hzにてパソコンに記録した。急ぎステップ課題は各ステップ長につき2試行ずつ実施し、開始から終了までの所要時間とCOP総軌跡長それぞれの平均値を記録した。

2・4. 統計解析

若年者と高齢者、あるいは高齢者転倒非経験者と高齢者転倒経験者の間の比較には二元配置分散分析、あるいは対応のないt検定を用いた。また多重比較にはBonferroni法を用いた。MSL、急ぎステップ課題の所要時間、COP総軌跡長、基礎体力との間の関係は、Pearsonの積率相関または年齢を調整した偏相関係数を求めた。なお有意水準は5%未満とした。

3. 結果

3・1. 年齢による比較

Tab.1に年齢群別の身体的特性及び身体機能の測定値を示す。若年者の膝伸展力、ファンクショナルリーチテスト、閉眼片足立ちの成績は高齢者と比較して有意に高かった ($p < .05$)。若年者のMSLは全ての目標位置において高齢者よりも有意に長かった ($p < .05$)。

急ぎステップ課題の所要時間をTab.2に示す。年齢群 (若年者、高齢者) ×ステップ幅 (80%MSL, 70%MSL, 60%MSL) の二元配置分散分析の結果、年齢群及びステップ幅の主効果が認められた ($p < .05$)。若年者の急ぎステップ課題の所要時間は高齢者に比べて有意に短かった ($p < .05$)。またステッ

Tab.2 急ぎステップ課題の所要時間 [秒]

	若年者 (n=10)	高齢者 (n=28)
80% MSL	83.2 ± 7.1	100.1 ± 11.8*
70% MSL	74.9 ± 5.8 _a	92.7 ± 10.6* _a
60% MSL	71.4 ± 5.8 _b	88.6 ± 10.8* _b

値は平均値±標準偏差。*若年者との比較 ($p < .05$)。*80%MSLとの比較 ($p < .05$)。
_a他のステップ幅との比較 ($p < .05$)。

プ幅については、70%MSLでの所要時間は80%MSLに比べて有意に短かった ($p < .05$)。また60%MSLでの所要時間は、70%MSL及び80%MSLに比べて有意に短かった ($p < .05$)。なお、年齢群×ステップ幅の交互作用は認められなかった ($p > .05$)。

次に、急ぎステップ動作中のCOP総軌跡長をFig.2に示す。年齢群×ステップ幅の二元配置分散分析の結果、年齢群の主効果のみが有意であり、いずれのステップ幅でも高齢者のCOP総軌跡長は若年者に比べて有意に長かった ($p < .05$)。

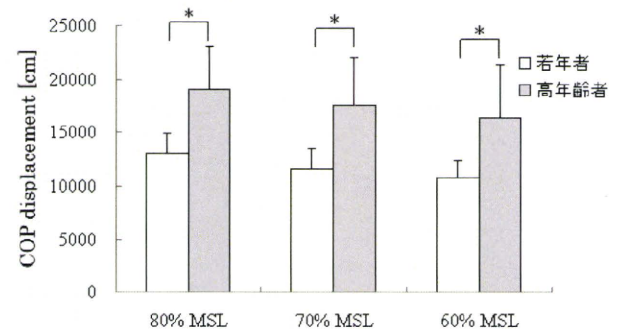


Fig. 2 若年者と高齢者の急ぎステップ課題時の床反力作用点 (COP) 総軌跡長

値は平均値±標準偏差。* $p < .05$ 。

急ぎステップ課題の所要時間あるいはCOP総軌跡長と膝伸展力、ファンクショナルリーチテスト、閉眼片足立ちおよびMSLとの相関分析の結果をそれぞれTab.3とTab.4に示した。急ぎステップ課題の所要時間と膝伸展力、ファンクショナルリーチテスト、閉眼片足立ちの間には若年者、高齢者ともに有意な相関は認められなかった ($p > .05$)。一方、急ぎステップ課題の所要時間は、若年者の場合、70%MSL時では右脚後と左脚後のMSLと、60%MSL時では左脚後のMSLと

Tab.3 急ぎステップ課題の所要時間と身体機能等の相関係数

	若年者 (n=10)			高齢者 (n=28)		
	80% MSL	70% MSL	60% MSL	80% MSL	70% MSL	60% MSL
膝伸展力	-.152	-.060	-.130	.077	.097	.000
閉眼片足立ち	-.096	-.076	-.119	.234	.087	.165
ファンクショナルリーチ	.061	-.106	.026	-.148	-.164	-.170
MSL						
右脚前	-.285	-.242	-.125	.119	.044	.129
左脚前	-.105	-.092	.025	.268	.191	.281
右脚右横	-.425	-.443	-.275	.289	.241	.282
左脚左横	-.260	-.376	-.184	.253	.150	.208
右脚後	-.592	-.654*	-.629	.391*	.244	.284
左脚後	-.605	-.649*	-.661*	.338	.229	.248

* $p < .05$

Tab. 4 急ぎステップ課題時の床反力作用点 (COP) 総軌跡長と身体機能等の相関係数

	若年者 (n=10)			高齢者 (n=28)		
	80% MSL	70% MSL	60% MSL	80% MSL	70% MSL	60% MSL
膝伸展力	-.466	-.515	-.421	-.054	-.019	-.073
閉眼片足立ち	-.567	-.181	-.326	.072	.009	.041
ファンクショナルリーチ	-.183	-.578	-.561	-.039	-.084	-.025
MSL						
右脚前	-.415	-.334	-.251	.036	.060	.075
左脚前	-.289	-.323	-.207	.146	.195	.149
右脚右横	-.007	-.053	.060	-.306	-.211	-.204
左脚左横	.128	.045	.100	-.207	-.166	-.152
右脚後	-.169	-.213	-.279	-.156	-.185	-.188
左脚後	-.061	-.154	-.229	-.136	-.139	-.151

有意な相関が認められた ($p < .05$)。高齢者では 80%MSL 時で右脚後の MSL と有意な相関が認められた ($p < .05$)。COP 総軌跡長では、若年者、高齢者ともに有意な相関が認められなかった ($p > .05$)。

3・2. 転倒経験の有無による比較

高齢者を転倒経験の有無で群分けし、身体機能、MSL、急ぎステップ課題を比較した。転倒経験は、過去 1 年間の日常生活時の転倒回数を自己申告により調べた。転倒は Gibson の定義⁽⁵⁾に従い「本人の意思からではなく、地面またはより低い面に身体が倒れること」とした。過去 1 年間に転倒経験のなかった高齢者は 22 名、過去 1 年間に転倒した経験があった男性は 6 名で、それぞれ高齢転倒非経験者、高齢転倒経験者とした。各群の身体的特性及び身体機能を Tab. 5 に示した。

膝伸展力、ファンクショナルリーチテスト、閉眼片足立ちには、転倒経験の有無による有意な差は認められなかった ($p > .05$)。また、MSL にも両群間に有意な差は認められなかった ($p > .05$) (Tab.5)。

Tab.5 転倒経験の有無と身体的特性、身体機能、MSL

	高齢転倒非経験者 (n=22)	高齢転倒経験者 (n=6)
年齢 [歳]	64 ± 2	66 ± 3
身長 [cm]	165 ± 6	163 ± 6
体重 [kg]	65 ± 8	64 ± 4
下肢長 [cm]	84 ± 5	84 ± 5
膝伸展力 [kg]	67 ± 12	57 ± 12
閉眼片足立ち [秒]	17 ± 17	11 ± 10
ファンクショナルリーチ [cm]	31 ± 7	34 ± 3
転倒経験 [回数]	—	2 (1-5)
MSL [cm]		
右脚前	104 ± 8	102 ± 13
左脚前	106 ± 9	100 ± 12
右脚右横	100 ± 7	95 ± 9
左脚左横	102 ± 8	97 ± 10
右脚後	112 ± 12	108 ± 8
左脚後	110 ± 13	106 ± 8

値は平均値±標準偏差。転倒経験のみ平均値 (範囲)。

急ぎステップ課題の所要時間について、転倒経験 (転倒経験あり、なし) × ステップ幅 (80%MSL, 70%MSL, 60%MSL) の二元配置分散分析を行った結果、ステップ幅の主効果が認められたが ($p < .05$)、転倒経験の主効果と転倒経験 × ステップ幅の交互作用は有意ではなかった ($p > .05$) (Tab.6)。COP 総軌跡長については有意な主効果、交互作用は認められな

かった ($p > .05$) (Fig.3)。

Tab.6 高齢転倒非経験者と高齢転倒経験者の急ぎステップ課題の所要時間 [秒]

	高齢転倒非経験者 (n=22)	高齢転倒経験者 (n=6)
80% MSL	101.7 ± 11.6	94.0 ± 10.6
70% MSL	93.9 ± 10.2 ^a	88.2 ± 11.5 ^a
60% MSL	89.8 ± 10.4 ^b	84.0 ± 11.3 ^b

値は平均値±標準偏差。^a80%MSL との比較 ($p < .05$)。^b他のステップ幅との比較 ($p < .05$)。

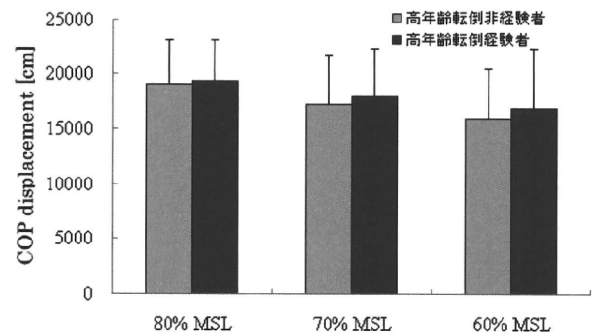


Fig. 3 高齢転倒非経験者と高齢転倒経験者の急ぎステップ課題時の COP 総軌跡長

値は平均値±標準偏差。

4. 考察

4・1. 身体機能：年齢差、転倒経験との関連

高齢者の転倒の要因としてあげられている下肢筋力 (膝伸展力)、静的バランス機能 (閉眼方足立ち)、動的バランス機能 (ファンクショナルリーチテスト) では、若年者の成績が高齢者より高く、加齢による影響が認められた。一方、高齢転倒非経験者と高齢転倒経験者との間では有意な差は認められなかった ($p > .05$)。本研究の転倒経験者は、本研究で調べた身体機能の低下以外の要因によって転倒をした可能性があると考えられた。

4・2. MSL 及び急ぎステップ課題：年齢差、転倒経験、身体機能との関連

MSL はすべての目標位置において若年者より高齢者の方が短かった ($p < .05$)。この結果は女性のみを対象にした Medell らの結果⁽⁴⁾とも一致することから、MSL は性別によらず加齢にともない短くなると考えられた。

急ぎステップ課題の所要時間及び COP 総軌跡長も、全てのステップ幅で若年者と高齢者間で差が認められた ($p < .05$)。両者の関連性を年齢の影響を取り除いた偏相関係数を用いて検討したところ、全てのステップ幅で有意な関係は認められなかった ($p > .05$)。つまり、全てのステップ幅について、課題動作時の COP 総軌跡長は所要時間の長さに関係するものではなく、動作中のふらつきの程度を反映していると考

参 考 文 献

- (1) 村田伸, 津田彰, 稲谷ふみ枝, 田中芳之, 在宅高齢者の転倒に及ぼす身体及び認知的要因, 理学療法学, Vol.132, No.2, (2005), pp88-95.
- (2) 小野晃, 琉子友男, 高齢者における下肢筋厚および筋力が動的バランスに及ぼす影響, 日本生理人類学会誌, Vol.6, No.1, (2001), pp17-22.
- (3) 朴相俊, 朴眩泰, 上岡洋晴, 朴晟鎮, 小松泰喜, 岡田真平, 武藤芳照, 最大一步幅によるダイナミックな移動からスタティックな直立状態に至るまでの姿勢制御に関する研究; 高齢者と若年者の比較から, 体力科学, Vol.157, No.4, (2008), pp423-432.
- (4) Medell JL, Alexander NB., A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women, J Gerontol A Biol Sci Med Sci., Vol.55, No.8, (2000), ppM429-433.
- (5) Gibson MJ. Falls in later life. In: Kane RL, ed. Improving the health of older people: A world view. New York: Oxford Univ. press, (1990), pp296-315.

えられた。

高齢者転倒者と非転倒者との間では急ぎステップ課題の所要時間, COP 総軌跡長にはいずれのステップ幅についても差がなかった ($p > .05$)。したがって, MSL の 80%, 70%, 60% のステップ幅に設定した急ぎステップ課題を用いて高齢者の転倒リスクを評価することが困難であると考えられた。さらに, 急ぎステップ課題の所要時間あるいは COP 総軌跡長と各身体機能の測定値には有意な相関は認められなかった ($p > .05$)。以上より, 急ぎステップ課題の成績が転倒リスクを評価できるかについては, 今後慎重に検討する必要があるであろう。

高齢者について MSL と膝伸展力との間には, 後方向を除き有意な関連性 (右脚前: $r=.469$, 右脚右横: $r=.522$, 左脚前: $r=.421$, 左脚左横: $r=.516$) が認められた ($p < .05$)。ステップ動作では主に足と膝関節を大きく屈曲・伸展させる筋力が要求されるが, 後方向については慣れない動作であるため, 参加者は下肢筋力のパフォーマンスを最大に発揮することができなかったことが影響したと考えられた。したがって, 前あるいは横方向の MSL は高齢者の下肢筋力を反映する指標, あるいは下肢筋力に関連する転倒のリスク評価指標となりうる可能性があると考えられた。

5. 結 論

本研究では, 最大一步幅 (MSL) 及び急ぎステップ課題と, 年齢, 筋力, バランス機能, 高齢者の転倒経験の有無との関係を検討した。その結果, 下肢筋力 (膝伸展力), 静的バランス機能 (閉眼片足立ち), 動的バランス機能 (ファンクショナルリーチテスト), MSL, 急ぎステップ課題の成績 (所要時間, COP 総軌跡長) に加齢による影響が認められた。一方, 高齢者転倒非経験者と高齢者転倒経験者との間では身体機能, MSL, MSL の 80%, 70%, 60% のステップ幅での急ぎステップ課題の成績に差は認められなかった。ただし, 高齢者で, 前と横方向の MSL は膝伸展力と有意な正の関係が認められた。

以上より, 急ぎステップ課題を用いて高齢者の転倒リスクを評価することは困難と考えられた。一方, 前あるいは横方向の MSL は高齢者の筋力を反映する指標, あるいは下肢筋力に関連する転倒のリスク評価指標となりうる可能性があると考えられた。

謝 辞

本研究の一部は厚生労働科学研究費補助金の助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表す。

