

## 原著論文

# 高齢者の易転倒性を評価するための障害物 Timed “Up & Go” テストの提案

## A Timed Obstacle “Up & Go” Test to assess the probability of falls in the elderly

内山 応信<sup>1)</sup>・出村 慎一<sup>2)</sup>

Masanobu UCHIYAMA<sup>1)</sup> and Shinichi DEMURA<sup>2)</sup>

### Abstract

No test of physical mobility that involves maneuvering over an obstacle has been developed, although obstacles are a major cause of falls. This study aimed to examine the influence of an obstacle in the pathway of the Timed “Up & Go” test (TUGT) on the test score, according to age and fall history. Seventy one independent healthy older adults (mean age, 68.6) participated. An experienced rater measured two trials of performance by timing the TUGT under the control condition and the obstacle condition in which an obstacle (5cm height, 10cm depth, 1m width) was set at midway through the pathway of the TUGT. Trial-to-trial reliability was examined by intra-class correlation coefficient. To examine the influence of age or fall history, two-way analysis of variance (age or fall history × obstacle) was performed. In both conditions, the reliability was very high. A significant interaction was found in the age analysis. Participants in their 70s were significantly inferior to those in their 60s and significantly delayed by the obstacle. In conclusion, age-related decline in physical mobility may be assessed more clearly by setting an obstacle in the TUGT.

**Key words :** physical mobility, performance test, trip on an obstacle

[Received October 9, 2008 ; Accepted December 18, 2008]

## 1. 緒言

日常生活の基礎的動作の中でも、歩く、立つ、座る、向きを変えるなど、重心移動を伴うあるいは下肢を利用する動作は特に頻繁に利用される。これらの動作の成就には、バランスや筋力に加え、身体の機能的な移動能力が関与する。移動能力は、前庭器や視覚器などの感覚器の障害により低下するが (Badke et al., 2004)、健常者であっても加齢に伴い低下することが知られている (Mary & Tinetti, 1986)。移動能力の低下は転倒事故に繋がるため、結果的に日常生活活動や生活の質 (QOL) を制限する。ゆえに、健常な高齢者においても身体の移動能力を客観的に評価することが必要不可欠である (Takahashi et al., 2004)。

移動能力を評価するテストに Podsiadlo and Richardson (1991) の Timed “Up & Go” テスト (TUGT) がある。TUGT は、日常生活における基礎的動作 (歩行や立ち

上がりなど) を利用し、高齢者の移動能力を評価するテストである。このテストは少数の単純な道具を用いて 30 秒程度で済み、信頼性も高く、多くの先行研究で用いられてきた。例えば Shumway-Cook et al. (2000) は、地域在住の健常高齢者を対象に TUGT を実施し、過去半年の転倒経験の有無により総所要時間に有意差が認められたと報告している。しかし TUGT は、脳卒中片麻痺患者、パーキンソン病患者、変形性膝関節症患者、あるいは急性リンパ性白血病の小児患者といったように、整形疾患、内部疾患、中枢神経疾患の動的バランスを評価する指標として使用されるケースも多い (後閑, 2006)。近年、複合課題を伴うバランス評価はバランス障害や転倒の指標として、より感度が高いことが明らかにされており (Guerts et al., 1991; LaJoie et al., 1993; Lundin-Olsson et al., 1997; Shumway-Cook et al., 1997)、健常高齢者の移動能力を評価する上では、テストに含まれる課題の成就難易度を上げる工夫が必要かもしれない

1) 金沢美術工芸大学 美術工芸学部 Faculty of Art, Kanazawa College of Art

2) 金沢大学 大学院自然科学研究科 Graduate School of Natural Science & Technology, Kanazawa University

い。

更に、Pavol et al. (2001) は、高齢者の転倒事故のうち53%が躓きによると報告しているように、高齢者の転倒の主原因に躓きが挙げられる。躓きによる転倒はしばしば重度の受傷に繋がる (Pavol et al., 1999, 2001; Schillings et al., 2005; Troy & Grabiner, 2005)。しかしながら、これまで歩行路面上の障害物の回避動作を含むような、躓きを考慮した移動能力テストは検討されてこなかった。転倒予防の観点からも、TUGT に障害物への躓きという要因を加味することも重要と考えられる。

実験室テストを用いた先行研究では、同時に実施される認知課題によって、バランスのパフォーマンスが低下したと報告されている (Guerts et al., 1991; LaJoie et al., 1993; Lundin-Olsson et al., 1997)。また、障害物を跨ぎ越す動作課題には、高度な視空間認知能力が要求されることも知られている (Patla & Rietdyk, 1993)。ゆえに、TUGT に障害物の跨ぎ越し課題を追加することで、被験者は、障害物を避けて脚を運びながら全身体動きと重心位置を制御するといった、身体を巧みに操作する能力のみならず、高度な視空間認知能力を要求されるため、テストの成就難易度が増し、健常高齢者の移動能力レベルをより明確に評価することが可能になるという仮説を立てた。本研究は、代表的な移動能力テスト「TUGT」の歩行路面上に1つの障害物を設置し、障害物がTUGTの成績に及ぼす影響を、転倒経験別および年代別に検討することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1. 被験者

自立した日常生活が可能な高齢者男性31名 (年齢:  $69.7 \pm 6.4$  歳; 身長:  $161.1 \pm 5.6$ cm; 体重:  $63.0 \pm 7.7$  kg) および女性40名 (年齢:  $67.8 \pm 5.1$  歳; 身長:  $150.0 \pm 4.8$  cm; 体重:  $52.1 \pm 6.7$ kg) が被験者として本研究に参加した (数値は平均値 $\pm$ 標準偏差)。本研究では、転倒経験別および年代別に、障害物がTUGTの成績に及ぼす影響を検討するために、下記の通りの2種類の群分けを行った。

転倒経験別の群分けでは、過去1年間の転倒経験の有無を面接聞き取り調査で行い、転倒経験の有る男性4名および女性5名の計9名を転倒経験群 (以下、転倒群)、転倒経験の無い男性27名および女性35名の計62名を非転倒経験群 (以下、非転倒群) とした。

年代別の群分けでは、60歳~69歳の男性13名およ

び女性21名の計34名を60歳代群、70歳~79歳の男性18名および女性19名の計37名を70歳代群とした。60歳代群において過去1年間に転倒経験の有った者は3名、70歳代群では6名であった。

なお、本研究のプロトコルは金沢大学の倫理委員会に承認され、測定に先立ち被験者には実験の趣旨や方法について詳細に説明し、全被験者から参加の同意を得た。

### 2.2. 手順

まず、被験者特性 (年齢, 身長, 体重, バランス, および歩行能力) を測定した。バランスの評価には Duncan et al. (1990) の方法にもとづくファンクショナルリーチテストを実施した。歩行能力は、10mの最大歩行速度テストにより評価した (諸橋と半田, 2006)。いずれの測定も、それぞれ十分な休憩を挟み2試行実施し、平均値を解析に用いた。

続いて、Podsiadlo and Richardson (1991) の提案した Timed "Up & Go" テスト (TUGT) を2種類の実験条件下で実施した。TUGT は、日常生活に近い一連の動作の中で必要な下肢や体幹の筋力と協調性、方向転換に必要な立ち直り反応なども総合的に評価することが可能である。コントロール条件では、TUGTの歩行路面上に障害物を設置せず、障害物条件では、TUGTの歩行路上に1つの障害物 (高さ: 5cm; 奥行き: 10cm; 幅: 1m) を設置した。それぞれの条件の試行順は、被験者に対しランダムに割り当てた。

コントロール条件において、被験者はシート高46cmの椅子に腰掛け、検者のスタートの合図で立ち上がって歩行し、3m先で180度ターンし、再度椅子まで歩行して戻り、腰をかけるように指示された。障害物条件では、3mの歩行路面上中央 (スタートから1.5m) に上述の障害物が設置され、被験者は、歩行中 (往および復路) にその障害物を安全に跨ぎこすように指示された (図1)。障害物の色は、被験者の障害物の視認性を考慮して、床面の色 (こげ茶) に対しコントラストの高い白とした。TUGTにおける動作速度は、快適速度 (通常、楽に、安全に行える速度) とした。また、Arnadottir and Mercer (2000) によって、履物によりTUGTの成就時間が異なると報告されており、本研究では、全被験者に対し、裸足でTUGTに参加するように指示した。被験者は本番前に1試行練習した後、それぞれの条件において、1分間の休憩を挟み2試行ずつ実施した。2試行の平均値が、統計解析のための代表値として利用された。

### 2.3. 統計解析

両実験条件における TUGT の成績（成就時間）について、試行間信頼性を検討するために、級内相関係数（Intra-class correlation coefficient: ICC）を算出した。転倒群および非転倒群の TUGT の成績に及ぼす障害物設置の影響を検討するために、まず比較する両群の被験者特性に相違があるか否かを、対応の無い t-テストにより検討し、相違が認められない場合には、一要因にのみ対応のある二要因分散分析（転倒経験有無×障害物有無）を行った。年代別に TUGT の成績に及ぼす障害物設置の影響を検討するために、まず両群の被験者特性の相違の有無を、対応の無い t-テストにより検討し、相違が認められない場合には一要因にのみ対応のある二要因分散分析（年代×障害物有無）を行った。分散分析において有意な交互作用が認められた場合、セル平均間の差に着目し、Tukey の Honestly significant difference (HSD) 法による多重比較検定を行った。本研究における統計的仮説検定の有意水準は 5% とした。

### 3. 結果

両条件における TUGT の信頼性は非常に高かった (ICC=0.91 ~ 0.97)。転倒経験別に被験者特性（年齢、身長、体重、最大歩行速度、ファンクショナルリーチ）を比較した結果、いずれの変数にも有意差は認められなかった（表 1）。同様に、年代別に被験者特性を比較した結果、年齢を除くいずれの変数にも有意差は認められなかった（表 2）。

次に、転倒経験別および年代別に、障害物の設置が TUGT の成績に及ぼす影響を検討した（表 3）。転倒経験別の分析では有意差は認められなかった。年代別の分析において、有意な交互作用が認められ、70 歳代は 60 歳代よりも両実験条件における TUGT の成績が有意に劣り、また、70 歳代は障害物無し条件よりも障害物有り条件の成績が有意に劣った。

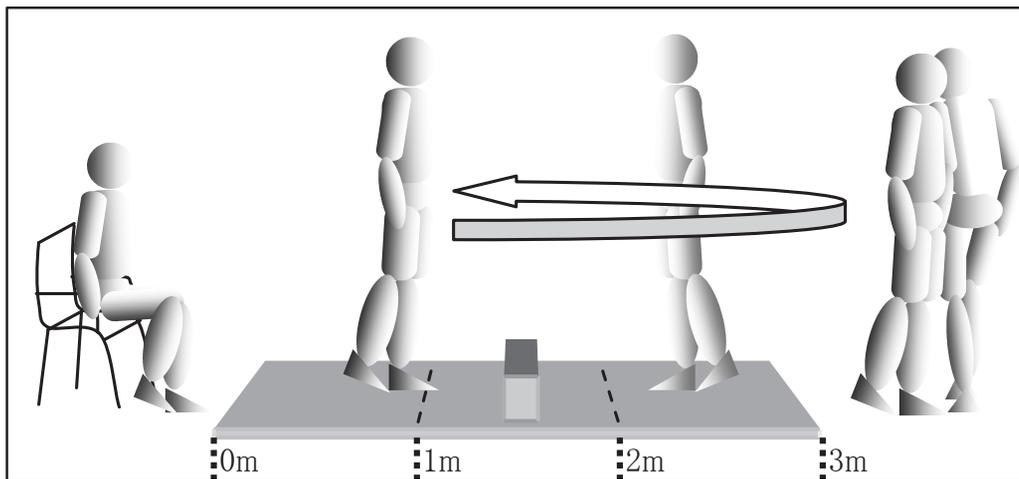


図 1. TUGT の概略図

動作順序：1. 検者の合図で椅子から立ち上がる。2. 前方へ歩行する（障害物条件では、歩行路中央の障害物を跨ぐ）。3. 任意の方向で 180° 回転する。4. 再度椅子まで戻り着座する。

表 1. 転倒群および非転倒群の被験者特性

	転倒群 (n = 9)		非転倒群 (n = 62)		t-テスト		Effect size
	M	SD	M	SD	t-値	p	
年齢 (yrs)	71.56	4.90	68.18	5.89	1.64	0.11	0.62
身長 (cm)	153.56	11.02	155.07	7.07	-0.56	0.58	-0.16
体重 (kg)	53.66	9.82	57.32	8.88	-1.14	0.26	-0.39
FR (cm)	31.67	4.23	31.52	5.27	0.08	0.93	0.03
MWS (m/min)	102.29	17.96	102.53	14.95	-0.05	0.96	-0.02

FR: ファンクショナルリーチ; MWS: 最大歩行速度

表 2. 60 歳代および 70 歳代の被験者特性

	60歳代 (n = 34)		70歳代 (n = 37)		t-テスト		Effect size
	M	SD	M	SD	t-値	p	
年齢 (yrs)	63.38	2.92	73.41	3.06	-14.09	0.01 *	-3.35
身長 (cm)	156.03	7.53	153.81	7.59	1.23	0.22	0.29
体重 (kg)	56.78	8.67	56.93	9.44	-0.07	0.94	-0.02
FR (cm)	32.32	5.09	30.81	5.11	1.25	0.22	0.30
MWS (m/min)	105.17	12.13	100.06	17.40	1.42	0.16	0.34

\*: p < 0.05; FR: ファンクショナルリーチ; MWS: 最大歩行速度

表 3. TUGT の成績に及ぼす障害物設置の影響

	コントロール条件		障害物条件		Two-way ANOVA		Post-hoc, HSD
	M	SD	M	SD	F	p-値	
<b>転倒経験別のTUGTの成績 (s)</b>							
転倒群	8.95	1.87	9.20	2.25	転倒経験	0.77	0.38
					障害物有無	3.47	0.07
非転倒群	8.38	1.57	8.69	1.81	交互作用	0.04	0.84
<b>年代別のTUGTの成績 (s)</b>							
60歳代	8.03	1.26	7.99	1.26	年代	8.69	0.00 * 障害物無し, 有り: 60s < 70s
					障害物有無	9.87	0.00 * 70s: 障害物無し < 有り
70歳代	8.85	1.80	9.46	2.07	交互作用	12.84	0.00 *

\*: p < 0.05

#### 4. 考察

転倒による受傷は、高齢者の生活の質 (Quality of life: QOL) に大きな影響を及ぼす (Troy & Grabiner, 2005)。転倒予防の観点からも、機能的な身体移動能力を的確に把握することは重要である。これまでに多くの研究者が、高齢者の移動能力を評価するテストを開発してきた (Whitney et al., 1998)。Mathias et al. (1986) の Get up & Go テストはその代表である。Podsiadlo and Richardson (1991) は、基本的移動スキルを利用した Mathias et al. (1986) の Get Up and Go テストを改善し、簡便性と信頼性の高い Timed Up & Go テスト (TUGT) を作成した。しかし、転倒の主要因とされる「躓き」の要素はこのテストに含まれていない。本研究は、TUGT の歩行路面上に設置された障害物が、TUGT の成績に及ぼす影響を検討した。

本研究のデータは非常に高い試行間信頼性を示した。障害物の有無に関わらず、TUGT の試行間信頼性は高く (ICC = 0.91 - 0.98)、障害物を設置する場合でも、通常の TUGT と同様に安定した評価値が得られると推察される。先行研究でも同程度の信頼性係数が報告されている (ICC = 0.92 - 0.99) (Podsiadlo & Richardson, 1991; Hughes et al., 1998; Shumway-Cook et al., 2000)。また、転倒経験別および年代別に被験者をグループ化し、グループ別に TUGT に及ぼす障害物設置の影響を検討

するための前提条件として、まず、グループ間の被験者特性の差を検討した。その結果、転倒経験別および年代別の両グループ分けにおいて、被験者特性のグループ間差は認められないことが確認された。

転倒経験別の解析結果、転倒群および非転倒群とも同程度の TUGT 成就時間を示し、また、両群とも障害物の有無に関わらず同程度の成就時間であった。今回対象とした健常高齢者においては、転倒のし易さ、つまり転倒リスクの高さを評価する上で TUGT はそれほど感度が高くはないことが示唆された。TUGT は、高齢者の動的バランス能力の評価テストとして開発されたが、その後多くの研究者による信頼性、妥当性の検証により、脳卒中片麻痺患者、パーキンソン病患者、変形性膝関節症患者、あるいは急性リンパ性白血病の小児患者といったように、整形疾患、内部疾患、中枢神経疾患の動的バランスの評価する指標として使用されるケースも多く報告されている (後閑, 2006)。したがって、健常高齢者の易転倒性を評価する上では、更に TUGT の成就難易度を上げる等の工夫が必要かもしれない。本研究の結果とは異なり、Shumway-Cook et al. (2000) は、15名の転倒経験の無い高齢者 (平均年齢 78.0 歳) および過去 6 ヶ月に 2 回以上の転倒経験を持つ高齢者 15 名 (平均年齢 86.2 歳) を対象に TUGT を実施し、転倒リスクの予測の感度および特異度が 87% と高く、転倒予測のカット・オフ値として 13.5 秒が適当であると報告している。こ

の結論の相違は、両研究における転倒群の被験者特性の相違に起因するかもしれない。Shumway-Cook et al. (2000) の用いた転倒経験者のうち7名は杖を、5名は歩行器を使い、本研究における転倒群よりも著しく移動能力の低下したサンプルであった。更に、本研究における転倒群の被験者数は9名と少なく、今後、転倒経験者を追加し同様な検討を行う必要があると考えられる。

一方、年代別の解析結果、障害物の有無に関わらず、70歳代のTUGT成就時間は60歳代の被験者よりも有意に劣っていた。高齢者の日常生活における積極的な行動力は、健脚による思いのままの移動運動が基盤になるが、加齢に伴い歩行の動作パターンも変化することは回避できない(木村, 2003)。例えば、Murray et al. (1969) は、若年成人と比較して高齢者は歩行速度の低下、歩幅の短縮、股関節の屈曲および伸展角度の縮小、膝関節の軽い屈曲、足関節(後ろの蹴り有り)の屈曲と踵の挙上の減少、前方へ着地した下肢の足関節の背屈角度の減少(つま先の挙上が少ない)が認められると述べている。本研究の結果でも、障害物の有無に関わらず、TUGT成就時間に有意な年代間差が認められたことは、加齢による高齢者の移動能力の低下を反映したものと推察される。

また、70歳代の高齢者はTUGTの歩行路面上に障害物が設置された場合、成就時間が有意に遅延した。この現象は60歳代の高齢者には認められず、ゆえに、TUGTにより評価される高齢者の移動能力レベルは年代により異なることのみならず、TUGTの歩行路面上に1つの障害物を設置することで、加齢に伴う高齢者の移動能力レベルの低下をより明確に把握できる可能性が示唆された。高齢になるほど身体機能の衰えは即、生活機能の喪失につながり、その影響力は他の健康指標(例えばコレステロールや肥満度)の類ではない(木村, 2003)。高齢者の転倒予防には、転倒時にバランスを復元できる足腰の丈夫さを備えることが重要であると考えられ、様々な体力(下肢の筋力、バランス能力、歩行能力等)評価法が提案されてきた(木村, 2003)。しかし、転倒の主原因である障害物への躓き(Pavol et al., 2001)を考慮し、片脚で身体を支持しながら障害物を乗り越える動作の成就度を評価するテストは検討されてこなかった。本研究において被験者特性として測定したバランス能力テスト(ファンクショナルリーチ)や歩行能力テスト(最大歩行速度)に反映されない健常高齢者の加齢に伴う移動能力の低下が、障害物のあるTUGTにより評価できることが明らかにされた。障害物を安全に通過するには、歩行路面上の障害物を視覚器を介し認知した上

で、障害物までの歩幅を巧みに調整し、片脚で体重支持を行いながら跨ぐ、という一連の動作が要求される(Patla & Rietdyk, 1993; van Hedel & Dietz, 2004)。これらには、バランスや筋力のみならず、全身的なコーディネーション能力の要素が大きく関与すると考えられ、この点は障害物のあるTUGTのオリジナリティとして強調できるかもしれない。

要約すると、転倒経験者が少ないという方法上の制限もあり、通常のTUGTおよび障害物のあるTUGTによって被験者の転倒経験有無を判定することは困難であった。また、TUGTに障害物を加えることで、加齢に伴う高齢者の移動能力レベルの低下をより明確に把握できる可能性が示唆された。転倒経験のあるサンプルの追加、および年代ごとのノルムの作成が今後の課題として挙げられる。

## 謝辞

本研究は、平成19年度日本体育測定評価学会の研究助成金を利用し行われた。また、本研究の成果は、日本体育学会第59回大会(於:早稲田大学)にて発表した。

## 文献

- Arnadottir, S. A., and Mercer, V. S. (2000) Effects of footwear on measurements of balance and gait in women between the ages of 65 and 93 years. *Physical Therapy* 80(1): 17-27.
- Badke, M. B., Shea, T. A., Miedaner, J. A., and Grove, C. R. (2004) Outcomes after rehabilitation for adults with balance dysfunction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85(2): 227-233.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., and Studenski, S. (1990) Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology* 45(6): M192-197.
- 後閑浩之 (2006) Timed "Up and Go" test (TUG). 内山靖, 小林武, 潮見泰蔵 編, 臨床評価指標入門・適用と解釈のポイント. 第3版 (pp. 109-114). 東京: 共同医書出版社.
- Guerts, A. C. H., Mulder, T. W., Nienhuis, B., and Rijken, R. A. J. (1991) Dual task assessment of reorganization in persons with lower limb amputation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 72(13): 1059-1064.
- Hughes, C., Osman, C., and Woods, A. K. (1998)

- Relationship among performance on stair ambulation, functional reach, and timed up and go tests in older adults. *Issues on Aging* 21: 18-22.
- 木村みさか (2003) 特集/転倒・骨折予防実践マニュアル 転倒・骨折を惹起する高齢者の体力. *MB Medical Rehabilitation* 31: 15-24.
- LaJoie, Y., Teasdale, N., Bard, C., and Fleury, M. (1993) Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Experimental Brain Research* 97(1): 139-144.
- Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., and Gustafson, Y. (1997) "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 349(9052): 617.
- Mary, E., and Tinetti, M. D. (1986) Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society* 34(2): 119-126.
- Mathias, S., Nayak, U. S. L., and Issacs, B. (1986) Balance in the elderly patient: the "Get-up and Go" test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 67(6): 387-389.
- 諸橋勇, 半田健壽 (2006) 最大歩行速度: Maximum Walking Speed (MWS). 内山靖, 小林武, 潮見泰蔵 編, 臨床評価指標入門・適用と解釈のポイント. 第3版 (pp. 127-133). 東京: 共同医書出版社.
- Murray, M. P., Kory, R. C., and Clarkson, B. H. (1969) Walking patterns in healthy old men. *Journal of Gerontology* 24(2): 169-178.
- Patla, A. E., and Rietdyk, S. (1993) Visual control of limb trajectory over obstacles during locomotion: effect of obstacle height and width. *Gait & Posture* 1: 45-60.
- Pavol, M. J., Owings, T. M., Foley, K. T., and Grabiner, M. D. (2001) Mechanisms leading to a fall from an induced trip in healthy older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical sciences* 56(7): M428-437.
- Pavol, M. J., Owings, T. M., Foley, K. T., and Grabiner, M. D. (1999) Gait characteristics as risk factors for falling from trips induced in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences* 54(11): M583-590.
- Podsiadlo, D., and Richardson, S. (1991) The timed "Up and Go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 39(2): 142-148.
- Schillings, I., Mulder, T., and Duysens, J. (2005) Stumbling over obstacles in older adults compared to young adults. *Journal of Neurophysiology*, 94(2): 1158-1168.
- Shumway-Cook, A., Baldwin, M., Polissar, N. L., and Gruber, W. (1997) Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical Therapy* 77(8): 812-819.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., and Woollacott, M. (2000) Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy* 80(9): 896-903.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Kerns, K. A., and Baldwin, M. (1997) The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences* 52(4): M232-240.
- Takahashi, T., Ishida, K., Hirose, D., Nagano, Y., Okumiya, K., Nishinaga, M., Doi, Y., and Yamamoto, H. (2004) Vertical ground reaction force shape is associated with gait parameters, timed up and go, and functional reach in elderly females. *Journal of Rehabilitation Medicine* 36(1): 42-45.
- Troy, K. L., and Grabiner, M. D. (2005) The presence of an obstacle influences the stepping response during induced trips and surrogate tasks. *Experimental Brain Research* 161(3): 343-350.
- Whitney, S. L., Poole, J. L., and Cass, S. P. (1998) A review of balance instruments for older adults. *The American Journal of Occupational Therapy* 52(8): 666 - 671.
- van Hedel, H. J. A., and Dietz, V. (2004) The influence of age on leaning a locomotor task. *Clinical Neurophysiology* 115(9): 2134-2143.