

## 研究報告



## ジャンプ反応時間における二重課題干渉 — 若年者と高齢者の比較 — \*

吉水久恵<sup>1)</sup>・加藤智香子<sup>2)</sup>

### 【要 旨】

若年成人女性 9 名と地域在住高齢女性 17 名を対象として single task によるジャンプ反応時間 (STRT) と dual task によるジャンプ反応時間 (DTRT) の年齢による違いを検討した。STRT は光刺激からジャンプ応答までの時間を測定し、DTRT はこれに加えて計算課題を課した。若年者群・高齢者群のいずれにおいても STRT よりも DTRT のほうが有意に反応時間が増大し、今回課した計算課題はジャンプ課題の遂行に影響したと考えられた。また STRT は若年者群と高齢者群で有意な差はなかったが、DTRT は両群間に有意差が認められた ( $477.0 \pm 101.8$  vs.  $690.3 \pm 172.8$ ,  $p < 0.01$ )。これにより計算課題負荷による DTRT は STRT で検知できなかった加齢に伴う反応時間の遅れを検知できた可能性が示唆された。

キーワード：反応時間，二重課題，加齢

### はじめに

転倒は、高齢者における骨折の最大の発生機転である。もっとも重篤な骨折である大腿骨頸部・転子部骨折は、90% 以上が転倒によって生ずるとされている<sup>1)</sup>。また転倒の経験は、不安や恐怖心から日々の活動範囲を狭めさせ、高齢者の QOL (Quality of Life) を低下させる要因となる<sup>2)</sup>。

転倒を予防するために、転倒のリスクを評価することは非常に重要である。国際的に妥当性が認められている転倒リスク評価には、FBS (Functional Balance Scale) や TUG (Timed Up & Go Test) などの方法がある。しかし地域在住高齢者の FBS 平均得点は 50-55 / 56 点であり、天井効果が生じていることが予想される<sup>3)</sup>。また TUG の転倒リス

クのカットオフ値は 13.5 秒<sup>4)</sup>とされているが、地域在住の前期高齢女性の平均値は 8 秒以下であり<sup>5)</sup>、年齢階層別の基準値もない。このことから FBS や TUG は、運動能力がある程度維持できている高齢者の微細な能力低下の抽出には限界があると考えられる。そこで近年注目されているのが反応時間である。反応時間には単関節運動のような比較的単純な動作と、ジャンプのように全身的で姿勢制御を必要とする複雑な動作<sup>6)</sup>に分類できるが、浅井<sup>7)</sup>はジャンプ反応時間と転倒歴との関連を報告している。ジャンプ反応時間は刺激を容してから体重を負荷した時のジャンプにかかる時間を測定するパフォーマンステストであり、FBS・TUG と強く関連したと報告している<sup>8)</sup>ことから転倒リスク評価方法として有用であることが示唆される。

一方、Olsson は歩いている人に話しかけたとき、話しはじめると止まってしまう人はその後の転倒発生率が高いと報告している<sup>9)</sup>。ふたつの課題を同時に遂行するとき、中枢では注意を適切に配分することが求められる。しかし環境からの情報を処理できる容量 (注意を配分できる容量) には制限があり、要求される情報処理がこの容量を越えたとき、課題の遂行に影響を及ぼしパフォー

\* Comparison of jump reaction-time delay under dual-task conditions between younger and older adults

1) 老人保健施設瑞穂  
(〒467-0846 名古屋市瑞穂区荒崎町 6-29)  
Yoshimizu Hisae, RPT: Mizuho nursing home

2) 中部大学生命健康科学部理学療法学科  
Kato Chikako, RPT, PhD: Department of Physical Therapy, Chubu University College of Life and Health Sciences

# E-mail : hisae.yoshimizu@brother.co.jp

マンスが低下する。これは“二重課題干渉”と呼ばれ、易転倒傾向にある高齢者では二重課題への対応能力が低下して二重課題干渉を起こしやすくなると考えられる<sup>10)</sup>。

以上から、前述したジャンプ反応時間に二重課題条件を付加することによって、加齢変化を鋭敏に捉えることが可能となり、高齢者の早期転倒リスク把握につながるのではないかと考えた。そこで本研究では第一段階として二重課題がジャンプ反応時間に及ぼす影響と年齢による違いについて検討することを目的とした。

## 対象および方法

### 1. 対象

若年成人女性 9 名 (22.1 ± 2.7 歳 : 20-29 歳) と転倒予防教室に通う地域在住高齢女性 17 名 (69.5 ± 3.6 歳 : 65-75 歳) を対象とした。

検査前の飲酒を禁止したうえで、脳血管障害、パーキンソン病等の神経疾患、身体の痛み、高血圧 (180 / 100 mmHg 以上)、MMSE (Mini-Mental State Examination) 21 点以下、視力低下 (両眼矯正視力 0.3 未満)、下肢筋力低下 (40cm 踏み台昇降不可) がある者は除外した。

なお、対象者の BMI, MMSE, 下肢筋力を表 1 に示す。

表 1. 若年者群・高齢者群の基礎データ

	若年者群 (n = 9)	高齢者群 (n = 17)	P 値
BMI (kg / m <sup>2</sup> )	20.3 ± 1.7	23.4 ± 2.0	< 0.01**
MMSE (点)	29.7 ± 0.7	27.6 ± 2.4	0.03*
踏み台昇降 ○	9 (100.0)	12 (70.6)	0.20
(下肢筋力) △	0 (0.0)	5 (29.4)	

値は平均値 ± 標準偏差、ただし踏み台昇降は人数 (%) で示した \*p < 0.05, \*\*p < 0.01

BMI = Body Mass Index, MMSE = Mini-Mental State Examination

踏み台昇降 : ○ / 楽に昇降できる △ / 着地でふらつく、あるいは膝に手を当てればなんとか昇降できる。

## 2. 方法

### 1) ジャンプ反応時間

単一課題 (single task; ST) によるジャンプ反応時間 (Reaction Time; RT) を STRT とし、二重課

題 (dual task; DT) によるジャンプ反応時間 (Reaction Time; RT) を DTRT として、ランダムな順序で同一検者が測定を行った。

### • STRT 測定方法

ジャンプを単一課題として、安静時における光刺激からジャンプ応答までの反応時間を STRT として測定した。測定には全身反応時間測定機器 (竹井製 T.K.K. 5108) を使用した (図 1)。対象者は圧センサー付マットの上に立ち、前方約 1 m の赤いフラッシュが光ったらできるだけ速くその場でジャンプした。なお、赤いフラッシュの 1 ~ 3 秒前に緑のランプによる予告信号を入れ、膝を軽く曲げた準備姿勢を取るよう指示した。2 回練習した後、赤いフラッシュから足が完全にマットから離れるまでの時間 (msec.) を 5 回測定し、その最大値と最小値を除いた 3 回の平均値を測定値とした。



図 1. 全身反応時間測定機器

全身反応時間測定機器 (竹井製 T.K.K. 5108) を用い、光刺激からジャンプ応答までの反応時間 (STRT)、ジャンプ課題に加え計算課題を负荷した時の反応時間 (DTRT) を測定した。

### • DTRT 測定方法

ジャンプ課題に加え、計算課題を加えた二重課題時の光刺激からジャンプ応答までの反応時

間を DTRT として測定した。対象者は圧センサー付マットの上に立ち、ランダムに設定された 2 桁の数字から 3 を漸次減算する。減算開始およそ 10 秒後より赤いフラッシュによる光刺激を開始し、ジャンプ応答までの RT を測定した。なお、赤いフラッシュの 3～5 秒前に緑のランプによる予告信号を入れ、準備姿勢を取るよう指示した。2 回練習した後、赤いフラッシュから足が完全にマットから離れるまでの時間 (msec.) を 5 回測定し、その最大値と最小値を除いた 3 回の平均値を測定値とした。

## 2) STRT と DTRT の再現性および過去の計算経験の DTRT への影響

STRT と DTRT の測定に先立ち、それぞれの再現性と過去の計算経験の DTRT への影響について検討した。STRT と DTRT の再現性については若年者群を対象として、前述の方法で STRT と DTRT を別日に 2 回ずつ測定し、級内相関係数 (ICC ; Intraclass correlation coefficient) を算出した。過去の計算経験の DTRT への影響については、職業およびそろばんの経験を聞き取り調査した。

## 3. 統計処理

対象者数が少なく正規分布を示さなかったため、統計処理にはノンパラメトリック手法を用いた。若年者群と高齢者群の各基礎データは、Mann-Whitney の U 検定および  $\chi^2$  検定を用いて比較した。若年者群、高齢者群それぞれの群内での STRT, DTRT の変化には Wilcoxon の符号付順位和検定を用い、二群間での STRT および DTRT の比較には、Mann-Whitney の U 検定を用いて検討した。なお、有意水準は 5% 未満とした。

## 4. 倫理的配慮

名古屋大学医学部倫理委員会の承認を得たうえで、対象者には事前に説明を行い書面による同意を得て実施した。

## 結果

### 1. STRT と DTRT の再現性および過去の計算経験の DTRT への影響

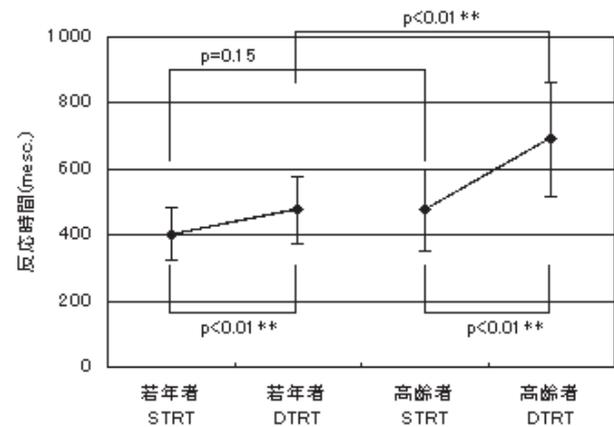
STRT と DTRT の再現性については、STRT で ICC = 0.98, DTRT で ICC = 0.84 と高い再現性が認められた。過去の計算経験の DTRT への影響については、過去に日常的に計算を行っていた経験を持つ者は、若年者は 0 名、高齢者は 10 名だっ

た。高齢者において計算経験あり群 10 名、なし群 7 名の DTRT を比較したところ有意差は見られず (672.1 ± 127.6 msec. vs. 716.4 ± 232.2 msec.  $p = 0.67$ )、今回の対象者において過去の計算経験の DTRT への影響は認められなかった。

## 2. STRT と DTRT の測定結果

STRT と DTRT の測定結果を図 2 に示す。STRT と DTRT の比較では、若年者群、高齢者群とも有意差がみられた (若年者群: STRT 401.9 ± 80.1 msec. → DTRT 477.0 ± 101.8 msec. ( $p < 0.01$ ), 高齢者群: STRT 475.5 ± 124.3 msec. → DTRT 690.3 ± 172.8 msec. ( $p < 0.01$ ))。

若年者と高齢者の群間比較では、STRT に有意な差は見られなかったが ( $p = 0.15$ )、DTRT では両群間に有意な差が認められた ( $p < 0.01$ )。



STRT = Single Task Reaction Time, DTRT = Dual Task Reaction Time

図 2. 若年者群・高齢者群の STRT・DTRT

## 考察

### 1. 二重課題条件がジャンプ RT に及ぼした影響

若年者群・高齢者群のいずれにおいても STRT と比較して DTRT が有意に反応時間が長かった。ジャンプ RT は刺激を受容してから体重を負荷した時のジャンプにかかる時間を測定するパフォーマンステストであり、単なる反射の要素とは異なり上位中枢での情報処理や全身のバランスをとりながら運動発現に至る過程を総合的に評価するものである<sup>11)</sup>。ジャンプ課題に加えて「2 桁の数字から 3 ずつ減算」という課題を同時に課したことによる負荷は、中枢に要求される情報処理の容量を増大させ、ジャンプ課題の遂行に影響を及ぼし二重課題干渉を起こしたと考えられた。

## 2. 若年者と高齢者の比較

若年者と高齢者の群間比較では、STRT では有意な差が見られなかった。単一課題におけるジャンプ RT は感覚入力から運動発現までの遅れを反映する<sup>12)</sup>が、今回的高齢者群においてはこれらの機能が若年者と比べて大きく低下していなかったことを示す。これは地域で暮らし自力にて転倒予防教室に通う高齢者から対象者を募ったことによるバイアスが生じたためと考えられるが、地域在住の比較的活動的な高齢者では STRT に包括されるような感覚・運動機能のみの評価では加齢変化を検知しきれなかったという可能性も示した。

一方、DTRT では、若年者群に比べて高齢者群が有意に大きな値を示した。高齢者では中枢の情報処理容量の低下が起こるとともに、与えられた主課題（ここではジャンプ）に要求される情報処理も増大していることが予想される<sup>13)</sup>。そのため高齢者群では同じ計算課題を課された場合でも若年者群より大きな影響を受け、反応の遅れが大きくなったと考えられた。DTRT は中枢への負荷を大きくすることによって STRT では検知できなかった加齢に伴う反応時間の遅れを検知することができた可能性が示唆された。

## 3. 研究の限界と今後の課題

本研究は対象者が若年者群 9 名、高齢者群 17 名と少なく、対象者を転倒予防教室に通う高齢者から募ったことによるサンプリングバイアスは無視できない。

また DTRT の測定において、計算課題を負荷することでジャンプ課題がストップしてしまったり指示通り行えなくなってしまう高齢者が見られた。過去の計算経験は DTRT に影響しなかったが、今回課した「2桁の数字から3ずつ減算」という課題は高齢者にとって難易度が高すぎた可能性が考えられ、幅広い高齢者に適応可能な難易度の設定および二重課題ジャンプ RT の適応となる認知機能レベルの設定は今後の課題である。

## 結論

今回行った計算課題負荷による DTRT は、STRT で検知できなかった加齢に伴う反応時間の遅れを検知できた可能性が示唆された。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた転倒予防教室参加者の皆様に深く感謝いたします。

## 【文献】

- 1) 鈴木隆雄：転倒の疫学。日老医誌。40: 85-94, 2003
- 2) Tinetti M E, Richman D, et al: Falls efficacy as a measure of fear of falling. J Gerontol. 1990; 15: 239-243
- 3) 對馬均, 松嶋美正：Timed Up and Go Test, Berg Balance Scale. Journal of Clinical Rehabilitation. 2007; 16: 566-571
- 4) Shumway-Cook, Sandy Brauer, et al.: Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. Phy. Ther. 2000; 80: 896-903
- 5) 島田裕之, 古名丈人・他：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。2006; 33: 105-111
- 6) 藤原勝夫, 碓井外幸・他：神経系と運動制御の老化, 身体機能の老化と運動訓練—リハビリテーションから健康増進まで—。日本出版サービス, 東京, 1996; 131-134
- 7) 浅井英典, 大柿哲朗・他：中高齢女性の転倒経験の有無による体力および動的平衡性の相違について。体育学研究。2004; 49: 447-456
- 8) 徳森公彦, 小島真二・他：高齢者における転倒評価スケールの検討。日本予防医学学会雑誌。2006; 1: 33-39
- 9) Lundin-Olsson, Lars Nyberg, Yngve Gustafson: "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. Lancet. 1997; 349: 617
- 10) Sandra G Brauer, Meg E Morris：健常高齢者と動作障害を伴う高齢者の姿勢コントロール, 動作, 身体活動に対する二重課題干渉の影響。エビデンスに基づく高齢者の理想的な運動プログラム。Meg Morris, Adrian Schoo (編)。医歯薬出版株式会社, 東京, 2008, 251-270
- 11) 塩澤伸一郎, 小宮山伴与志：反応時間の測定方法。理学療法。2005; 22: 57-62
- 12) Tinetti M E, Speechley, et al: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Eng J. Med. 1988; 319: 1701-1707
- 13) 黒澤和生：運動分析—反応時間を中心として—。運動生理。1993; 8: 135-140
- 14) 山田実, 上原稔章：二重課題条件下での歩行時間は転倒の予測因子となりうる—地域在住高齢者を対象とした前向き研究—。理学療法科学。2007; 22: 505-509