Seated Side Tapping test と移動能力に共通する 身体的要因

Physical Factors Affecting both the Seated Side Tapping Test and Mobility

山本 沙紀¹⁾ 伊藤 翼²⁾ 岡田 唯³⁾
近藤 郁美⁴⁾ 栗田 貴子⁵⁾ 岩田 晃¹⁾

SAKI YAMAMOTO, RPT, MS¹⁾, TSUBASA ITO, RPT²⁾, YUI OKADA, RPT³⁾, IKUMI KONDO, RPT⁴⁾,
TAKAKO KURITA, RPT⁵⁾, AKIRA IWATA, RPT, PhD¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Comprehensive Rehabilitation, Graduate School of Comprehensive Rehabilitation,
Osaka Prefecture University: 3-7-30 Habikino, Habikino-shi, Osaka 583-8555, Japan TEL +81 72-950-2111
E-mail: yamamotosaki0729@gmail.com

²⁾ Department of Rehabilitation, Kansai Medical Hospital

³⁾ Department of Rehabilitation, North Osaka Police Hospital

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Tatumi Imamiya Hospital

⁵⁾ Department of Rehabilitation, Osaka Prefecture Saiseikai Suita Hospital

Rigakuryoho Kagaku 32(1): 123-127, 2017. Submitted Aug. 25, 2016. Accepted Oct. 17, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] This study aimed to identify physical factors affecting both the Seated Side Tapping test (SST) and mobility. [Subjects and Methods] The subjects were 27 females. SST required subjects to move their bodies bilaterally as quickly as possible while seated, and the time taken to perform this task was measured. Mobility was evaluated as the 20-m sprint speed. The following physical functions were also assessed: muscle strength of the trunk and lower limbs, movement velocity of the upper and lower limbs, flexibility of the trunk, and balance during sitting. [Results] Both SST and mobility were found to be significantly correlated with the muscle strengths of the trunk, knee extension and ankle plantar flexion, and movement velocity of the upper and lower limbs. [Conclusion] The results suggest that both SST and mobility are affected by various physical factors including trunk function, leg muscle strength, and movement velocity.

Key words: SST, mobility, physical function

要旨:〔目的〕先行研究によって報告されている、Seated Side Tapping test (SST) と移動能力との間の有意な相関をもたらし理由を明らかにするため、SST と移動能力に共通する身体機能項目を明らかにすることとした。〔対象と方法〕対象は若年者の健康女性 27 名とした。横断研究により得られた SST および移動能力と、体幹筋力、下肢筋力、上下肢運動速度、柔軟性および座位バランスとの関連性を分析した。〔結果〕SST と移動能力の両者に関連性のあった身体機能項目は、体幹伸展筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、上下肢運動速度であった。〔結語〕SST と移動能力との関係は、これらのそれぞれと、体幹機能に加え、下肢筋力や上下肢の運動速度との関係によって、生じている可能性が示唆される。

キーワード: SST, 移動能力, 身体機能

¹⁾ 大阪府立大学大学院 総合リハビリテーション学研究科：大阪府羽曳野市はびきの3丁目7番30号 (〒583-8555)
TEL 072-950-2111

²⁾ 関西メディカル病院 リハビリテーション科

³⁾ 北大阪けいさつ病院 リハビリテーション技術科

⁴⁾ 巽今宮病院 リハビリテーション科

⁵⁾ 大阪府済生会吹田病院 リハビリテーション科

I. はじめに

歩行速度は移動能力の指標として用いられ、高齢者において歩行速度は、転倒リスク、施設入所、activity of daily living（以下、ADL）の依存度、生命予後などと関係があることが示されている¹⁻⁴⁾。このことから、移動能力は高齢者にとって、現在のADLから生命予後までを反映する非常に有用な指標である。しかし、高齢者の移動能力の測定には、歩行動作が必要であり、かつ高齢者の転倒の多くが歩行時に発生していることから⁵⁾、移動能力の測定自体にリスクがあると考えられる。そこで、移動能力を推定可能で、かつ座位で転倒リスクがほとんどない身体機能テストとして、体幹を左右に素早く動かした時の所要時間を測定するSeated Side Tapping test（以下、SST）が考案されている⁶⁾。このSSTは、椅子座位で上肢を側方挙上した状態で、左右の指先から10 cm離れたところに設置したマーカーをできるだけ早く、左右交互に10回叩くのに要した時間を測定するテストである。SSTに関する横断研究では、地域在住の健常高齢者、施設入所の虚弱高齢者のいずれを対象とした場合においても、SSTと、歩行速度やTimed Up and Go test（TUG）との関連が認められている^{7,8)}。このことから、SSTは高齢者の移動能力を反映する評価指標であると考えられている。

また、SSTと移動能力との間になぜ関連があるのかについて分析した先行研究では⁸⁾、地域在住健常高齢者を対象とし、SSTに加えて、座位の側方リーチテスト、SSTと同様の方法で運動を前後方向に変えたAnterior-Posterior Tapping test（以下、APT）の測定を実施し、歩行速度に対する影響力を検討した結果から、SSTはその影響力がリーチテストよりも大きく、APTと同等であることが報告されている。この結果から、移動能力にとって、リーチ距離以上に、速く動かす能力の方が重要で、さらに、運動の方向は重要でないと考察し、体幹を素早く動かす能力、つまり体幹運動速度が、移動能力にとって重要な要因であり、したがってSSTの移動能力への関連性をもたらすと結論づけられている。

しかし、他の先行研究において、移動能力を規定する要因として報告されている、下肢や体幹の筋力^{9,10)}、上肢や下肢の運動速度¹¹⁻¹⁴⁾、柔軟性¹⁵⁾などの他の多くの要因がSSTと移動能力を関連づけている可能性も考えられる。

そこで、本研究は、SSTと移動能力に共通して関係する身体機能項目を明らかにすることによって、SSTと移動能力の関連性を検証することを目的とする。本研究では、体幹筋力など高齢者では、その測定にリスクを伴う項目があることや、一度に多くの身体機能を測定することから、高齢者では実施困難であると判断し、対象を若年者とした。

II. 対象と方法

1. 対象

若年者の健常女性27名が本研究に参加した。参加基準は、神経学的、整形外科的疾患を有さない者とした。全ての参加者に対して、本研究の目的および内容について個別に説明し、書面で同意を得た。なお、本研究は大阪府立大学総合リハビリテーション学類研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号2014-120）。

2. 方法

測定項目は、SST、移動能力、等尺性筋力、運動速度、柔軟性、座位側方バランスの6つとし、測定順序は、疲労による影響を回避するために、移動能力、運動速度、柔軟性、SST、座位側方バランス、等尺性筋力の順で統一し、測定項目間で十分な休憩を取った。また、全項目の測定は同日中に実施した。すべての測定項目で、慣れによる影響を排除するため、練習回数、測定回数に関して予備実験を実施し、回数を決定した。

SSTは先行研究に従い実施した⁶⁻⁸⁾。対象者が高さ41 cmの椅子に座り、マーカーは、高さ72 cmの台の上に、両上肢を側方挙上した際の対象者の指先から10 cm離れた位置に設置した。そして、対象者ができるだけ速く左右交互に10回マーカーを叩くのに要した時間をストップウォッチで測定した。測定開始は測定者の合図、終了は10回目を叩いた時点とした。対象者には「両手を広げた姿勢から開始します。合図をしたらできるだけ速く、右から左右交互にマーカーを叩いてください。お尻の位置は動かさず、その他は動きやすいように構えてください。」との説明を行った。練習を2回実施後に測定を3回実施し、最速値を採用した。

移動能力として、走行速度を測定した。走行距離は20 mとし、スタートラインから3 mおよび、13 mの位置にセンサーを設置し、そのセンサー間に要した時間を赤外線センサー付ストップウォッチ（DEGITIMER II、竹井機器工業社製）を用いて計測した。対象者には、「20 m先のラインまで全速力で走ってください。」と説明した。練習後計測を2回実施し、最速値を採用した。

等尺性筋力に対しては、体幹伸展、体幹屈曲、膝関節伸展、膝関節屈曲、足関節底屈の5項目の測定を実施した。体幹伸展の測定においては、腹臥位で胸骨剣状突起より頭側をベッド上から出し、両上肢は後頭部で組ませた。両下肢は測定者が固定した。体幹0°伸展位で両肩甲棘を結ぶ線の中央部にHand-Held Dynamometer（ μ Tas F-100、アニマ社製：以下、HHD）を当て¹⁶⁾、対象者には「このままの姿勢を保ってください。」と説明を行い、等尺性筋力を測定した。体幹屈曲については、股関節を60°屈曲させた長座位にて胸骨上で手関節を交差させ、手関節にHHDを当て、測定者が固定した¹⁶⁾。対象者に

は、「最大限の力で体幹を起こしてきてください。」と説明を行い、等尺性筋力を測定した。膝関節伸展、屈曲については、等速性筋力測定装置（BIODEX SYSTEM III、酒井医療社製）を用いて、Ringsberg らの方法に従い¹⁷⁾、膝関節伸展筋力については膝関節 90° 屈曲位で、膝関節屈曲筋力については膝関節 45° 屈曲位で等尺性筋力を測定した。足関節底屈については、真田らの方法に従い¹⁸⁾、股関節を 90° 屈曲させた長座位姿勢で、第 1 基節骨底に HHD を当て、ベルトを利用し、等尺性筋力の測定を行った。ベルトは、上後腸骨棘上と HHD 上を通し、足関節底背屈 0° になるように調節した。下肢筋力の測定はすべて利き足とした。なお、対象者はすべて右下肢が利き足であった。体幹伸展・屈曲筋力と足関節底屈筋力は 1 回の練習の後、測定を 2 回行い、最大値を採用した。膝関節伸展・屈曲筋力は 2 回の練習の後、測定を 3 回行い、最大値を採用した。

運動速度に対しては、上肢運動速度と下肢運動速度の 2 項目の測定を実施した。上肢運動速度の測定は先行研究に従い¹¹⁾、赤外線ストップウォッチを使用し、端座位で肩関節 90° 外転位からできるだけ速く肩関節を水平内転した際の身体の正面 30 cm にかかった時間を計測し、その所要時間から速度を算出した。対象者には、「できるだけ素早く腕を横に振ってください。」と説明し肩関節水平内転を行わせ、3 回の練習を行った後、測定を 5 回行い、最速値を採用した。下肢運動速度の測定は Van Roie らの方法に従い¹⁹⁾、等速性筋力測定装置を使用し、無負荷で行った。測定は、膝関節屈曲 90° から屈曲 20° の範囲で可能な限り速く膝を伸ばすように説明し、実施した。2 回の練習を行った後、測定を 3 回行い、最速値を採用した。

柔軟性に対しては、Finger Floor Distance（以下、FFD）の測定を台上にて行った。台上で立位をとり、つま先を台の端に合わせ、膝と肘を屈曲せずに前屈するように説明を行った。測定時に対象者を前額面よりデジタルカメラを用いて動画撮影した。解析には、指先が最も下がっている場面の画像を切り取り、指尖と台上面との距離を画像解析ソフトウェア Image J にて計測した。1 回の練習を行った後、測定を 2 回行い、最小値を採用した。

座位側方バランスに対しては、Sit-and-Side Reach Test（以下、SSRT）を実施した。Thompson らの方法に従い²⁰⁾、端座位で足幅を 30 cm、リーチ側と反対の手は大腿の上、両足底ともに床面から動かさないこととした。側方へのリーチ動作を対象者の前額面よりデジタルカメラを用いて動画撮影し、指先が最も側方へ移動している場面の画像を切り取り、移動距離を画像解析ソフトウェア Image J を用いて計測した。1 回の練習を行った後、測定を 2 回行い、最大値を採用した。

統計解析については、SST と移動能力の間、および

SST、移動能力と各身体機能項目の間の関連をピアソンの相関係数を用いて検討した。全ての解析においては、危険率 5% 未満を有意、10% 未満を有意傾向とし、統計ソフトウェアは SPSS 21 を使用した。

III. 結 果

対象者の特性および各項目の測定結果を表 1 に示す。対象者の年齢は、 20.6 ± 1.0 歳（平均 $\pm$ 標準偏差）であった。また、SST と走行速度の間には、相関係数が -0.47 ($p < 0.05$) と、有意な中等度の相関が認められた。

SST と各身体機能項目との関係についてみると、SST との有意な相関が認められたものは、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、上肢運動速度、FFD であった。有意傾向が認められたものは、体幹伸展筋力と下肢伸展筋力であった（表 2、3）。

走行速度と各身体機能項目との関係についてみると、走行速度との有意な相関が認められたものは、体幹伸展および屈曲筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、上肢および下肢運動速度であった（表 2、3）。

IV. 考 察

本研究では、SST と移動能力の関係性を多面的にとらえることを目的とした。そのため、前述のように、多

表 1 対象者の属性および各項目の測定結果

項目	平均 $\pm$ 標準偏差	範囲
年齢（歳）	20.6 ± 1.0	19.0–22.0
身長（cm）	158.1 ± 5.0	149.6–168.3
体重（kg）	55.6 ± 6.9	44.0–67.6
SST		
SST（秒）	5.2 ± 0.7	4.1–6.6
移動能力		
走行速度（m/sec）	5.0 ± 0.5	3.9–5.7
等尺性筋力		
体幹伸展筋力（kg）	46.3 ± 9.6	28.0–62.2
体幹屈曲筋力（kg）	27.6 ± 6.6	18.4–47.5
膝関節伸展筋力（Nm）	139.2 ± 30.4	69.8–192.6
膝関節屈曲筋力（Nm）	58.9 ± 13.3	34.3–97.8
足関節底屈筋力（kg）	56.5 ± 15.3	27.8–83.8
運動速度		
上肢運動速度（m/sec）	6.8 ± 1.3	4.3–9.4
下肢運動速度（°/sec）	407.2 ± 32.1	334.8–454.1
柔軟性		
FFD（mm）	83.6 ± 81.4	–48.0–261.0
バランス		
SSRT（cm）	25.4 ± 3.8	18.6–34.0

SST : Seated Side Tapping test, FFD : Finger Floor Distance, SSRT : Sit-and-Side Reach Test.

表2 SST および走行速度と等尺性筋力との相関係数

	体幹伸展	体幹屈曲	膝関節伸展	膝関節屈曲	足関節底屈
SST	-0.33 [†]	-0.29	-0.42*	-0.24	-0.43*
走行速度	0.53**	0.58**	0.42*	0.37 [†]	0.47*

SST : Seated Side Tapping test. [†] : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$.

表3 SST および走行速度と運動速度、柔軟性、バランスの相関係数

	運動速度		柔軟性	バランス
	上肢	下肢	FFD	SSRT
SST	-0.47*	-0.36 [†]	0.46*	-0.17
走行速度	0.50**	0.62**	-0.17	-0.13

略称は表1同様. [†] : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$.

くの身体機能や強度の強い計測が必要であり、高齢者を対象とした場合に倫理的問題があると考え、対象を若年者とした。また、予備実験により、若年者の最速歩行速度は再現性が低く、一方で走行速度は再現性が認められたため、本研究では、移動能力として走行速度を測定した。先行研究では、対象が高齢者、移動能力は歩行速度を指標として、その関係性が明らかにされていたのに対し、本研究では、対象者として若年者を、移動能力の指標として走行速度を用いている。したがって、まず、SSTと若年者の走行速度との間に有意な相関関係が認められるかについての確認が必要であると考え、その検証を行った。その結果、高齢者を対象とした先行研究と同様に、若年者のSSTと走行速度の間にも中等度の有意な相関が認められ、若年者においてもSSTと移動能力との関連性を検証することが可能であると判断される。

SSTと走行速度の両者との間に有意な相関が認められた身体機能項目は、体幹伸展筋力、下肢筋力（膝関節伸展、足関節底屈筋力）、上肢および下肢運動速度であった。まず、体幹伸展筋力については、走行速度と体幹伸展筋力に関する先行研究で、走行速度の速い群と遅い群の2群で体幹伸展筋力を比較し、走行速度の速い群で有意に体幹伸展筋力が強いという結果が示されている²¹⁾。また、SSTと体幹伸展筋力については、SSTを実施する際に、体幹を前傾するため、体幹伸展筋力が姿勢保持に作用していると考えられる。そのため、体幹伸展筋力と走行速度およびSSTの両者との関連性が得られたと推測される。

次に、下肢筋力について、走行速度と下肢筋力に関する先行研究では、生田らによると短距離疾走能力と、膝関節伸展および足関節底屈筋力との間にかなり密接な関係があり²²⁾、阿江らによると膝関節伸展、足関節底屈筋力ともに支持期前半には足底接地に伴う衝撃吸収、支持期後半には身体の推進力を生み出す作用がある²³⁾。

SSTとの関係については、膝関節伸展、足関節底屈筋力が運動方向の切り返しのときに作用していると考えられる。SSTは、側方に移動している身体を減速し、タップと同時に反対方向へ加速するという一連の動作を素早く反復する運動課題であるため、運動方向の切り返し動作が重要となる。素早い切り返し動作を行うために、リーチ側の筋力が切り返し前の減速、リーチ反対側の筋力が切り返し後の加速に作用していると推測する。

最後に、運動速度についてである。先行研究において、上肢運動速度および下肢運動速度ともに高齢者の歩行速度との有意な相関が認められており^{11,14)}、若年者を対象とした本研究でも類似した結果が得られた。Rajらのレビュー²⁴⁾や、Van Roieら¹⁹⁾によると、運動速度は筋繊維タイプ(type I, type II)、筋構造(サルコメア数、羽状角)、筋の収縮様式(recruitment, rate coding)などにより左右されるといわれている。SSTと走行速度はともに運動速度が求められる動作である。したがって、このような運動速度という点における共通性が、SSTと、走行速度および上下肢運動速度との間の有意な相関をもたらしたと推察する。

なお、本研究の限界は、まず一点目に、若年者を対象としたことが挙げられる。今回の測定では、移動能力として走行速度を採用しており、高齢者の歩行速度と若年者の走行速度では結果が変わってしまう可能性があると考えられる。しかし、前述のように、本研究ではSSTと移動能力の関連性について多面的にとらえることを目的としているため、測定項目数が多く、さらに体幹筋力など負荷が大きい項目を多く含んでおり、高齢者を対象とすることは倫理的問題から困難であると考えている。また、今後の課題として、高齢者でも実施可能な測定項目および測定方法を検討し、高齢者を対象とした研究を実施していきたいと考えている。二点目に、対象者数が少数であるため、成分分析は行っていないことが挙

げられる。よって、各成分がどの程度 SST と走行速度に影響を及ぼしているのかについては明らかにできていない。

今回の研究において、SST と移動能力の両者に関連性をもつ身体機能項目は、体幹伸筋筋力に加えて、膝関節伸展、足関節底屈筋力、上肢および下肢運動速度であり、また、SST に特異的な要因は、柔軟性であることが示された。つまり、SST は体幹機能を中心として、下肢筋力や運動速度などの身体機能も反映する総合的な指標であるといえる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 26350628 の助成を受け実施した研究成果の一部である。

引用文献

- 1) Abellan van Kan G, Rolland Y, Andrieu S, et al.: Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging*, 2009, 13(10): 881-889.
- 2) Montero-Odasso M, Schapira M, Soriano ER, et al.: Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60(10): 1304-1309.
- 3) Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, et al.: Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*, 1995, 332(9): 556-561.
- 4) Studenski S, Perera S, Patel K, et al.: Gait speed and survival in older adults. *JAMA*, 2011, 305(1): 50-58.
- 5) Helbostad JL, Moe-Nilssen R: The effect of gait speed on lateral balance control during walking in healthy elderly. *Gait Posture*, 2003, 18(2): 27-36.
- 6) Iwata A, Higuchi Y, Kimura D, et al.: Quick lateral movements of the trunk in a seated position reflect mobility and activities of daily living (ADL) function in frail elderly individuals. *Arch Gerontol Geriatr*, 2013, 56(3): 482-486.
- 7) 樋口由美, 岩田 晃, 淵岡 聡: 移動能力と IADL を反映する座位での体幹機能評価の有用性. *日本老年医学会雑誌*, 2012, 49(4): 449-456.
- 8) Iwata A, Higuchi Y, Sano Y, et al.: Quickness of trunk movements in a seated position, regardless of the direction, is more important to determine the mobility in the elderly than the range of the trunk movement. *Arch Gerontol Geriatr*, 2014, 59(1): 107-112.
- 9) 大森圭貢, 山崎裕司, 横山仁志・他: 道路横断に必要な歩行速度と下肢筋力の関連—高齢入院患者における検討—. *理学療法学*, 2001, 28(2): 53-58.
- 10) 村田 伸, 大田尾浩, 村田 潤・他: 地域在住高齢者の上体起こしの可否と身体および心理機能との関連. *理学療法科学*, 2010, 25(1): 115-119.
- 11) Iwata A, Higuchi Y, Sano Y, et al.: Maximum movement velocity of the upper limbs reflects maximum gait speed in community-dwelling adults aged older than 60 years. *Geriatr Gerontol Int*, 2014, 14(4): 886-891.
- 12) Arai T, Obuchi S, Shiba Y, et al.: The validity of an assessment of maximum angular velocity of knee extension (KE) using a gyroscope. *Arch Gerontol Geriatr*, 2012, 54(2): e175-e180.
- 13) Arai T, Obuchi S, Shiba Y, et al.: The feasibility of measuring joint angular velocity with a gyro-sensor. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(1): 95-99.
- 14) 新井武志, 大渕修一, 小島成美・他: 虚弱高齢者の膝関節伸展角速度測定値と身体機能との関係—等尺性膝関節伸展筋力との比較—. *理学療法科学*, 2013, 28(3): 317-322.
- 15) 田井中幸司, 青木純一郎: 高齢女性の歩行速度の低下と体力. *体力科学*, 2002, 51: 245-251.
- 16) Souza LA, Martins JC, Teixeira-Salmela LF, et al.: Validity and reliability of the modified sphygmomanometer test to assess strength of the lower limbs and trunk muscles after stroke. *J Rehabil Med*, 2014, 46(7): 620-628.
- 17) Ringsberg K, Gerdhem P, Johansson J, et al.: Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? *Age Ageing*, 1999, 28(3): 289-293.
- 18) 真田将幸, 一圓未央, 中川法一・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた下腿三頭筋筋力測定. *理学療法科学*, 2008, 23(3): 391-394.
- 19) Van Roie E, Verschueren SM, Boonen S, et al.: Force-velocity characteristics of the knee extensors: An indication of the risk for physical frailty in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil*, 2011, 92(11): 1827-1832.
- 20) Thompson M, Medley A: Forward and lateral sitting functional reach in younger, middle-aged, and older adults. *J Geriatr Phys Ther*, 2007, 30(2): 43-48.
- 21) 川崎勇二: 陸上競技長距離選手の筋力特性について—体幹筋力と競技能力の関連性—. *中央学院大学人間・自然論叢*, 2006, 23: 3-16.
- 22) 生田香明, 根木哲朗, 栗原崇志・他: 敏捷性・筋力・パワーからみた短距離疾走能力. *体育学研究*, 1981, 26(2): 111-117.
- 23) 阿江通良, 宮下 憲, 横井孝志・他: 機械的パワーからみた疾走における下肢筋群のきのうおよび貢献度. *筑波大学体育科学系紀要*, 1986, 9: 229-239.
- 24) Raj IS, Bird SR, Shield AJ: Aging and the force-velocity relationship of muscles. *Exp Gerontol*, 2010, 45(2): 81-90.