椅子立ち上がりのパワー指標と移動能力との関係

寺田梨奈1、仲 立貴1,2、島 典広3、菅野昌明1,3,4

1至学館大学健康科学部、2至学館大学大学院健康科学研究科、3東海学園大学スポーツ健康科学部、4愛知学院大学心身科学部

The relationship between sit-to-stand power index and movement ability

Rina Terada¹, Tatsuki Naka^{1,2}, Norihiro Shima³, Masaaki Kanno^{1,3,4}

Department of Health and Sports Science, Faculty of Health Science, Shigakkan University,
Graduate School of Health Science, Master's Program in Health Sciences, Shigakkan University,
Department of Sports and Health Science, School of Sports and Health Science, TokaiGakuen University,
Department of Health Science, Department of Psychosomatic Science, Aichi Gakuin University,

Abstract

It is shown that chair stand power index considering the influence of leg length is more relevant to muscle strength, power, and muscle cross section, rather than sit-to-stand time index (STS-T). This study aimed to investigate the relationship between movement ability and 10-repetition STS-T as well as sit-to-stand power index (STS-P) calculated by body height and chair legs length. The subjects were 2055 men and women aged 20 to 97 years. Both indices, STS-T and STS-P were found to be related to 10m fast walking and stair climbing. Classification by age resulted in higher correlation coefficient as the age increased. The correlation coefficient of 10m fast walking was found to be high than in stair climbing. STS-T and STS-P determination is suggested to be useful to estimate movement ability or stairs climbing in the elderly, who has fall risk in the determination, and to be available as simple and indirect assessment of walking ability.

Keywords: 10-repetition sit-to-stand test, STS-T, STS-P, 10m fast walking, stairs climbing time

Corresponding Author: Tatsuki Naka

Address: 55 Nadakayama, Yokone, Oobu, Aichi 474-8651

TEL: 0562-46-1291 Email: naka@sgk.ac.jp

要約

下肢長の影響を考慮した椅子立ち上がり動作のパワー指標は、椅子立ち座り動作の所要時間よりも筋力、パワー、筋横断面積と関連性が高いことが報告されている。

本研究では、10回椅子立ち座りテストの所要時間(STS Time Index:STS-T)と、身長と椅子の脚長から算出したパワー指標(STS Power Index:STS-P)が移動能力と関連しているかどうかを明らかにすることを目的とした。20~97歳の男女2055名を対象に測定を実施した。その結果、STS-TおよびSTS-Pと10m速歩、階段昇段に関連性が認められた。年齢別で検討したところ年齢の増加に伴い相関係数も高値を示した。また、10m速歩の相関係数は階段昇段よりも高値を示した。

したがって、測定による危険性が伴う高い年齢層において、STS-TおよびSTS-Pの椅子立ち座り動作の計測は歩行能力や階段昇段能力に関連する指標として有用であり、特に歩行能力を間接的かつ簡易に評価するものとして利用可能であることが示唆された。

キーワード: 10回椅子立ち座りテスト、STS-T、STS-P、10m速歩時間、階段昇段時間

責任著者: 仲 立貴

主 所:〒474-8651 愛知県大府市横根町名高山55

電話番号: 0562-46-1291 Email: naka@sgk.ac.jp

I. 緒言

筋機能には、骨格筋の収縮によって発揮する筋力と¹⁾、関節トルクと関節の角速度の積で示される力学的な要素としての筋パワーがある¹³⁾。加齢と伴に筋力と筋パワーは低下するが、筋力より筋パワーの方が大きく低下する¹²⁾。筋パワーの低下は筋力同様に下肢において顕著であり、筋パワー低下の原因は主に筋収縮速度の減少によって引き起こされる³⁾。加齢に伴う筋機能の低下は、中高年者の移動能力と密接に関連していることがいくつか報告されている^{2,4,7,11)}。そのため、高齢者の歩行速度の低下に、素早い力の立ち上がり能力が関連していると考えられる³⁾。これらのことから、下肢の筋機能は、筋力だけでなく筋パワーも含めて評価する必要がある¹²⁾。

高畑らは、10回椅子立ち座りテスト(Sit to Stand test: STS)におけるパワー指標(STS Power Index: STS-P)は男女を含めた若年成人において、等速性筋活動における膝伸展筋の平均パワー、最大トルクなどと関連性があることを示している¹²⁾。しかし、STSの所要時間(STS-T)とこれらの関連性は明らかになっていない。

また、先行研究では、STS-Pを算出する式として[下肢長(m) - 椅子の高さ(0.42m)]×体重(kg)×重力加速度(9.8m/s²)×立ち上がり回数(回)/STS-T(sec)を用いている(以下、STS-P下肢長)¹²⁾。しかし、トレーニング指導の実践現場や多人数の体力を一同に測定する体力測定では、時間的な制約から下肢長を計測することは容易ではなく、身長などから算出する方法が簡便性を保証できるとも考えられる。また、これらの指標と歩行能力や階段昇段能力などの日常生活動作との関連性を明らかにすることで、測定結果の利便性を明確にできると推察される。

そこで本研究は、年齢の異なる男女を対象に10回椅子立ち座りテストを測定し、STS-Tおよび下肢長を用いない手法で算出したSTS-Pと10m速歩、階段昇段能力との関連性を検討することを目的とした。

Ⅱ. 方法

1. 対象者

対象者は成人男女2055名(年齢: 63.7±17.9歳、身長: 156.2 ±8.7cm、体重:55.6±10.1kg)、男性687名(年齢:67.8±15.4歳、 身長: 163.9±6.9cm、体重: 63.6±9.2kg)、女性1368名(年齢: 61.7±18.6歳、身長: 152.6±6.9cm、体重: 51.8±8.0kg)を対 象とした。すべての対象者に研究の目的、測定内容や測定に伴 う危険について十分に説明し、途中で研究から離脱することを認 め個人の自由意志による参加を尊重したうえで書面にて研究協 力への同意を得た。

2. 測定項目と測定方法

1) 体格

体格の計測項目として身長、体重を測定した。デジタル身長計 (TK-11850、竹井機器工業社製)、体重・体組成計 (TBF-401、 タニタ社製)を用いて測定を行った。

2) 10回椅子立ち座りテスト

10回椅子立ち座りテストは、Csukaらの方法に準じ3)、42cmの

椅子を用いて実施した。両脚を肩幅程度に広げた座位で胸の前で腕を組み、膝関節を100°程度に屈曲し、足関節を10°背屈させた状態で背中を真っ直ぐ伸ばした姿勢で構えた。その後、測定者の合図で動作を開始し(開始時間)、股関節および膝関節を完全に伸展させた立位となり、すぐに開始時の座位姿勢に戻る動作を10回反復し、10回の椅子立ち座り動作の所要時間(STS Time Index: STS-T)を記録した。また、身長と椅子の脚長からSTS-Pを算出した。STS-P=[身長(m)-椅子の高さ(0.42m)]×体重(kg)×重力加速度(9.8m/s²)×立ち上がり回数(回)/STS-T(sec)を用いて算出した。

3) 10m速歩時間

歩行路の前後に5歩以上歩くことができる場所を用いて、対象者が直線歩行を行うことができるように歩行路面の右側に歩行の目印となるラインを設置した。床面から30cmの高さに設定した光電管スピードトラップ(Brauer社製)をスタート地点と10mの各地点の垂直線上に設置し、10m速歩の所要時間を計測した。対象者にはスタート地点のラインに両足のつま先を揃えた立位姿勢で構え、開始の合図で主観的最速の歩行速度で歩き出し10m地点を通過するように指示した。テストは2回実施し、最短時間を測定値として採用した。

4) 10段階段昇段時間

1段あたりのステップ高(蹴上げ)17cm、踏み面(ステップ)32cmの10段階段を用いて、1段目の手前10cmおよび10段目の踏み面から10cm遠位地点にジェスタープロ光電管(T7727B、ニシスポーツ社製)を設置し、10段の階段昇段の所要時間を計測した。スタート地点に両足を揃えた立位姿勢で構え、開始の合図で主観的最速の歩行速度で10段を昇段した時間を測定した。テストは2回実施し最短時間を測定値として採用した。

3. 統計解析

対象者の基本特性および測定結果はすべて平均値±標準偏差で示した。STS-Tと10m速歩、階段昇段時間およびSTS-Pと10m速歩、階段昇段時間との関係性を分析するためにPearson積率相関係数を用いた。統計処理は、SPSSを用いてすべての統計処理における有意水準は危険率5%未満とした。

Ⅲ. 結果

表1,2に年齢、STS-Tおよび10m速歩時間、階段昇段時間の 絶対値を示した。

表3にSTS-TおよびSTS-Pと10m速歩、階段昇段時間との関連性について、男女、男性、女性に分け相関関係を示した。STS-Tと10m速歩および階段昇段時間の間には有意な正の相関関係があり、STS-Pと10m速歩および階段昇段時間の間には有意な負の相関関係が認められた。

表4にはSTS-TおよびSTS-Pと10m速歩の相関係数を年齢別 (20~39歳、40~59歳、60歳以上) に示した。STS-Tと10m速歩の間には有意な正の相関関係があり、STS-Pと10m歩行の間には有意な負の相関関係が認められた。どちらも年齢が上がるにつれ相関係数も高値を示した(図1)。

表5にはSTS-TおよびSTS-Pと階段昇段時間の相関係数を年齢別に示した。STS-Tと階段昇段時間の間には有意な正の相関

表1. 年齢、10回椅子立ち座りテストの時間 (STS-T) および10m速歩時間

	年幽	令(歳)	STS-T(秒)	10m 速歩時間(秒)
20~39歳 男女(r	n=360) 32	±4.8	10.4±2.8	4.6±0.8
男性(r	n=58) 31	±5.6	9.1±1.9	4.1±0.9
女性(r	n=302) 32	±4.8	10.4±2.8	4.7±0.8
40~59 歳 男女(r	n=229) 49	±6.4	10.6±2.7	4.4 ± 0.7
男性(r	n=73) 48	±6.1	10.3±2.5	4.1±0.8
女性(r	n=156) 49	±6.4	10.6±2.7	4.4±0.7
60 歳以上 男女(n=	=1466) 74	±6.6	14.6±5.7	5.6±1.3
男性(r	n=556) 75	±6.3	15.0±5.9	5.4±1.3
女性(r	n=910) 74	±6.6	14.6±5.7	5.6±1.3

表2. 年齢、10回椅子立ち座りテストの時間 (STS-T) および階段昇段時間

		年齢(歳)	STS-T(秒)	階段昇段時間(秒)
20~39 歳	男女(n=100)	32±4.8	10.4±2.8	3.0±0.6
	男性(n=40)	31±5.6	10.3±1.9	2.9 ± 0.5
	女性(n=60)	32±4.6	10.7±2.9	3.1 ± 0.6
40~59 歳	男女(n=147)	49±6.4	10.6±2.7	3.3 ± 0.6
	男性(n=57)	48±6.1	10.3±2.5	3.0 ± 0.5
	女性(n=90)	49±6.5	10.7±2.7	3.5 ± 0.6
60 歳以上	男女(n=483)	74±6.6	15.0±5.8	3.9 ± 0.8
	男性(n=161)	75±6.3	15.0±5.9	3.7 ± 0.7
	女性(n=322)	74±6.7	14.5±5.7	4.0±0.8

表3. STS-TおよびSTS-Pと10m速歩、階段昇段時間の相関関係

	10m 速歩		階段昇段時間	
STS-T 男女	0.67*	(n=2055)	0.54*	(n=730)
男性	0.72*	(n=687)	0.60*	(n=258)
女性	0.65*	(n=1368)	0.57*	(n=472)
STS-P 男女	-0.68*	(n=2055)	-0.60*	(n=730)
男性	-0.71*	(n=687)	-0.60*	(n=258)
女性	-0.66*	(n=1368)	-0.56*	(n=472)

^{*:}p <0.05

表4. STS-TおよびSTS-Pと10m速歩の相関関係(年齢別)

		10m 速歩	
	20 歳~39 歳	40 歳~59 歳	60 歳~
STS-T 男女	0.26*	0.45*	0.66*
	(n=360)	(n=229)	(n=1466)
男性	0.46*	0.56*	0.69*
	(n=58)	(n=73)	(n=556)
女性	0.19*	0.40*	0.65*
	(n=302)	(n=156)	(n=910)
STS-P 男女	-0.38*	-0.51*	-0.67*
	(n=360)	(n=229)	(n=1466)
男性	-0.49*	-0.56*	-0.67*
	(n=58)	(n=73)	(n=556)
女性	-0.27*	-0.42*	-0.67*
	(n=302)	(n=156)	(n=910)

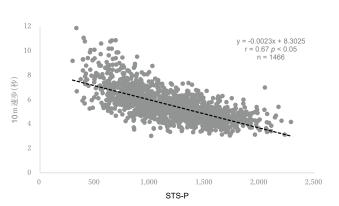
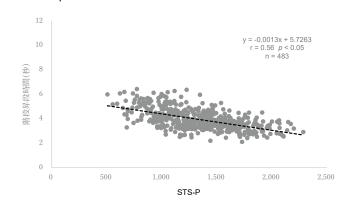


図1. 60歳以上の男女のSTS-Pと10m速歩および階段昇段時間の関係



: p < 0.05

関係があり、STS-Pと階段昇段時間の間には有意な負の相関関係が認められた。どちらも60歳以上で相関係数が高値を示した。STS-TとSTS-Pの間に有意な負の相関関係が認められた(r=-0.89)。

Ⅳ. 考察

本研究は、男女2055名を対象に、STS-TおよびSTS-Pと10m 速歩、階段昇段時間の関係性を検討した。その結果、いずれも有意な関連性があり、移動能力と有意な相関関係が認められた。男女各年齢別に検討すると、年齢が高くなるにつれ関連性が高まることが示唆された。

加齢に伴い移動能力は低下するとされており、歩行速度で示される移動能力は60歳以降から顕著に低下し⁷、20歳を100%とした場合、60歳で約60%、70歳では約54%にまで低下することが示唆されている⁹。また、高齢者の歩行速度の低下には、下肢の筋パワーに関連する素早い力の立ち上がり能力の低下が関

連していることが報告されている⁴)。そのため、高齢者では椅子立ち座り動作において10m速歩や階段昇段動作などで使われる下肢伸展パワーがより関連しているため、10m速歩や階段昇段時間に若年成人よりも強い相関関係を示したと考えられる。

STS-T、STS-Pと10m速歩および階段昇段時間との相関係数を検討したところ相関係数は10m速歩の値が階段昇段時間よりもやや強い相関関係を示した。高齢者と若年成人とでは歩行速度の増加に関与する関節の貢献度が異なり、高齢者では歩行速度の増加に供い股関節伸展トルクやパワーが増大し100歩行速度の増加には股関節伸展筋群が重要な機能を果たしていることが示唆されている80。また、高速で股関節・膝関節の伸展動作に足関節底屈動作を組み合わせた高速コンビネーションスクワットの介入研究において、10m速歩の改善が大きい上位群は、高速コンビネーションスクワット動作における股関節伸展の最大角速度の顕著な改善が認められた40。したがって、高齢者は10m速歩を行う際に、高速コンビネーションスクワットで活動する股関節伸展筋

表5. STS-TおよびSTS-Pと階段昇段時間の相関関係(年齢別)

	階段昇段時間		
	20 歳~39 歳	40 歳~59 歳	60 歳~
STS-T 男女	0.37*	0.36*	0.55*
	(n=100)	(n=147)	(n=483)
男性	0.45*	0.44*	0.55*
	(n=40)	(n=57)	(n=161)
女性	0.29*	0.30*	0.55*
	(n=60)	(n=90)	(n=322)
STS-P 男女	-0.38*	- 0.44*	-0.56*
	(n=100)	(n=147)	(n=483)
男性	-0.42*	-0.42*	-0.53*
	(n=40)	(n=57)	(n=161)
女性	-0.26*	-0.34*	-0.55*
	(n=60)	(n=90)	(n=322)

*:p <0.05

群の筋力やパワーを使用しているのではないかと考えられる。そのため、階段昇段時間よりも10m速歩の方がやや強い関連性を示したと考えられる。また、高速コンビネーションスクワットのトレーニングを行い移動能力の変化について調査した先行研究では、10m速歩、階段昇段時間の角速度の変化を股関節・膝関節・足関節の3つに分けて分析していた40。高速コンビネーションスクワットのトレーニングにより10m速歩と階段昇段時間の能力が改善したため、移動能力の向上に効果的ではないかと推察された60。

椅子立ち座り動作では、股関節伸展筋群と膝関節伸展筋群、足関節底屈筋群が活動し動作が行われている。また、10m速歩では股関節伸展動作が、階段昇段で膝関節伸展動作と足関節底屈動作が主に貢献している⁵⁾。本研究の結果で、10m速歩は階段昇段時間よりもSTS-T、STS-Pとの相関係数が高値を示したことから、椅子立ち座り動作では10m歩行に使われる股関節伸展筋群をより多く活用していると考えられた。また、階段昇段動作で活用される膝関節伸展筋群、足関節底屈筋群と椅子立ち座り動作との関連性は低いと考えられる。

これらのことから、高速で行う椅子立ち座り動作と移動能力との間には関連性があることが認められた。そして、STS-TおよびSTS-Pは、日常生活に必要不可欠な移動能力、階段昇段能力、起立動作などの下肢伸展パワーを算出することができるのではないかと示唆された。したがって、トレーニング指導の実践現場では、STS-TおよびSTS-Pは下肢伸展パワーを評価する新たな指標になり得る可能性があると考えられる。

Ⅴ.トレーニング現場への提言

高齢者は若年成人に比べ素早い立ち上がり能力が移動能力 に高く関係している。素早い立ち上がりの能力が低下した高齢者 は移動能力も低い値を示すと思われる。したがって、素早い立ち上がり能力を向上させることができれば移動能力を高めることができると考えられる。また、高速で行う椅子立ち座りの動作に類似したトレーニングが歩行能力の改善に有効的であると考えられる。60歳以上の年齢層において、STS-TおよびSTS-Pの椅子立ち座りの計測は歩行能力や階段昇段能力に関連する指標として有用である。そのため、歩行能力や階段昇段能力の測定に際して、場所や空間の制限、あるいは転倒リスクなどの危険性がある場合、椅子立ち座り動作の測定は、特に歩行能力を間接的かつ簡易に評価することが可能である。

汝於

- 1)青木純一郎, 佐藤佑, 村岡功, スポーツ生理学, 市村出版, 2001
- 2)Bassey E J, Fiatarone M A, O'neill E F, Kelly M, Evans W J, Lipsitz L A: Leg extensor power and functional performance in very old men and women, Clinical science, 82:321-327, 1992
- 3)江橋博:中高年者の筋機能向上に関する研究 第一報 4,中 高年者の最大筋出力パワーと骨密度,平成5年度日本体育協会 スポーツ医科学研究報告,23-34,1993
- 4)菅野昌明:高齢者の移動能力向上を目的としたトレーニングの 研究, Doctoral dissertation, 東亜大学, 2014
- 5)菅野昌明, 志賀友紀, 天野雅斗, 島 典広:高齢者の高速コンビネーション・スクワット・トレーニングの効果 移動能力およびスクワット中の下肢伸展角速度に及ぼす影響 , トレーニング指導, 1:10-15, 2014
- 6)菅野昌明, 島典広, 黒須雅弘, 古満伊里, 奥本正, 江橋博:高速コンビネーション・スクワットが高齢女性の移動能力に及ぼす効果, Japanese Journal of Health Fitness and Nutrition, 18:35-41, 2014
- 7)金俊東, 久野譜也, 相馬りか, 増田和実, 足立和隆, 西嶋尚彦, 岡田守彦:加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響, 体力科学, 49:589-596, 2000

- 8)金承革,福井勉,関屋曻,高橋正明,玉利光太郎,大成幹彦: 下肢関節モーメントの歩行速度への寄与 速い速度での歩行 に寄与する筋群の調査,バイオメカニズム学会誌,25:29-35, 2001
- 9)衣笠隆, 長崎浩, 伊東元, 橋詰謙, 古名丈人, 丸山仁司:男性 (18~83歳) を対象にした運動能力の加齢変化の研究, 体力科学, 43:343-351, 1994
- 10)岡田英孝:加齢および歩行速度が歩行中の関節の力学的仕事に 及ぼす影響,身体運動のバイオメカニクス,第13回日本バイオ メカニクス学会大会論文集,120-126,1997
- 11)Rantanen T, Guralnik J M, Ferrucci L, Penninx B W, Leveille S, Sipilä S, Fried L P: Coimpairments as predictors of severe walking disability in older women, Journal of the American Geriatrics Society, 49: 21-27, 2001
- 12)高畑哲郎, 矢倉千昭, 岡真一郎, 曽田武史, 山本圭彦: 健常若年成人における椅子立ち上がりパワー指標と等速性膝伸展力との関係, 理学療法科学, 27:119-122, 2012
- 13)山本澄子:身体運動のバイオメカニクス, 理学療法科学, 18: 109-114, 2003