

高齢者の急速反復運動能力の特性

Characteristics of the rapid repetitive movements in old people

伊藤功子（発育発達）・天野博江（発育発達）
桑原信治（発育発達）・小林和典（運動生理学）
古田善伯*

I. はじめに

高齢者の体力特性として脚筋力、垂直とび、反復横跳びのような筋パワーや敏捷性能力の低下が著しいことが指摘されている¹⁾。この生理学的背景としては加齢に伴う速筋線維の減少が関与していると考えられている⁶⁾。一方、体力項目の1つである敏捷性を評価するとき、ステッピングやタッピングのような急速反復運動の測定が利用されている^{1) 2) 3) 4) 5) 7) 8) 13)}。

この運動の生理学的背景として、相反神経支配や脳幹小脳系機能が密接に関与していると考えられており^{5) 7) 13)}、この機能が低下すると急速な体位変換などを伴う動作を行なう時などに動作に余裕がなくて転倒する危険性が高まることになる。そのため、高齢者の反復運動能力の特性を明らかにし、この能力の状況・程度に応じて日常生活のあり方を見直していくことが安全上重要になると考えられる。

これまで、急速反復運動に関する研究では、発育発達特性に関する報告^{1) 7) 13)}や若い成人を対象として上肢と下肢の関係を分析した報告²⁾、スポーツ選手^{8) 9) 10)}を対象にした研究、トレーニング効果に関する報告¹²⁾があるが、高齢者の急速反復運動に関する研究報告⁴⁾は少なく、特に上肢（タッピング）と下肢（ステッピング）の急速反復運動能力の違いについてはほとんど検討されていない。そこで、本研究では、高齢者の上肢と下肢の反復運動能力の特性について検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

岐阜市近郊地区に居住する60歳～84歳の高齢者80名（男性35名、女性45名）を対象とした。被検者の性別および年代別の年齢、身長、体重の平均値及び標準偏差を表1に示した。

表1 被検者の身体特性

	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
男性：60歳代	15	65.4±2.3	159.5±8.7	54.4± 7.8
男性：70歳以上	20	74.7±3.9	156.7±8.1	54.7±10.3
男性：全 員	35	70.7±5.7	157.9±8.4	54.5± 9.1
女性：60歳代	27	65.7±2.3	146.8±5.7	52.7± 8.2
女性：70歳以上	18	73.6±2.7	144.4±4.3	44.3± 7.1
女性：全 員	45	68.8±4.6	145.9±5.3	49.3± 8.7

2. 測定方法

ステッピングの測定では、椅座姿勢により、左右の足で測定板を交互にきるだけ早く反復巧打した時の巧打回数（左右の合計）を測定した。タッピングの測定では、左右の手で座位姿勢により台上のステッピング測定板をできるだけ早く反復巧打した時の巧打回数（左右の合計）を測定した。反復巧打の時間はいずれの測定とも10秒間とし、5秒間毎の巧打回数を測定した。本研究の測定は古田の方法に従って実施した。

本研究では下記の項目について測定し、その略号を示した。

① ステッピングの前半5秒間の値（5STと

* 岐阜大学教育学部

略す)

- ② ステッピングの後半5秒間の値(10STと略す)
- ③ ステッピング10秒間の値(TSTと略す)
- ④ タッピングの前半5秒間の値(5TAと略す)
- ⑤ タッピングの後半5秒間の値(10TAと略す)
- ⑥ タッピング10秒間の値(TTAと略す)

3. 統計処理

性差および年代間の差の検定は分散分析法を用い、各測定項目における平均値間の差の検定は対応のあるt検定を用いた。有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結 果

表2は、ステッピングおよびタッピングにおける性別および年代別の平均値と標準偏差

を示したものである。また、表3は表2の結果を基にして年代間の差および性差の有意差検定の結果を示したものであり、表4は測定項目間の平均値の差の検定結果を示したものである。

1. 年代間の比較および年齢との相関

男性は、ステッピング(5ST、10ST、TST)において70歳以上が60歳代より有意に低い値を示したが、タッピング(5TA、10TA、TTA)においては年代間に有意差はみられなかった。女性では、ステッピングおよびタッピングとも年代間に有意差がみられなかった。年齢とステッピングおよびタッピングとの相関係数を求めてみると、年齢と有意な相関を示したのは、男性の場合の5ST(-0.414)、10ST(-0.418)、TST(-0.428)であり、タッピングと年齢との関係はみられなかった。一方、女性においてはステッピングおよびタッピングとも年齢と有意な相関を

表2 ステッピング及びタッピングの性別・年代別の平均値±標準偏差

測定項目	男 性			女 性		
	60歳代	70歳以上	全 員	60歳代	70歳以上	全 員
5ST	47.3± 6.9	40.6± 6.9	43.4± 7.6	37.7± 6.0	36.5± 5.3	37.2± 5.7
10ST	43.3± 6.0	38.6± 7.7	40.6± 7.3	35.2± 5.5	35.8± 5.4	35.4± 5.4
TST	90.5±12.1	79.2±14.3	84.0±14.4	72.9±11.2	72.3±10.0	72.6±10.6
5TA	45.7± 6.7	44.0± 4.9	44.7± 5.7	40.8± 6.6	40.4± 5.2	40.6± 6.0
10TA	44.9± 7.0	42.5± 6.0	43.5± 6.4	38.6± 6.5	38.9± 4.9	38.8± 5.8
TTA	90.5±13.4	86.5±10.4	88.2±11.8	79.4±12.5	79.4± 9.9	79.4±11.5

表3 年代間の差及び性差の検定結果

測定項目	年代間の差		性 差		
	男性	女性	60歳代	70歳以上	全 員
5ST	**	NS	**	*	**
10ST	*	NS	**	NS	**
TST	*	NS	**	NS	**
5TA	NS	NS	*	*	**
10TA	NS	NS	**	NS	**
TTA	NS	NS	**	*	**

*:P<0.05, **:P<0.01, NS: No significant

表4 対応する測定値間の検定結果

対応項目	男 性			女 性		
	60歳代	70歳以上	全員	60歳代	70歳以上	全員
5ST : 10ST	**	**	**	**	NS	**
5ST : 5TA	NS	**	NS	**	**	**
5ST : 10TA	NS	NS	NS	NS	NS	*
10ST : 5TA	NS	**	**	**	**	**
10ST : 10TA	NS	**	**	**	**	**
5TA : 10TA	NS	NS	*	**	**	**
TST : TTA	NS	**	*	**	**	**

*:P<0.05, **:P<0.01, NS: No significant

示さなかった。

2. 性 差

性差の有意差検定の結果（表3）についてみると、60歳代ではステッピングおよびタッピングとも全ての項目において男性が女性より有意に高い値を示した。70歳以上では5ST、5TA、TTAの3項目において男性が女性より有意に高い値を示した。年代を込みにした場合（全員）には、全ての項目において男性が女性より有意に高い値を示した。

3. 各測定項目間の比較および相関係数

表4は、各測定項目間の有意差検定（対応する場合のt検定）の結果を示したものである。5STと10STを比較すると、70歳以上の女性以外は、全ての年代において5STが10STより有意に高い値を示した。男性全員と女性全員について5STに対する10STの比率を求めてみると、男性が93.5%、女性が95.2%となり、ステッピングの速度においては後半5秒間の方が前半5秒間より6.5%（男性）ないし4.8%（女性）低下するといえる。5STと5TAを比較すると男性の60歳代および男性全員以外は全て5TAが5STより有意に高い値を示した。5STと10TAを比較すると、女性全員以外は全て有意差がみられなかった。10STと5TAを比較すると、60歳代男性以外は全て5TAが有意に高い値を示した。10STと10TAを比較すると、60歳代以外は全て10TAが有意に高い値を示した。5TAと

10TAを比較すると、男性では全員に、また女性では全ての年代において5TAが10TAより有意に高い値を示した。男性全員と女性全員について5TAに対する10TAの比率を求めてみると、男性が97.3%、女性が95.6%となり、タッピングの速度においては後半5秒間の方が前半5秒間より2.7%（男性）ないし4.4%（女性）低下するといえる。TSTとTTAを比較すると、60歳代男性以外は全てTTAがTSTより有意に高い値を示した。男性全員と女性全員について、TTAに対するTSTの比率を求めてみると、男性が95.2%、女性が91.4%となり、ステッピングはタッピングより4.8%（男性）ないし8.6%（女性）低くなるといえる。図1はTSTとTTAの個人値をプロットしたものである。個人的にみると、TTAよりTSTの方が高い値を示す者もみられるが、全体的な傾向としては回数的大小に関係なく、TTAがTSTより大きい値を示すといえよう。

表5は各測定項目間の相関係数を示したものである。有意な相関がみられなかったのは、60歳代の5ST：5TAおよび10ST：5TAのみであり、他の項目間には全て有意な相関がみられた。ステッピングおよびタッピングともに、前半5秒間と後半5秒間との間には0.75～0.93の高い相関が認められた。また、10秒間のステッピングとタッピングとの間には、0.53～0.80の中程度の相関が認められた。

4. 年代比および男女比（図2）

表2を基にして、男女別に年代比を求めて

表5 対応する測定値間の相関係数

対応項目	男 性			女 性		
	60歳代	70歳以上	全 員	60歳代	70歳以上	全 員
5ST：10ST	0.77	0.93	0.88	0.89	0.75	0.83
5ST：5TA	0.40	0.76	0.58	0.77	0.59	0.71
5ST：10TA	0.51	0.70	0.62	0.75	0.47	0.66
10ST：5TA	0.45	0.68	0.60	0.77	0.63	0.71
10ST：10TA	0.60	0.65	0.63	0.71	0.59	0.67
5TA：10TA	0.93	0.81	0.87	0.84	0.93	0.87
TST：TTA	0.53	0.74	0.64	0.80	0.62	0.74

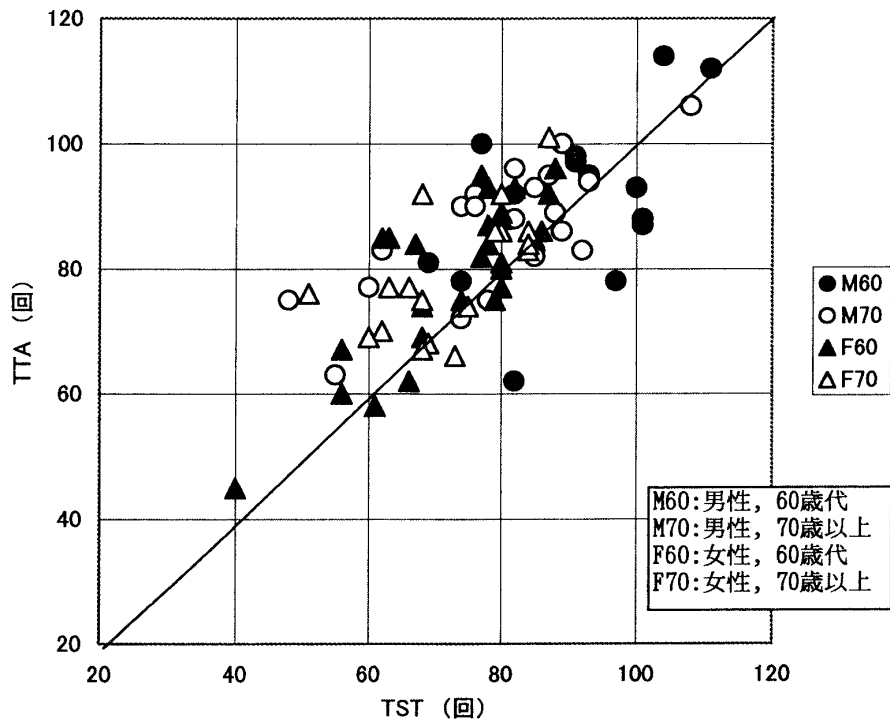


図1 TSTとTTAの関係

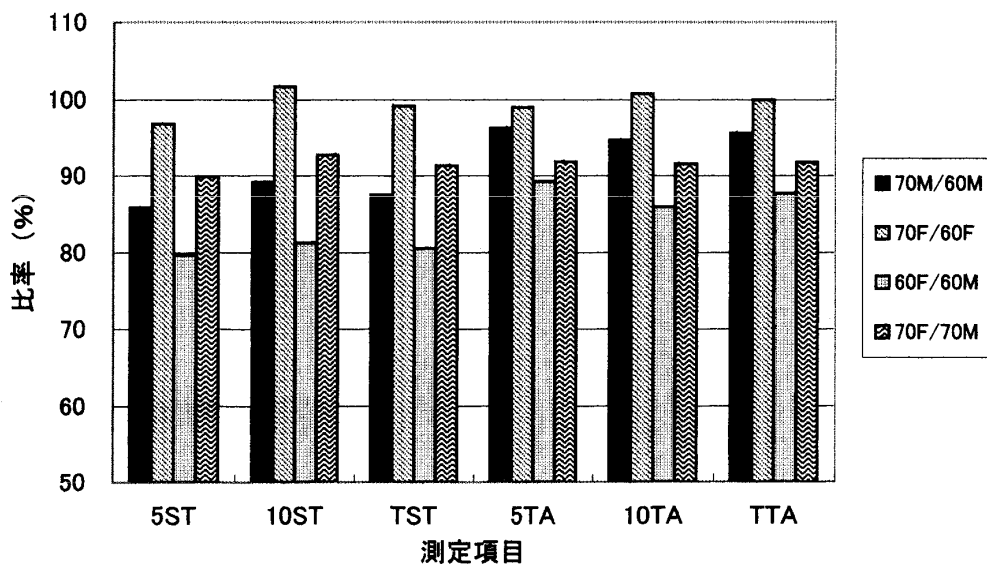


図2 男女比及び年代比の比較

みると、男性のステッピング (TST) は87.5%、タッピング (TTA) は95.6%となり、女性ではステッピング (TST) が99.2%、タッピング (TTA) が100%となっていた。すなわち、男性ではステッピングとタッピングにおいて8%程度の年代間の差異がみられるが、女性では年代間の差異はほとんどないといえる。

男女比についてみると60歳代ではステッピ

ング (TST) が81.3%、タッピング (TTA) が87.8%となり、12~18%程度の男女差がみられるが、70歳以上ではステッピング (TST) が91.3%、タッピング (TTA) が91.8%となり、10%程度の男女差がみられる。

IV. 考 察

ステッピングやタッピングは屈曲動作と伸

展動作を急速に反復して行なう動作であり、そのため屈曲と伸展の動作の切り替えが円滑に行なわれる必要がある。これらの動作が円滑に行なわれるための生理学的背景としては、相反神経支配や脳幹・小脳系の機能が大きく関与すると考えられる^{5) 7)}。一方、本研究で用いたステッピングおよびタッピングの運動時間は10秒間であることから、この運動のエネルギー供給はATP-PC系のエネルギー供給機構が中心となっていると考えられる⁶⁾。以上のように、今回行った最大努力による10秒間のステッピングとタッピングは、中枢神経系の機能とエネルギー供給機構とが複合して関与しているといえる。

今回は10秒間という短い時間の急速反復運動であったが、前半5秒間と後半5秒間を比較すると、後半の速度が低下する現象が認められた。この低下は神経系の関与の変化というより、ATP-PC系のエネルギー供給速度が低下したことによると考えられる。若い成人の場合（未発表資料）には、10秒間程度であれば巧打速度の低下は小さいかほとんど見られないことから、今回の結果にみられたように、本研究の高齢者における後半5秒間の低下の大きさは高齢者の特性といえる。特に、この傾向は上肢（タッピング）より下肢（ステッピング）に生じるようにみえる。

年代間の差について検討した結果、男性ではステッピングにおいて60歳代と70歳以上との間に有意差が生じたが、タッピングにおいては年代間に明らかな相違が生じなかった。また、女性ではステッピングおよびタッピングともに年代間に明らかな差が生じなかった。男性のみの下肢（ステッピング）に年代間の差が生じたのは、筋力・パワーの大きさが影響していたと考えられる。しかし、上肢（タッピング）においては男女とも年齢による影響はほとんどないといえよう。この理由としては、男女とも上肢の筋力差が小さく、日常生活における上肢の使用頻度が年代と関係ないことに起因するものと考えられる。

一方、性差についてみると、60歳代と全員の結果では、上肢および下肢ともに、明らか

に男性が女性より大きな値を示した。したがって、高齢者においても、急速反復運動においては男性が女性より優位な値を示すといえる。高齢者の筋力は男性が女性より高い値を示すことから、今回の性差は筋力の相違に起因していると考えられる。

高齢者の敏捷性能力を評価するためのテストとしてステッピングおよびタッピングが用いられているが、本研究の結果にみられるように、前半5秒間と後半5秒間の相関係数は非常に高いので、個人の最高速度を評価するのであれば5秒間のテストでも有効であると考えられる。しかし、今回は10秒間と時間的には短いテストであったが、後半5秒間の値が低下したことから、高齢者の高速を維持する能力（スピードの持久性）を含めて評価するのであれば、10秒間程度の時間を設定する必要も考えられる。

V. ま と め

本研究は、60歳～84歳の高齢者80名（男性35名、女性45名）を対象にして、高齢者の上肢と下肢の反復運動能力の関連と相違について検討した。反復運動能力を評価するためのテストとして、10秒間のステッピング・テストとタッピング・テストを用いた。本研究の結果をまとめると下記のようになる。

- (1) 60歳代と70歳以上の年齢群についてステッピングとタッピングを比較すると、男性のステッピングにおいてのみ有意な差が認められた。また、年齢と有意な相関を示したのは、男性のステッピングのみであった。
- (2) ステッピングおよびタッピングともに、男性が女性より有意に高い値を示した。
- (3) 前半5秒間と後半5秒間の値を比較すると、ステッピングおよびタッピングとも前半5秒間の値の方が後半5秒間の値より高くなる傾向が認められた。
- (4) 男女ともステッピングよりタッピングの方が高い値を示した。

以上の結果、高齢者の急速反復運動の速度は上肢の方が下肢より速く、また上肢および

下肢ともに男性の方が女性より能力が高いことが明らかになった。

文 献

- 1) 浅見高明、渋谷侃二 (1975) : 調整力に関する研究 (2) - その発達傾向について -, 体育科学, 3 : 188-199.
- 2) 古田善伯 (1984) : 急速反復運動に関する研究、(I) ステッピングとタッピングについて、岐阜大学教育学部研究報告 - 自然科学 -, 8 : 80-92.
- 3) 古田善伯 (1986) : 急速反復運動に関する研究、(II) ステッピングとタッピングの発達、岐阜大学教育学部研究報告 - 自然科学 -, 10 : 53-60.
- 4) 古田善伯 (1992) : 高齢者の体力評価基準、教育医学, 37(4) : 287-294.
- 5) 猪飼道夫、山川純子 (1953) : 反復的動作における疲労の現れ方、体育学研究, 1 (2) : 168-173.
- 6) 勝田茂編著 (2000) : 運動と筋の科学、朝倉書店、東京、154-165.
- 7) 川崎英武 (1944) : 成長期に於ける急速反復運動能力に関する調査研究、民族衛生, 12 (5) : 290-302.
- 8) 金原勇、高松薫、小松邦江、三浦望慶 (1968) :

敏しょう性トレーニングに関する基礎的研究 (その1) - 最大敏しょう性の得られる諸条件について -, 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, 6 : 25-45.

- 9) 金原勇、高松薫、神山紘、広橋儀一 (1968) : 敏しょう性トレーニングに関する基礎的研究 (その2) - 最大敏しょう性の発達段階の差、性差と敏しょう性トレーニング -, 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, 6 : 46-54.
- 10) 金原勇、高松薫、広橋儀一、三浦望慶 (1969) : 敏しょう性トレーニングに関する実験的研究 - 1セットの至適運動時間、至適セット数、セット間の至適急速時間などについて -, 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, 7 : 11-31.
- 11) 小林寛道、近藤孝晴 (1985) : 高齢者の運動と体力、朝倉書店、東京、59-61.
- 12) 寺田光世、古田善伯 (1982) : 発育期の敏捷性トレーニングに関する研究、デサントスポーツ科学, 3 : 183-189.
- 13) 梅沢菊枝 (1944) : 急速反復運動能力の幼児期に於ける発達、民族衛生, 12 (5) : 303-307.

—児童教育学科 初等教育 体育—
—人間福祉学科—