講演

老年者の運動機能

丸山 仁司¹⁾

LECTURE: Motor Function in the Aged.

Hitoshi MARUYAMA, RPT, MD¹⁾

1) Department of Physical Therapy, Saitama Medical School Junior College.

38 Moroyama Iruma-gun Saitama 350-04 Japan. TEL +81 0492-95-1111. FAX 0492-94-8865.

J. Exerc. Physiol. 7(3):145-150,1992. ISSN 0912-7100. Received June 30, 1992.

ABSTRACT

Essential elements to motor function in the aged consist of muscle strength, speed, flexibility, coordination, and balance. While the sport test is used for measuring motor capacity, measurement method of physical strength of the aged has continuously been developed. In this lecture, elements to motor function were introduced and a change in motor function due to ageing was described.

Key Words: elderly people, motor function

要旨

老年者の運動機能としては、筋力、敏捷性、柔軟性、協調性、バランス、等の要素がありこれらの運動能力の測定として、スポーツテストがあり、また、高齢者用の体力測定法が開発されている。今回は、運動の要素と加齢による変化について述べる。

キーワード：老人、運動機能

1) 埼玉医科大学短期大学理学療法学科：入間郡毛呂山町毛呂本郷38 (〒350-04)

TEL 0492-95-1111. FAX 0492-94-8865.

運動生理 7(3):145-150,1992. 受付日1992年6月30日

I 運動機能とは

基礎的な運動能力の要素としては、

筋力	筋持久力
筋パワー	敏捷性
協調性	平衡性
柔軟性	全身持久力

がある。

動作に関する運動能力テストとしては、歩行、タピソング、バグボート、ビーズ作業等がある。ここでは加齢による変化等について述べる。

II 運動機能の老化とは

老人の基本的現象として、1)予備力の低下、2)反応の鈍化、3)回復の遅延、4)再生能力の減退がある。

若年者と比較して、ほとんどの運動機能は加齢により低下を示す。これは検査方法が老人用ではなく、若年者用であることが大きな問題である。しかし、一概に低下といっても、性別、上下肢、日常活動度の程度等により、低下程度が異なる。また、低下する程度(変化率)、低下開始時期等が人により異なる。そのため、老人の特徴として、バラツキが大きく(個人差が大)、高齢になるに従い、標準偏差は大きくなる。また、老人では正常の加齢による機能低下か、疾病等による機能低下の区別が困難な場合が多い。

加齢による運動能力の低下程度は各能力の要素により異なる。例えば、20歳を100%として、低下程度をスポーツテストの項目からみると、平衡性の低下が男女とも著しい。柔軟性に関しては男女では異なり、男性の低下が女性より大きい(図1)¹⁾。

そこで、運動機能の特徴をまとめると、

図1 運動能力の加齢による変化

1. 運動機能の低下
2. 運動機能要素により低下程度が異なる
3. 個人差の拡大
- 機能低下の開始時期と変化率の相違
4. 正常老化と異常老化(病的)の区別困難

III 基礎的な運動機能

1. 筋力

(1) 力学的変化

筋力には動的筋力と静的筋力がある。

加齢による静的筋力の低下に関する研究報告は多くみられる。その筋力は一般的に握力で代表している場合が多い。握力の年齢的变化は都立大学体育学研究室編集の日本人の体力標準値²⁾から算出すると、20歳時の筋力を基準にした相対的な筋力は70歳では男女とも30%の低下(10年で6%程度の低下)を示して

いる(図2)。脚力は60歳で男性が48%、女性が56%の低下を示している(10年で12%以上、上肢に比べ2倍の低下)。以上のことは上肢と下肢の比較において、上肢の代表を握力、下肢の代表を脚力とした場合、脚力の低下が著しいことがわかる。また、Tomlinsonら³⁾は加齢により上肢より下肢の筋が、すなわち大腿四頭筋が早期に低下することを報告している。大腿四頭筋の筋力は加齢により低下を示すが、体重との相関が有意であり、体重が重い人ほど筋力が大きいとの報告がある⁴⁾。理由として体重を支持しているのに常に役だっているためである。

膝伸筋の等尺性筋力と同時に等速性筋力(動的筋力)も低下を示す。等尺性筋力では26%の低下にもかかわらず、速度が早い動的筋力では38%の低下を示す⁵⁾。また、等速性運動の速度の相違により、低下率も異なる。速度が早いほど著明である。蛭田⁶⁾によれば速度60度/秒の膝伸展の等速性最大筋力は、60-64歳に比べて、80-84歳では36%の低下、180度/秒では49%の低下、300度/秒では50%の低下を示し、速度が早く成るにつれて、等速性最大筋力は低下が著しい(図3)。

(2)形態学的な変化(組織学的変化)

老化による筋力低下に関する形態学的変化は

- ・筋の質量の低下、筋の萎縮
- ・type II線維の萎縮が著明(線維径の縮小)
- ・type I線維は減数しない。
- ・type IとIIの構成比が変化
- ・脊髄前角細胞の低下
- ・前根の有髄神経線維の減少
- ・軸索の変化(軸索流の停滞)

(3)生化学的变化⁷⁾

type IIにおいて、エネルギー供給および利用に関与する筋の酵素、特に、解糖反応に関係する酵素活性の低下が著しい。そのために物質を無酸素的に利用する能力が低下する。

図2 握力、脚力の加齢変化

図3 動的筋力の加齢変化

老化により、ミトコンドリアの酸素摂取能力、ピルビン酸脱水素酵素、ATP、クレアチンリン酸(CP)、グリコーゲン、ATP/ADP率の減少を示す。これらは筋収縮のエネルギー代謝に影響を及ぼす。

(4)電気生理学的変化

老人の萎縮筋の筋電図学的特徴は多相性活動電位の増加、持続時間の延長、低振幅活動電位などである。周波数分析ではtype Iの相対的な増加により低周波成分の増加がみられる。

(5)筋力低下のモデル

Marks, R⁸⁾は加齢による筋力低下のモデルを発表している(図4)。

2. 柔軟性

指床間距離と同様、体幹に関係した可動域として体幹の回旋運動がある。回旋運動も、

図4 筋力低下のモデル

他の関節可動域（例：膝関節、股関節、肘関節等）より、低下が大きい⁹⁾。

3. 敏捷性

敏捷性としてステッピングの加齢変化は図1に示している。また、反応時間についても加齢により遅延することが、報告されている。視覚反応時間、聴覚反応時間とも延長を示す。反応時間でもPMT（運動前時間）とMT（運動時間）をみると、PMTの方が加齢により、延長が著しい¹⁰⁾。MTは加齢により延長を示す報告と変化しない報告がある¹¹⁾。

4. 平衡性（バランス）

閉眼片足立ちテストに関しては、図1に示したように、運動能力の各要素の中で低下が著しい。重心動揺距離の加齢変化として、閉眼時の方が開眼時より重心動揺が増大する（図5）¹²⁾。静的なバランスとは別に、動的なバランスの評価指標が確立されていない。歩行などの動的なバランスの評価として、Winter¹³⁾のデータミックス指標がある。歩行中の動的なバランス即ち安定性に関して、我々は歩行周期の変動（変動係数）から検討した。各速度において、歩行率を変えて歩行させ、その時の周期の変動係数を求めた。その変動係数と歩行率の関係から、最適な歩行率（自

図5 加齢によるバランスの変化

図6 歩行率と変動係数の関係

由歩行時の歩行率）で歩行している場合では、歩行中の周期の変動係数は最少であった。これはエネルギーの効率と同様、歩幅と歩行率の関係から、効率の良い即ち安定している歩行であることが示唆された（図6）¹⁴⁾。この変動係数は動的なバランスの指標として用いることができる。

図7 歩行速度、歩幅の変化

IV 動作の加齢変化

1. 歩行動作

歩行速度は歩幅と歩行率を掛け合わせることで求めることができる。加齢により自由歩行時の速度は低下を示す。特に歩幅の低下は歩行率より著しい(図7)¹⁵⁾。また、両脚支持期の延長を示す報告があるが、歩行速度が異なれば当然、両脚支持期及び片脚支持期の時間、比率も異なる。

最大歩行速度時の速度、歩幅、歩行率の変化を図8に示す。歩行速度は加齢に従い低下する。自由歩行と異なり、歩幅より歩行率の低下が著しい。自由歩行と比較すると、各指標(歩行率、歩幅)の低下程度が異なる¹⁶⁾。

各運動能力の要素と最大速度歩行との関係からみると、歩行率は重心動揺距離に關係す

図8 最大速度歩行時の速度、歩行率、歩幅

る。動揺距離が増大すると歩行率の減少、歩行速度も低下する。歩幅の短縮には筋力(最大膝伸展トルク)の低下が関与する¹⁷⁾。

図9 最大タッピングの加齢変化

2. タッピング

加齢により最大タッピングは低下を示す(図9)。また、リズム運動(タッピング)を1 Hz-5 Hzのリズム(1 Hz毎)で行わせると高年齢者ほど、*hastening phenomenon*(加速現象)の出現が多くなる¹⁸⁾。また、タップ時間の変動係数を求めると、4 Hz前後に変動が大きい。

引用文献

- 1) 木村みさか：高齢者への運動負荷と体力の加齢変化及び運動習慣。J.J.Sports Sci. 10:722-729,1991.
- 2) 東京都立大学体育学研究室編：日本人の体力標準値 第4版。不昧堂 1989.
- 3) Tomlinson,B.E. et al.:The effects of aging and of cachexia upon skeletal muscle:a histopathological study. J. Neurol. Sci. 9:321-346,1969.
- 4) 伊東元・他：大腿四頭筋機能と歩行能力の関係。リハ医学 22:164-165,1985.
- 5) Larson,L.:Aging in mammalian skeletal muscle. In Mortimer,J.A., et al.(eds), The aging motor system. p.61-97, Praeger Publishers. 1982.
- 6) 蛭田秀一・他：高齢者(60-80歳代)の等速

性最大筋力 - 脚伸展、屈曲力および持久力-。体力科学 35:481,1986.

- 7) Gutmann, E.:Muscle. In, Finch,C.C. et al.(eds.), Handbook of the biology of aging. 445-469, Van Nostrand Reinhold Com. 1977.
- 8) Marks, R: The Effect of ageing and strength training on skeletal muscle. Aust.J. Physiotherapy 38:9-19,1992.
- 9) 岡部とし子・他：各年代における健康人の関節可動域について。総合リハ 8:41-56, 1980.
- 10) Botwinick,J et al:Components of Reaction time in relation to age and sex. J Geriat Psychol 108:175-183,1966.
- 11) Ito,H et al: Two components of motor time in elderly subjects.J Human Ergol 15:163-166,1986.
- 12) 橋詰謙・他：立位保持能力の加齢変化。日老医誌 23:85-91,1986.
- 13) Winter,DA et al:Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. Phys Ther 70:340-347,1990.
- 14) Maruyama,H et al:Temporal variability in the phase durations during treadmill walking. Human Movement Science 11:335-348,1992.
- 15) Himann, JE et al:Age-related changes in speed of walking. Med Sci sports Exec 20:161-166,1988.
- 16) 伊東元・他：健康男子の最大速度歩行時における歩行周期の加齢変化。日老医誌 26:347-352,1989.
- 17) 伊東元・他：健康老年者における最大歩行速度低下の決定因。理学療法学 17:123-125,1990.
- 18) Nagasaki, H et al : Characteristic difficulty in rhythmic movement with aging and its relation to Parkinson's disease. Exp Aging Res 14:171-176,1988.