研究論文

脳卒中片麻痺患者の快適速度歩行

斎藤 功¹⁾

Optimal Walking Speed of Hemiplegic Patients.

Isao SAITO, RPT¹⁾.

1) Department of Stroke Rehabilitation, Research Institute for Brain and Blood Vessels Akita: 6-10 Senshukubota-Machi Akita 010 Japan. TEL 0188-33-0115.

J. Exec. Physiol. 4(2):75-80, 1989. ISSN0912-7100. Received March 28, 1989.

ABSTRACT

In order to elucidate physical condition of hemiplegic patients during walking at the optimal speed, 23 stroke patients (average age; 57.4 ± 12.7 year-old, LMA; 34.9 ± 19.6 months) were instructed to do 5-minute level walking with a free use of their equipments. The average oxygen consumption during level walking was not influenced by walking speed, cadence, and LMA. Converting the oxygen consumption into METS, patients showed the almost same value (3.00 ± 0.85 ml/kg/min) as that of healthy subject, which suggests that patients had walked at their optimal speed during the trial. Energy efficiency during walking, a walking distance per unit oxygen consumption, was 5.20 ± 3.27 m/ml/kg, having a significant correlation with LMA. These results suggest that energy efficiency may play an important role in evaluating ambulation of the patient who receives walking exercise at the optimal speed.

key words: Hemiplegia, Optimal Walking Speed, Energy Cost

要旨

脳卒中後遺症による片麻痺患者23名を対象として、患者各個人の快適速度にて、5分間の平地歩行を行なわせた。動作能力の指標として、下肢運動年齢を用い、運動強度の指標として酸素消費量を用いた。歩行時の装具、補装具の使用は、患者各個人に選択させた。測定項目は、酸素消費量、歩行速度、歩行率、エネルギー効率であった。歩行時平均酸素消費量は、歩行速度、歩行率、下肢運動年齢の程度に関わらず同程度を示した。また、METSに換算すると 3.00 ± 0.85 ml/kg/min となり、一般成人が快適な速度にて歩行をしたときのMETSと同程度となった。よって、対象患者は、快適速度歩行をしたと思われる。エネルギー効率を単位酸素消費量当りの移動距離として求めると、 5.20 ± 3.27 m/ml/kgとなり、下肢運動年齢と高い正の相関を示した。ADL上行なわれている快適速度歩行を運動負荷とする場合、エネルギー効率が歩行能力の評価の一つとなりうと思われる。

キーワード: 脳卒中片麻痺 快適速度歩行 エネルギー効率

1) 秋田県立脳血管研究センター リハビリテーション科: 秋田市千秋久保田町6-10

運動生理 4(2):75-80, 1989. 受付日1989年3月28日

TEL 0188-33-0115

I はじめに

人は、ある目的達成のために必要となる移動手段を無意識のうちに選択し、適切な移動速度、運動強度に自己調節しているものと考えられている。その研究には、歩行がよく用いられており、歩行時のエネルギー消費量は、年齢、性差、心理状態、歩行速度、疾患などの個人的な差、床面の状態や傾斜などの環境的な差により左右され、変動をきたしていると思われる。

我々が、快適と感じる程度の歩行を黒木¹⁾は、快適速度歩行としている。快適速度歩行とは、ADL上用いられる歩行であり、各人が努力を要しない程度に、歩行という運動負荷に対する意欲や歩行速度、歩行形式を自分の能力に応じて調節を行ないながら歩行している。これは、中枢神経疾患患者でも同じことが言える。また、中枢神経疾患を対象とした快適速度歩行の報告で、Fisher²⁾は、対象者のレベル分別を痙性の程度で示しており、黒木³⁾は対象者の運動能力の程度の指標としてBrunnstorm stageを用いている。しかし、運動負荷が歩行という動作であるため、動作能力の程度を示す指標を用いたほうがより望ましいであろう。

そこで、今回は、動作能力の指標として下肢運動年齢を用い、運動強度の指標として酸素消費量を用いて、脳卒中後遺症片麻痺患者の快適速度歩行について検討した。

II 対象と方法

対象は、脳卒中後遺症による片麻痺患者23名で、女性4名、男性19名、年齢 57.4 ± 12.7 歳、体重 63.9 ± 9.6 kg、下肢運動年齢 34.9 ± 19.6 カ月であった。歩行形式は、装具及び杖なし歩行9名、短下肢装具使用2名、4点支持杖使用1名、T字杖使用3名、T字杖と短

下肢装具使用6名、4点支持杖と短下肢装具使用2名で全体としては、杖と装具使用者は、対象者全体中14名であった。健常人との比較には、できるだけ条件を等しくするため装具・補装具を使用しない場合が多いが、課題である快適な歩行を要求する限り患者各個人にあわせて、装具・補装具の使用を認め、その条件のもとで行なわせるのが、適当であると考え、測定を施行した。

運動負荷として、快適速度にて5分間の平地での歩行を行なわせた。患者には、「普段歩いているように、自分が一番歩きやすい速さで歩いて下さい。」と、指示をした。

安静時酸素消費量は、被験者が食後3時間以上経過した後にダグラス・バッグ法で測定し、歩行時酸素消費量は、歩行開始から30秒毎に測定した。

測定項目は、安静時酸素消費量・各30秒毎の歩行時酸素消費量(ml/kg/min)、歩行速度(m/sec)、歩行率(step/min)、エネルギー効率(m/kg/ml)である。

リスク管理のため心拍数と心電図波形のチェックを行なった。心拍数の測定及び心電図波形のチェックには、日本電気三栄社製テレメータ心電計を用いた。呼気ガスの分析には、ラジオメーター社製ABL300を用いた。負荷中止基準は、胸痛・めまい・息切れ・疲労感などの自覚症状、重篤な不整脈などの出現、心拍数が120 beat/minに達した場合とした。負荷中止基準に達した者はいなかった。

III 結 果

安静時酸素消費量は、 4.31 ± 1.1 ml/kg/min、歩行時平均酸素消費量は、 12.47 ± 3.19 ml/kg/minとなり、安静時酸素消費量と歩行時平均酸素消費量との間に、studentのt検定で $P < 0.001$ となり、有意な差が認められた。また、歩行開始後、各30秒毎の各期間には、歩行時

図1 歩行時平均酸素消費量と各指標の関係

酸素消費量に、有意な差は認められなかった。

歩行時の平均歩行速度は、 29.17 ± 19.17 m/secであり、平均歩行率は、 71.9 ± 23.0 step/minとなった。

歩行時のエネルギー効率は、以下の式で求めた。

平均歩行速度

エネルギー効率 = $\frac{\text{歩行時平均酸素消費量}}{\text{平均歩行速度}}$

歩行時平均酸素消費量

歩行時のエネルギー効率を、単位酸素消費量当りの移動距離とした。結果は 5.20 ± 3.27 m/ml/kgとなった。歩行時酸素消費量と平均歩行速度、平均歩行率及び対象患者の動作能力として用いた下肢運動年齢との関係は、認められなかった（図1）。

平均歩行速度と平均歩行率に、下肢運動年齢の程度との関係が認められた（図2）。また、歩行時のエネルギー効率は、平均歩行速度との関係は明らかに認められる（表1）。そこで、歩行時のエネルギー効率、平均歩行率と下肢運動年齢との関係を求めてみると、図3の結果が得られた。

表1 各指標間の相関関係

	ENR	SPD	CDS	LMA
ENR		$r=0.9300$	$r=0.8854$	$r=0.8142$
SPD	$*r=0.9300$		$r=0.8873$	$r=0.8607$
CDS	$*r=0.8873$	$*r=0.8142$		$r=0.8450$
LMA	$*r=0.8142$	$*r=0.8607$	$*r=0.8450$	
STL	$*r=0.8964$	$*r=0.9586$	$*r=0.7573$	$*r=0.7777$

ENR:エネルギー効率 SPD:平均歩行速度

CDS:平均歩行率 LMA:下肢運動年齢

STL:平均歩幅 (* $p < 0.001$)

図2 下肢運動年齢との関係

図3 エネルギー効率と各指標の関係

IV 考 察

今回対象となった患者は、歩行開始から、歩行終了までの5分間をほぼ一定の酸素消費量で歩行しているため患者各個人における運動負荷量は、5分間を通じて一定であったと思われる。また、患者各個人の歩行時平均酸素消費量は、平均歩行速度、平均歩行率、下肢運動年齢の程度に関わらずほぼ同程度を示しており、自分の動作能力レベルに合わせた歩行速度、歩行率を保持していたと思われる。

Noble⁵⁾らは、成人が15分間'most comfortable'に歩ける速度を5.01km/h、83.5m/minとし、Bobbert⁶⁾は、歩行の至適速度あるいは経済速度を、85m/minとしている。Ralston⁷⁾は、'natural speed'の歩行をするようにと指示した時の至適速度は、73m/minとしている。三者の結果は、Foxら⁴⁾らが、各種活動の代謝量概算で示した4.8km/h、80m/minと近似していると思われる。'most comfortable'に歩ける速度、'natural speed'の歩行時の至適速度、経済速度を成人における快適速度

と解釈するならば、80m/min前後の歩行速度が快適速度となっていると考えられ、Foxら⁴⁾は、歩行速度が、80m/minのMETsを3~4 METsとしている。

今回の対象患者における歩行時の酸素消費量の結果をMETsに換算してみると、 3.00 ± 0.85 METsという値を示した。この結果は、対象患者の歩行時平均歩行速度は、 29.17 ± 19.17 m/minであり、Foxらの代謝量概算の値での80m/minより平均としては、かなり遅い歩行速度であるが、代謝量としては3~4METsと同程度の値を示していることから、対象患者は、快適速度にて歩行を行っていたものと考えられる。

今回運動負荷として用いた歩行は、患者各人がそれぞれADL上行っている歩行であり、その歩行速度は、一般の成人と比較して1/2以下程度の速度となる。

歩行速度は、歩行率と歩幅であらわされる。そこで、今回の対象患者の平均年齢57歳程度の歩行率と歩幅を一般成人と比較した。養島⁸⁾は、50歳代の男性の歩行率は、119.8step/

min、歩幅は 63.8cm、女性の歩行率は 125.8 step/min、歩幅は 47.3cmとしている。対象患者の平均歩行率は 71.9 ± 23.0 step/min、平均歩幅は 37.1 ± 15.7 cm であった。以上より、対象患者の平均歩行速度が、一般成人より下回っている理由は、その要素である平均歩行率と平均歩幅が、両者ともに一般成人のそれよりも下回っていることによると考えられる。また、表 1 より対象患者の平均歩行速度と平均歩行率、平均歩幅の間に、それぞれ高い正の相関が認められている。よって、対象患者の歩行速度を速くするには、歩行率と歩幅を改善されればよいことになる。

したがって、脳卒中後遺症による片麻痺患者は、ADL上での歩行が確立する以前に、歩行率と歩幅を改善することがやはり重要となるであろう。

相関分析の結果、平均歩行速度、平均歩行率と下肢運動年齢に高い正の相関があることが認められている。しかし、平均歩幅と下肢運動年齢には、相関は認められなかった(表 1)。平均歩行速度と下肢運動年齢に、一次回帰式 $y = 0.83x + 0.01$ (x 、下肢運動年齢、 y 、平均歩行速度) が、平均歩行率と下肢運動年齢には、一次回帰式 $y = 0.98x + 38.50$ (x 、下肢運動年齢、 y 、平均歩行率) が得られている(図 2)。よって、運動負荷として快適速度にて歩行を行なわせるときの歩行速度と歩行率の指標として下肢運動年齢を用いることが可能であると思われる。

装具、補装具は、健常成人との比較を行なうためできるだけ使用しないで測定を行なうほうがよいと言われている。しかし、快適速度歩行を行なう上で、対象患者が、脳卒中後遺症による片麻痺患者であり、麻痺による運動能力レベルの低下や共同運動の出現による無理な努力や心理的負担をより少なくすることが重要である。装具、補装具の使用は、対象患者自身に選択させるようにして、測定を行なった結果、歩行時平均酸素消費量は、対

象患者全員がほぼ同レベルを示し、快適な速度にて歩行を行なっていたと思われる。よって、快適速度歩行を運動負荷として測定を行なう場合に限り患者各個人の運動レベルにあわせて装具、補装具の使用を選択させることが妥当と思われる。

一方、歩行時の平均酸素消費量の結果だけでは、ADL上用いていると考えられる快適速度歩行を患者各人毎に評価することが困難である。そのため、患者各人毎のエネルギー効率を前述の式にて算出した結果、平均歩行率、平均歩幅、下肢運動年齢に高い正の相関が認められた(表 1、図 3)。このことより、快適速度にて歩行をする時は、歩行率、平均歩幅、下肢運動年齢が高いほどエネルギー効率のよい歩行をしていると思われる。したがって、下肢運動年齢のレベル向上及び、歩行率、歩幅を向上させることにより、さらにエネルギー効率のよい歩行をさせることができると思われる。

今後は、下肢運動年齢の低い症例や種々の年代の症例を増やし、性別による相違などの検討や歩行能力改善のため最大努力速度歩行との関係なども研究もしたい。

V まとめ

脳卒中後遺症による片麻痺患者を対象として、快適速度歩行における酸素消費量と歩行速度、歩行率との関係、および患者の動作能力の指標として下肢運動年齢を用いて、各測定結果との関係について検討を行なった。対象患者は、歩行時平均歩行速度、平均歩行率、下肢運動年齢の程度に関わらず、同程度の酸素消費量を示した。歩行時平均酸素消費量を METS に換算すると 3.00 ± 0.85 METS となり一般成人と比較して同程度であったため、快適な速度にて歩行をしていたと思われる。対象患者に快適な歩行を要求する場合、装具、

補装具の使用は、個人に選択させるべきである。快適速度歩行を、運動負荷とする場合、エネルギー効率が患者のADL上での歩行能力の評価の一つになりうると思われる。

本研究の一部は、1988年5月、第22回日本理学療法士学会で発表した。

参 考 文 献

- 1)黒木裕士：脳卒中後片麻痺患者の歩行中エネルギー消費量。臨床理学療法 9(1): 21-24,1982.
- 2)Fisher,S.V.:Energy cost of ambulation in Health and Disability : A Literature Review: Arch. Phys. Med. Rehabil 59: 124-133 1978.
- 3)黒木裕士：脳卒中患者の平地歩行訓練と酸素摂取量および心拍数。理学療法学 13(2.3):249-252 1986.
- 4)Fox, S.M.Ⅲ : Physical activity and cardiovascular hearth. The exercise prescription:Intensity and curation, and frequency and type of activity:Mod Conc. Cardiovasc.Dis. 41:21-25,1972.
- 5)Nobel,BJ, Metz,KF, Pandolf,KB, Bell,CW Cafarelli,E and W.E.Sime:Perceived exertion during walking and running-II: Med. sci.,in Sports 5:116-120, 1973.
- 6)Bobbert,AC:Energy expenditure in level and grade walking:J. Appl. Physio. 15: 1015-1021, 1960.
- 7)Ralston,H.J.:Energy-speed relation and optimal speed during level walking:Int Z. Angew. Physiol.17:277-283, 1958.
- 8)蓑島高：日本人人体正常数値表。技報堂：1958.
- 9)中村隆一、齊藤宏：基礎運動学 第3版：医歯薬出版 1987.
- 10)Bessey,EV : Self-pased walking as a method for exercise testing in elderly and young men:Clin. Sci. Mol. Med. 51: 609-612, 1976.
- 11)McDonald,I.: Statistical studies of recorded energy expenditure of man.Ⅱ. Expenditure on walking rated to weight sex,age,speed and gradient: Nutr.Abstr Rev. 31:739-762, 1961.
- 12)宮原恵子・他：脳卒中後片麻痺患者の活動性：総合リハ 12(11): 853-857, 1984.