

脳卒中片麻痺患者の歩行時の脊柱起立筋活動

江口淳子*¹ 森 明子*¹ 渡辺 進*²

要 約

本稿の目的は、片麻痺患者における歩行時の脊柱起立筋群および大殿筋の筋活動パターンと活動量を検討することであった。対象は片麻痺患者12名とした。測定は最大随意収縮（MVC）と自由歩行をさせ、動作筋電図を用いて両側脊柱起立筋群と大殿筋の筋電図（EMG）を記録した。筋活動パターンは全波整流したEMGから検討した。筋活動量は各個人の1歩行周期を時間で正規化し、各相の筋積分値（IEMG）を求め、1秒間のMVC時のIEMGに対する割合（%IEMG）として表した。また患側大殿筋は、健側大殿筋のMVCを基準にして%IEMGを求めた。その結果、脊柱起立筋群の筋活動パターンは立脚期前半・遊脚期後半に活動が低下する健常人に近い「健常パターン」と、立脚期・遊脚期とも持続的に活動する「持続パターン」がみられた。%IEMGは患側の脊柱起立筋群では患側立脚期に $33.1 \pm 19.5\%$ 、遊脚期に $34.5 \pm 18.9\%$ 、全歩行周期を通して $34.7 \pm 18.8\%$ であった。健側の脊柱起立筋群では健側立脚期に $24.3 \pm 12.8\%$ 、遊脚期に $36.9 \pm 13.7\%$ 、全歩行周期を通して $28.6 \pm 13.8\%$ であった。患側大殿筋では患側立脚期に $19.5 \pm 17.1\%$ 、遊脚期に $11.9 \pm 7.0\%$ 、全歩行周期を通して $14.8 \pm 8.1\%$ であった。健側大殿筋では健側立脚期に $37.0 \pm 33.2\%$ 、遊脚期に $22.9 \pm 21.2\%$ 、全歩行周期を通して $33.5 \pm 31.2\%$ であった。また脊柱起立筋群の健側と患側の%IEMGの間に有意差はなく、同程度の活動量がみられた。片麻痺患者において、患側の脊柱起立筋群は股関節を伸展する大殿筋の筋力低下を補い、そして骨盤を挙上して下肢を振り出しやすくするために過剰に活動しているものと考えられる。

はじめに

近年、脳卒中片麻痺患者のリハビリテーションにおいては四肢だけでなく体幹の機能障害についても注目されてきている。富田ら¹⁾は、体幹の特徴は末梢の動きに合わせた調整的な働きをするダイナミック・スタビライゼーションであり、動作中のごくわずかな可動性もしくはスタビリティの障害が動作能力に重大な影響を与えていると述べている。またDavis²⁾は選択的な体幹の活動が失われると、四肢の運動と体幹の運動を分離できないと述べている。これらのことから体幹に対する様々なアプローチが強調され、歩行能力の改善が試みられている。しかしながら、脳卒中片麻痺患者の歩行時の体幹筋活動、特に脊柱起立筋群についての報告は見当たらない。

本研究の目的は、動作筋電図を用いて、脳卒中片麻痺患者における歩行中の脊柱起立筋群の筋活動パターンと筋活動量を測定し、検討することである。

なお大殿筋は遊脚後期から立脚初期に強い活動を示し、股関節を伸展して骨盤を安定させるように働き、脊柱起立筋群との関連が深いと考えられたため、参考のために同様に測定し、検討した。

対 象

脳血管障害による片麻痺患者12名（男性8名、女性4名）を対象とした。そのうち右麻痺は5名、左麻痺は7名で、平均年齢は 67.9 ± 11.1 歳（42～78歳）、平均身長は 155.5 ± 8.3 cm（145～169cm）、平均体重は 50.4 ± 11.2 kg（32～70kg）であった。発症後経過年数は1年未満が3名、1～2年未満が2名、2年以上が7名（4ヶ月～40年）であった。下肢麻痺の程度はブルンストローム・ステージ（B.r.s.）で、Ⅱが3名、Ⅲが4名、Ⅳが4名、Ⅵが1名であった（表1）。対象は全て屋内平地で自立または近位監視で10m以上歩行可能であった。なお、杖や短下肢装具（AFO）の使用は認めた。また本研究に際して、対

*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 リハビリテーション学専攻

*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科

（連絡先）江口淳子 〒704-8133 岡山市宿毛741-5 宿毛診療所

表 1 症例紹介

症例	性別	年齢	身長 cm	体重 kg	麻痺側	経過年数	下肢 B.r.s.	使用装具	歩行自立度
1	男性	59	159	70	左	2 年 2 ヶ月	IV	AFO	屋外自立
2	男性	42	157	61	左	4 ヶ月	III	AFO・杖	屋内自立
3	男性	78	148	50	左	6 ヶ月	II	AFO・杖	屋内自立
4	女性	77	148	48	左	9 年	VI	なし	屋外自立
5	男性	77	169	45	左	4 ヶ月	II	AFO・杖	屋内近位監視
6	女性	73	145	35	左	6 年 6 ヶ月	IV	AFO・杖	屋外自立
7	男性	66	155	60	右	2 年 10 ヶ月	IV	なし	屋外自立
8	女性	55	145	47	左	1 年	III	AFO・杖	屋内自立
9	男性	78	159	43	右	40 年	III	杖	屋内自立
10	男性	73	165	60	右	3 年 6 ヶ月	II	AFO・杖	屋内自立
11	男性	70	165	55	右	3 年	IV	AFO・杖	屋内自立
12	女性	67	150	32	右	1 年 2 ヶ月	III	AFO・杖	屋内自立

B.r.s. : ブルンストローム・ステージ

象者には主治医と担当理学療法士から十分な説明が行われ同意が得られた。

方 法

筋活動パターンおよび筋活動量の測定と解析には表面筋電計 MyoSystem1200 (Noraxon 社製) を用いた。十分な皮膚処理をした後、表面電極を第 3 腰椎棘突起側方の両側脊柱起立筋筋腹と、後上腸骨棘より 2 横指下方の大殿筋筋腹に貼り、電極間距離は 3.5cm 間隔とした。サンプリング周波数は 1,000Hz とした。歩行周期の確認のためフットスイッチを踵部と母趾球部に固定した。

測定は、はじめにダニエルスらの徒手筋力テスト (MMT) に準じた方法で、脊柱起立筋群と大殿筋の 5 秒間の最大随意収縮 (MVC) 時の筋電波形 (EMG) を計測・記録した。次に対象者に対して自由速度で歩くように指示し、10m の歩行路を 3 回往復させた。同時に歩行をビデオ撮影し、後に主観的に歩容の評価を行った。

3 回の歩行のうち EMG が安定した 1 回を採用してデータを解析した。歩行周期の解析は、麻痺側 (患側) 筋に関しては患側のフットスイッチを基準にし、非麻痺側 (健側) 筋に関しては健側フットスイッチによる信号を基準に行った。計測した値はバンドパスフィルター (20-500Hz) 処理を行った後、全波整流した。筋活動パターンは全波整流した EMG から検討した。筋活動量は各個人における 1 歩行周期を時間で正規化した後、各相の筋電図積分値 (IEMG) を求め、各筋の 5 秒間の MVC のうち、最も振幅の高い 1 秒間の IEMG に対する割合 (%IEMG) として表した。患側大殿筋に関しては、健側大殿筋の MVC 値を 100% として %IEMG を求めた。対象者ごとに歩き始めの 3 歩を除き、波形の安定した 5 重複歩の %IEMG を平均し、その後 10 名の平均値を求

めた。健側と患側の %IEMG の比較には Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。なお有意水準は危険率 5% 未満とした。症例 1 はフットスイッチ装着ができず、症例 3 は腹臥位がとれなかったため、筋活動パターンのみの計測とした。

結 果

患側立脚期時間は全歩行周期の $38.9 \pm 15.8\%$ で、健側立脚期は $68.8 \pm 16.2\%$ であった。また MMT による脊柱起立筋群の筋力は“正常”で、健側大殿筋は“優”～“正常”であった。個々の筋については、以下に述べる。

(1) 脊柱起立筋群

筋活動パターンは、立脚期および遊脚期を通して持続的に活動するパターン (持続パターン) (図 1) と、活動が低下する時期がある健常人に近いパターン (健常パターン) (図 2) がみられた。我々が健常人 28 名に同様の方法で計測を行った結果の一例を図 3 に示した。先行文献³⁻⁴⁾と同様に、立脚後期から遊脚初期および遊脚後期から立脚初期にかけて活動のピークがみられ、その他には活動の低下がみられた。患側脊柱起立筋群では、患側下肢立脚期に持続パターンが 5 名、健常パターンが 7 名であった。患側下肢遊脚期では持続パターンが 8 名、健常パターンが 4 名であった。全歩行周期を通して持続パターンを示した症例は 5 名であった。健側脊柱起立筋群では、患側下肢立脚期に持続パターンが 9 名、健常パターンが 3 名であった。一方、患側下肢遊脚期に持続パターンが 5 名、健常パターンが 7 名であった。全歩行周期を通して持続パターンを示した症例は 5 名であった。

筋活動量に関して、MVC 時の %IEMG では健側と患側の間に統計学的な有意差はなかった。表 2 に対象者 10 名における歩行時の脊柱起立筋群の %IEMG

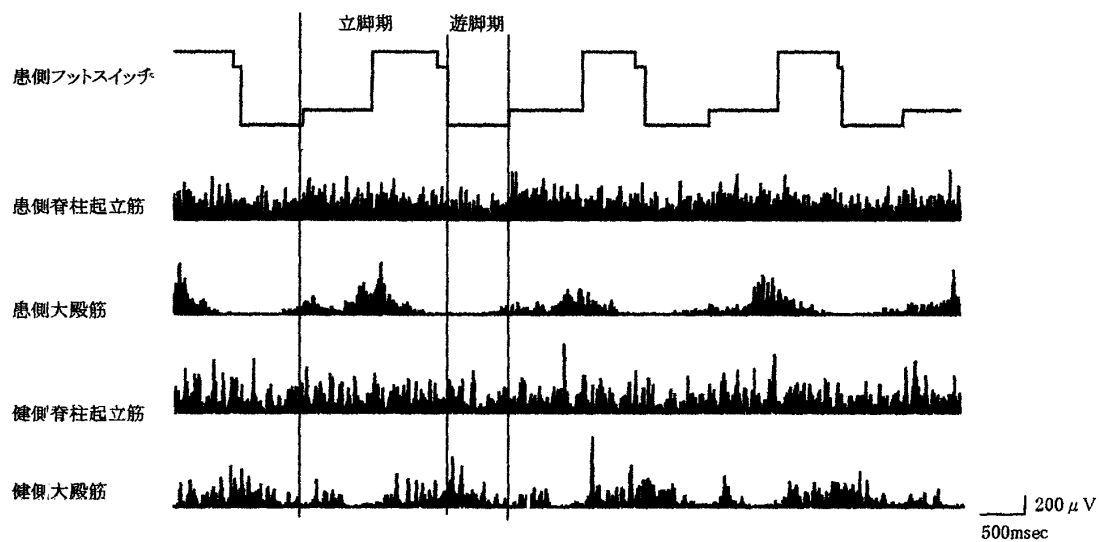


図1 症例6のEMG

患側立脚期と遊脚期を通じて患側と健側の脊柱起立筋群に持続的な活動がみられる。
患側下肢の振り出し時に骨盤の挙上が見られる。

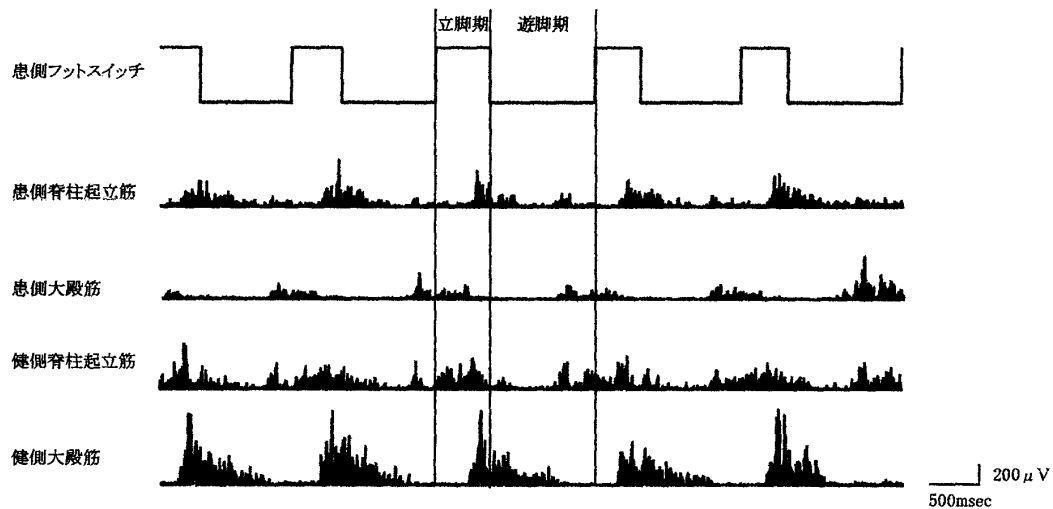


図2 症例7のEMG

患側立脚前半に患側の脊柱起立筋群は活動が低下しており、健常に近いパターンがみられる。装具や杖なしでの歩行が可能で、安定している。

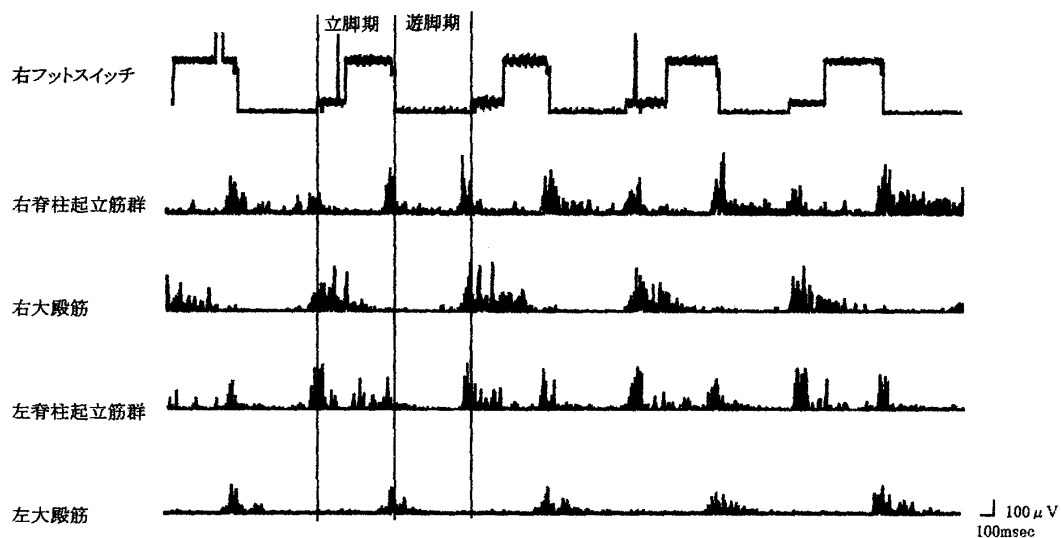


図3 健常者の歩行時における代表的な脊柱起立筋群と大殿筋のEMG

図は右フットスイッチを基準にしている。右立脚初期と後期に左右の脊柱起立筋群の活動が大きくなる。大殿筋は遊脚後期から立脚初期に活動がみられる。

の平均値±SDを示した。立脚期、遊脚期、全歩行周期の各%IEMGにおける健側と患側の間に有意差はなかった。

(2) 大殿筋

筋活動パターンでは、両側とも健常人と同様に遊脚後期から立脚初期にかけて活動しているが、健常群に比べ収縮時間が長い症例が10名で、1名(症例10)は患側が不定期に活動し、健側は遊脚後期から立脚初期にかけてと立脚中期の二峰性に活動が見られた。1名(症例11)は患側が持続的な活動を示し、健側が遊脚後期から立脚初期に活動がみられた。

表2に対象者10名における歩行時の大殿筋の%IEMGの平均値±SDを示した。全歩行周期の%IEMGにおける健側と患側の間の比較では有意に健側が大きかった。また各期とも患側%IEMGは健側の約半分の活動量しかみられなかった。

考 察

動作筋電図を用いた脳卒中片麻痺患者の体幹筋の筋活動に関する研究では、Dicksteinら⁵⁻⁶⁾が体幹の対称的な動作時での筋活動を計測し、報告しているが、歩行中の体幹筋活動を計測した報告はみられず、またその筋活動量についての報告もない。歩行中の大腿四頭筋の筋活動量に関しては伊東ら⁷⁾が若年者では最大筋活動の約10%、老年者では20%の値であったと報告している。そこで本研究では片麻痺患者の歩行時における脊柱起立筋群の筋活動パターンと筋活動量について計測し、それらの特徴を検討した。

片麻痺患者の筋活動は脊柱起立筋群と大殿筋の患側・健側とも健常人のEMGに比べ長く、また筋活動量も多かった。片麻痺患者では麻痺側の立脚期が平均で38.9%と短く、健側の立脚期が平均で68.8%と長くなっており、片麻痺患者と健常人との立脚期の長さの違いによると考えられる。患側脊柱起立筋群の活動について、患側立脚期を通して持続的に活動

する持続パターンの片麻痺患者では、健常人にみられる両脚支持が達成された後の立脚中期の活動低下がみられない。健常人の脊柱起立筋群は大殿筋と同時期に活動がみられ、立脚初期に姿勢保持のために体幹が前方へ傾くのを後方から制動している。そしてPerryら⁸⁾も示しているとおり立脚中期には矢状面で体重心が安定するため、後方から制動する筋活動はない。しかし片麻痺患者の場合、患側大殿筋の立脚初期の働きが不十分であり、両脚支持が達成された後もなお不安定な状態が続いているため、患側脊柱起立筋群が代償として過剰に働き、立脚期全体を安定させようとして持続的な活動がみられると考えられる。持続的に活動がみられた症例のうち症例5は立脚期に患側への体重移動が大きく、症例6は常に前傾姿勢であり、症例10は常に患側膝関節が屈曲位で、いずれの症例も立脚期が不安定であった。立脚期前半に活動が低下する健常人に近いパターンをとる対象者では、立脚期が安定していたと考えられる。

健常人では遊脚と同側の脊柱起立筋群は活動が低下しているが、片麻痺患者の中には患側遊脚期の患側脊柱起立筋群の活動が持続している者がみられた。健常人では脊柱起立筋群が立脚後期に活動する時、続いて起こる下肢の振り出しのために骨盤挙上の準備として働く。片麻痺患者では下肢の麻痺のために麻痺側の振り出しが困難な場合が多く、骨盤を挙上することでそれを代償しているものと思われる。下肢の振り出しが困難な症例では、脊柱起立筋群がこの骨盤挙上の働きを長く行わなければならない、持続的な活動になると考えられる。持続的な活動パターンがみられた8名中、症例3, 4, 6, 12の4名は患側下肢の振り出し時に明らかな骨盤の挙上が認められた。

%IEMGの結果より、患側と健側の比較では、脊柱起立筋群のMVCにおいて患側と健側に有意な差はなかった。歩行中の%IEMGでは大殿筋は有意に

表2 歩行時における脊柱起立筋群と大殿筋の%IEMG

		立脚期	遊脚期	全歩行周期
脊柱起立筋群	患側	33.1±19.5 (14.7~76.4)	34.5±18.9 (14.1~65.8)	34.7±18.8 (15.2~70.9)
	健側	24.3±12.8 (12.6~53.6)	36.9±13.7 (21.4~63.2)	28.6±13.8 (14.9~57.5)
大殿筋	患側	19.5±17.1 (4.7~62.4)	11.9±7.0 (2.8~21.7)	14.8±8.1 * (4.7~29.5)
	健側	37.0±33.2 (8.4~101.3)	22.9±21.2 (6.0~68.7)	33.5±31.2 * (7.9~98.5)

mean ± SD (range) 単位: %

*有意差あり (Wilcoxon の符号付順位検定, $p<0.05$)

健側が大きかったが、脊柱起立筋群には有意な差はなかった。しかし症例ごとに検討すると、中には立脚期、遊脚期、全歩行周期の患側と健側の%IEMGの間に差がみられた症例や、患側と健側の筋活動パターンが異なった症例もあった。これはMMTの肢位のような安定した状態（腹臥位）での脊柱起立筋群のMVCでは、患側も健側と同じように活動すると思われる。しかし麻痺の程度を表す下肢B.r.s.と脊柱起立筋群の全歩行周期での%IEMGとの間には有意な相関はみられなかったことから、歩行では下肢の麻痺が同程度でも歩行に関係する様々な要素が個人で違い、症例によって代償の方法が様々であるため、個人差が生じると考えた。一方、患側と健側の脊柱起立筋群の%IEMGに差のみられなかった多くの症例では、脊柱起立筋群は患側も健側と同じように活動しており、麻痺の影響は少ないと考えられる。これは以前から言われている⁹⁻¹¹⁾ように

脊柱起立筋群が脳の両側性神経支配を受けているためと考えられる。

全歩行周期を通して片麻痺患者ではバランス能力が低下しており、また患側の大殿筋をはじめとした下肢筋の筋力低下があり、バランスを保ちながら歩行することが難しい。そのため体幹が前屈するのを制動したりバランスを保つために、患側でも大きく筋機能を障害されていない脊柱起立筋群が代償していると考えられる。

今後はさらに片麻痺の症例を増やしていき、傾向をみていきたい。

本稿を終えるに当たり、川崎医科大学附属病院、北川病院、倉敷シルバーナーシングホーム、小島病院、宿毛診療所のスタッフの皆様およびご協力頂いた患者の皆様感謝申し上げます。

文 献

- 1) 富田昌夫, 北村 啓, 星 昌博, 佐藤房郎, 相馬光一, 宇野 潤 (1993) 体幹と骨盤の関節可動障害とそのアプローチ. 理学療法, **10**(2), 143-151.
- 2) Davis PM (1996) ライトインザミドル. 富田昌夫 (訳), シュプリング・フェアラーク, 東京, pp1-65.
- 3) Carlsoo S (1972) How man moves. Heinmann:London, pp94-120.
- 4) Basmajian JV and De Luca CJ (1972) Muscle alive. Williams Wilkins, pp308-331.
- 5) Dickstein R, Heffes Y, Laufer Y and Ben-Haim Z (1999) Activation of selected trunk muscles during symmetric functional activities in poststroke hemiparetic and hemiplegic patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry, **66**, 218-221.
- 6) Dickstein R, Sheffi S, Ben-haim Z, Shabtai E and Markovici E (2000) Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. Am J Phys Med Rehabil, **79**(3), 228-234.
- 7) 伊東 元, 田中 繁, 岩崎富子, 山口道廣, 岩倉博光 (1982) 筋活動からみた膝関節機能評価 (第2部) 若年者と比較した老年者の特徴. リハ医学**19**(3), 159-164.
- 8) Perry J (1992) Gait analysis. SLACK, Incorporated NJ, pp131-140.
- 9) Brinkman J and Kuypers H (1972) Splitbrain monkey: Cerebral control of ipsilateral and contralateral arm, hand, and finger movements. Science **176**(5), 536-538.
- 10) Ferbert A, Caramia D, Priori A, Bertolasi L and Rothwell JC (1992) Cortical projection to erector spinae muscles in man as assessed by focal transcranial magnetic stimulation. Electromyography and clinical. Neurophysiology **85**, 382-385.
- 11) 永井将太, 桜井宏明, 梶原敏夫, 小竹伴照 (1999) 片麻痺患者における下肢および体幹筋の筋萎縮. 理学療法学**26**(7), 277-282.

(平成13年11月30日受理)

Activity of the Erector Spinae in Stroke Induced Hemiplegic Patients during Gait

Atsuko EGUCHI, Akiko MORI and Susumu WATANABE

(Accepted Nov. 30, 2001)

Key words : HEMIPLEGIA, ERECTOR SPINAE MUSCLES, ELECTROMYOGRAPHY, GAIT

Abstract

The purpose of this study was to examine activity of the erector spinae muscle during gait. Twelve stroke induced hemiplegic patients participated in the study. Bipolar surface electrodes were attached to both sides of the erector spinae and gluteus maximum muscles. Electromyographic data (EMG) and signals from foot pressure sensors during gait were recorded and analyzed. The EMG raw data were rectified and averaged, and the integrated EMG was normalized as a percent of maximum voluntary contractions (%IEMG). The erector spinae muscle showed two patterns during gait. One pattern showed resting intervals of activity similar to those of healthy subjects. The other pattern showed a continuous activity pattern. The %IEMG of the affected side was $34.7 \pm 18.8\%$ during gait, while that of the unaffected side was $28.6 \pm 13.8\%$. The gluteus maximum muscle exhibited a %IEMG of $14.8 \pm 8.1\%$ on the affected side and $33.5 \pm 31.2\%$ on the unaffected side during gait. The authors concluded that, in hemiplegic patients, the erector spinae muscle of the affected side contracted excessively to compensate for weakness of the gluteus maximum muscle, which contracts to extend the hip joint and assist in the swinging of the lower extremity by elevating the pelvis.

Correspondence to : Atsuko EGUCHI

Master's Program in Restorative Science, Graduate School of
Medical Professions, Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.11, No.2, 2001 349-354)