

p28 ~ p33, 2009

## 脊髄症の診断における運動誘発電位測定の有用性

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医科学専攻病態制御医科学講座 整形外科学

中 前 稔 生・田 中 信 弘・中 西 一 義・佐々木 浩 文

濱 崎 貴 彦・山 田 清 貴・山 本 り さ こ

泉 文 一 郎・越 智 光 夫

厚生連広島総合病院 整形外科

藤 本 吉 範

Assessment of myelopathy using motor evoked potentials produced  
by transcranial magnetic stimulation

by

Toshio NAKAMAE, Nobuhiro TANAKA, Kazuyoshi NAKANISHI,

Hirofumi SASAKI, Takahiko HAMASAKI, Kiyotaka YAMADA,

Risako YAMAMOTO, Bunichiro IZUMI, Mitsuo OCHI

Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima University.

Yoshinori FUJIMOTO

Department of Orthopaedic Surgery, Hiroshima General Hospital

Key words : 運動誘発電位 (motor evoked potential), 経頭蓋磁気刺激 (transcranial magnetic stimulation),  
中枢運動伝導時間 (central motor conduction time), 脊髄症 (myelopathy), 診断 (diagnosis)

### はじめに

脊髄症の診断は問診、神経学的所見および画像所見による総合的な判断で行われていることが多い。しかし関節疾患が著しい症例や認知障害がある症例では神経学的評価や問診が十分にできないこともあり、高齢者・糖尿病患者などで末梢神経障害を合併している場合や他の高位の脊椎疾患を合併している例などでは、典型的な症状を呈していないこともある。さらに、MRIなどの画像所見においても無症候性の圧迫所見がみられることもあり、さらに責任病巣の判定に難渋することがある。

一方、中枢神経系運動路の機能検査法として経頭蓋磁気刺激法が応用されており、運動誘発電位 (motor evoked potential : MEP) を用いた評価が行われている<sup>1)</sup>。我々は脊髄症を疑った

症例に対し、経頭蓋磁気刺激によるMEPの測定を行い、電気生理学的な脊髄障害の客観的評価を行ってきた。本研究の目的は脊髄症を疑いMEP測定を行った症例を調査し、脊髄症の診断におけるMEP測定の有用性を検討することである。

### 対象および方法

1995年1月から2008年5月までに脊髄症を疑い、経頭蓋磁気刺激によるMEP測定を行った831例を対象とした。検査前の主病名は頸椎症性脊髄症537例、頸椎症性筋萎縮症105例、頸椎椎間板ヘルニア66例、脊髄腫瘍52例、頸椎後縦靭帯骨化症50例、胸椎黄色靭帯骨化症14例、胸椎後縦靭帯骨化症7例であった。また10例でこれらのうち2つ以上を合併していた。MEP測定ではViking IV (Nicolet Biomedical, Inc., Madison, WI) を使用し、経頭蓋磁気刺激コイル

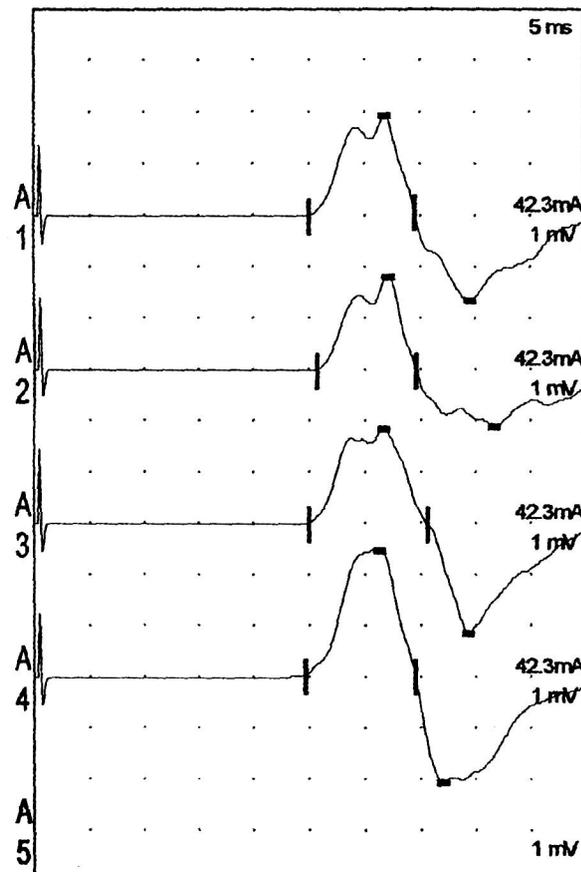


図1 経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位

(MAGSTIM, model 200) を用いて刺激を行い、両側の小指外転筋および短母趾外転筋より導出した。測定はそれぞれ左右4回ずつ行い最も潜時が短い値を測定値とした(図1)。さらに両側

の尺骨神経および脛骨神経電気刺激を最大上刺激でそれぞれ左右32回ずつ行ってF波を導出し(図2)、飯塚の方法に従い末梢潜時および中枢運動伝導時間(central motor conduction time:

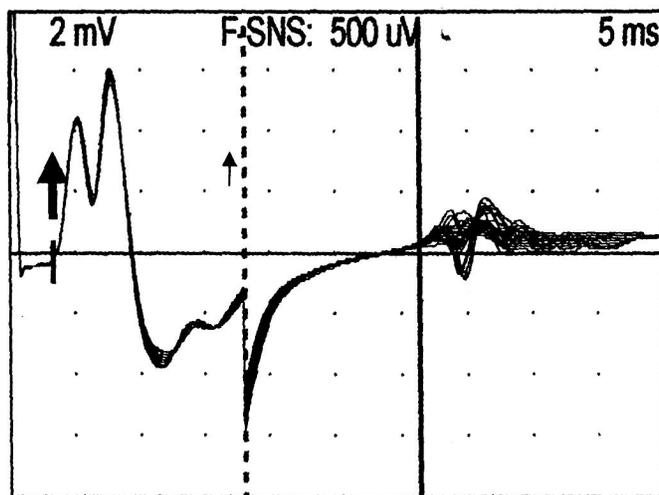


図2 末梢神経刺激によるM波(大矢印)とF波導出(小矢印)

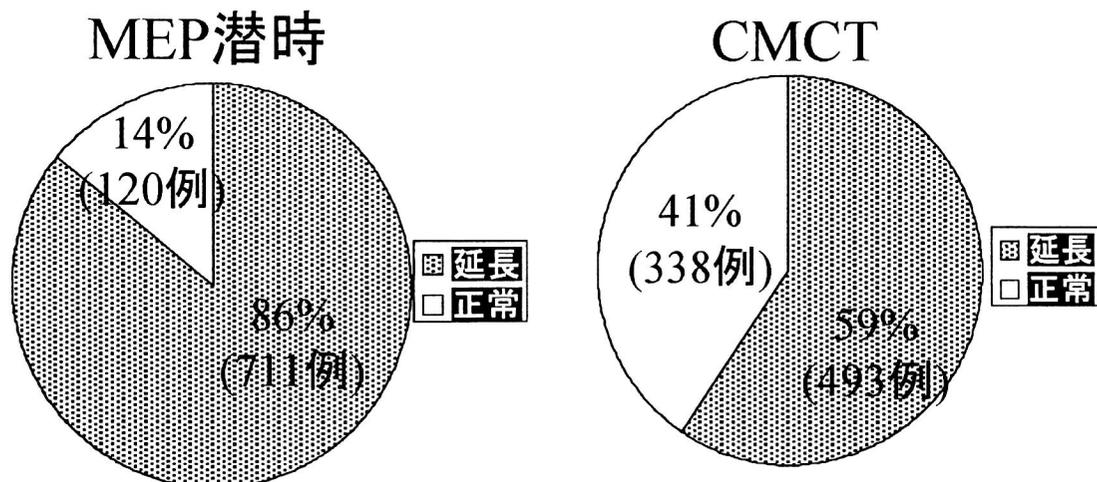


図3 MEP潜時とCMCT

MEP潜時では86%で、CMCTでは59%で延長がみられた

CMCT)を算出した<sup>2)</sup>。健常者に同様の検査を行ったデータを正常値(上肢CMCT:  $8.0 \pm 1.0$ ms, 下肢CMCT:  $14.4 \pm 1.1$ ms, 上肢末梢潜時:  $12.9 \pm 0.7$ ms, 下肢末梢潜時:  $23.4 \pm 1.0$ ms)として、MEP潜時、CMCTおよび末梢潜時を平均値 $\pm$ 標準偏差(S.D.)msで表し、身長による補正を行った上で健常者の平均値 $+2$ S.D.を越える値を異常値と判断した。また、小指外転筋から導出したMEP波形における5相以上の多相化も異常所見と判断した<sup>3)</sup>。ペースメーカー装着症例とてんかんの既往は除外した。統計学的処理は、Mann-Whitney U検定を用いた。

#### 結果

MEP潜時は上肢で $23.7 \pm 3.9$ ms, 下肢で $42.8 \pm 6.7$ msであり、健常者と比較して711例(86%)でMEP潜時が延長していた。またCMCTは上肢で $9.3 \pm 3.4$ ms, 下肢で $17.3 \pm 5.3$ msであり、493例(59%)でCMCTが延長していた(図3)。手術群と非手術群との比較検討では、上肢CMCTは手術群で $10.8 \pm 1.4$ ms, 非手術群で $8.1 \pm 0.4$ ms, 下肢CMCTでは手術群 $19.0 \pm 2.0$ ms, 非手術群では $16.9 \pm 1.4$ msといずれにおいても手術群においてCMCTが有意に延長していた( $p < 0.05$ )。手術を行った349症例では全例でMEP潜時またはCMCTの遅延もしくはMEP波形における5相以上の多相化を認めた。また、MEP測

定後に不調や症状の悪化を訴える症例はなく、検査による合併症は認めなかった。

頸髄症の手術症例216例においてJOAスコアとの関連について検討したところ、MEP潜時とJOAスコアは上肢、下肢共に有意な負の相関を認めた。またCMCTとJOAスコアにおいても上肢・下肢共に有意な負の相関を認め、重症例ではCMCTは遅延していた。

#### 症例

症例1 81歳 男性。両足のしびれ感で発症し、徐々にしびれ感が増悪し頻尿も出現した。近医で精査を受けるも原因が判明せず、両下肢の脱力感も出現したため当科初診となった。初診時、両下肢はMMT4程度の筋力低下を認め、両下肢全体に8/10程度の感覚鈍麻を認めた。四肢腱反射の亢進は認めなかった。MEP測定を行ったところ、両上肢CMCTは右6.3ms, 左7.9msと正常範囲内でMEP波形の多相化も認めなかったが、両下肢CMCTは右21.8ms, 左20.8msと両側で著明に遅延しており胸髄以下の脊髓障害が疑われた。また、両上肢の末梢潜時は右15.8ms, 左16.4msで両下肢の末梢潜時は右27.7ms, 左30.8msであり、いずれも著明に遅延しており四肢の末梢神経障害の存在も示唆された。そこで胸椎のMRIを撮影したところ、T11/12高位の椎間板ヘルニアによる脊髓の圧迫所見を認め

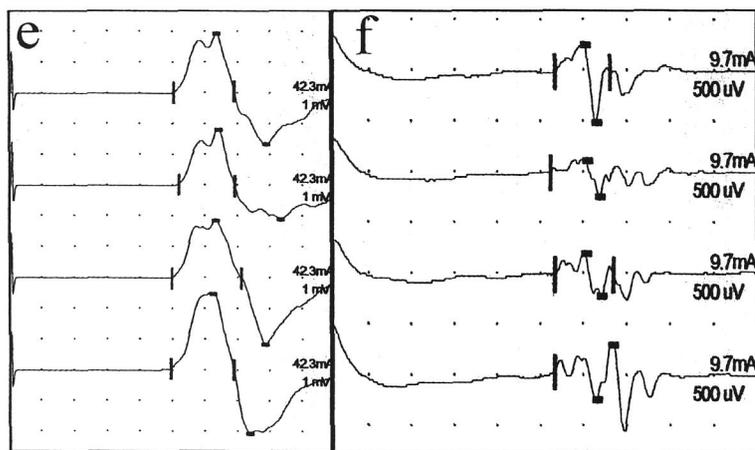
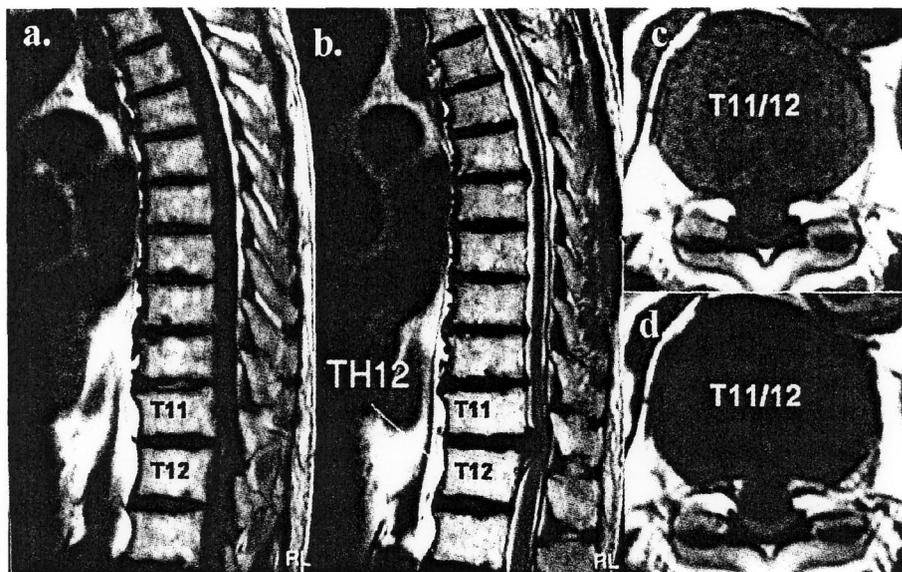


図4 症例1 MRI画像

- a. T1WI 矢状断      b. T2WI 矢状断      c. T1WI 横断
- d. T2WI 横断      e. 上肢 MEP 波形      f. 下肢 MEP 波形

T11/12 高位の椎間板ヘルニアによる脊髄の圧迫所見を認めた  
 上肢 MEP は正常範囲内であったが下肢 MEP は延長していた

た (図4)。手術を行い、脊髄モニタリング下にヘルニアを摘出した。術後、両下肢の感覚、筋力ともに改善した。

症例2 71歳 女性。両下肢のしびれ感あり、近医で腰部脊柱管狭窄症と診断されていた。その後、両手のしびれ感も出現したため当科受診

となった。初診時、四肢の腱反射、筋力は正常であったが、両下肢全体に感覚鈍麻を認めた。頸椎MRIではくも膜下腔が狭小化し、頸髄の圧迫を認めた。MEP測定を行ったところ、両上肢のCMCTは右8.1ms、左9.0msと正常範囲内であったが、下肢CMCTは右14.3msと正常範囲

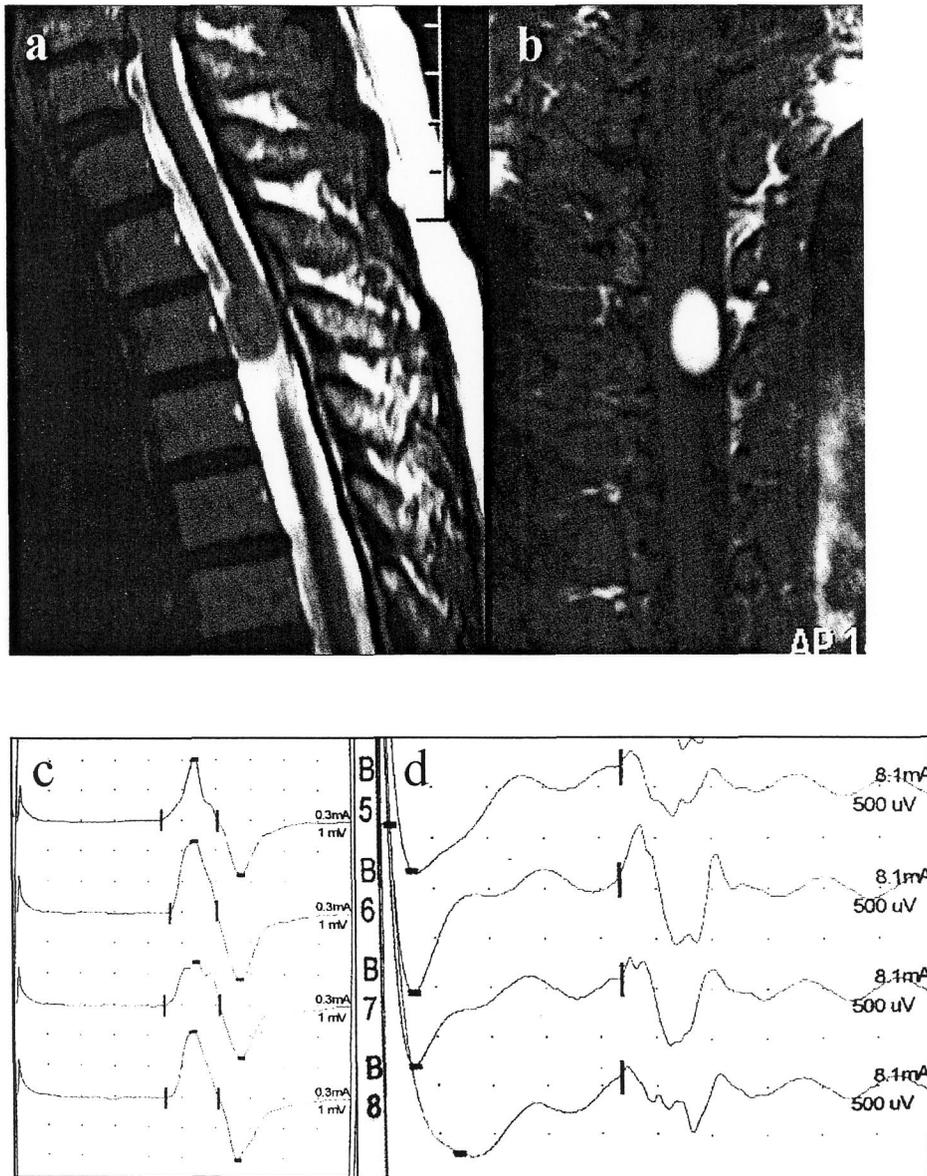


図5 症例2 MRI画像

- a. T2WI 矢状断                      b. Gd 造影 T1WI 冠状断  
c. 上肢 MEP 波形                      d. 左下肢 MEP 波形

T3 高位において胸髄腫瘍（硬膜内髄外）を認めた

上肢 MEP 潜時は正常範囲内であったが、左下肢 MEP は延長していた

内であったが左17.3msと著明に遅延しており胸髄以下の脊髄障害が疑われた。また、末梢潜時は上肢では右14.9ms、左14.8ms、下肢では右27.8ms、左28.3msといずれも遅延しており四肢の末梢神経障害の存在も示唆された。そこで胸髄MRIを施行したところT3レベルにおいて

胸髄腫瘍を認めた（図5）。手術を行い、Schwannomaと診断された。術後、下肢しびれは軽減し、歩行障害は改善した。

#### 考 察

近年、経頭蓋磁気刺激法により運動神経系の伝導路の検索が可能となっている。脊髄症に対

する脊髄機能評価法としても、経頭蓋磁気刺激法による運動誘発電位は有用であり、CMCTとJOAスコアとの関連性が報告されており、またCMCTは術後予後予測にも有用であるとの報告もある<sup>4)</sup>。田中らは頸髄症に対する感受性は下肢CMCTが上肢CMCTに比べ高いと述べ、頸髄症の診断においては下肢CMCTを含めた評価が重要であると述べている<sup>5)</sup>。CMCTが遅延する機序として、皮質脊髄路における伝導ブロックのため、経頭蓋磁気刺激による複数の下行性電位の時間的加重が減少し、脊髄における運動ニューロンの興奮が遅れることが原因と推測されている<sup>6),7)</sup>。一方、70歳以上の高齢者では、CMCTはJOAスコアと相関しないことが報告されている<sup>8)</sup>。高齢者の脊髄症の診断においてはCMCTだけでなく、MEP潜時や波形を含めた総合的な電気生理学的評価が必要とされる<sup>9)</sup>。

MEP測定の特徴として、高齢者や糖尿病などによる末梢神経障害の合併により脊髄症に典型的な神経学的異常を呈していない症例や著しい関節障害のため神経学的評価が十分にできない症例でもMEP測定により皮質脊髄路の伝導障害を客観的に定量化し評価することができる。また、提示した症例のように頸髄障害と胸髄障害を合併しているような症例でも、非侵襲的に脊髄症診断の鑑別ができ、胸椎レベルの脊髄症の診断につながった。また頸髄症の早期の変化は錐体路の脱髄性変化であり、錐体路の伝導時間を反映するCMCTやMEP測定は潜在的な頸髄症も評価可能であり、早期の脊髄症診断を行える可能性がある。また手術症例においては、MEP潜時またはCMCTの遅延もしくはMEP波形における5相以上の多相化を認めており、手術のタイミングを決定する上でも非常に有用であることが示唆された。経頭蓋磁気刺激を用いたMEP測定は、脊髄症の機能評価法として有用と考えられた。

#### まとめ

1. 脊髄症を疑いMEP測定を行った831例について検討した。
2. 手術症例では全例でMEP潜時またはCMCTの延長またはMEP波形の異常を認めた。

3. MEP測定は末梢神経障害合併などにより非典型的な症状を呈している症例の診断に有用であった。
4. MEP測定は安全で脊髄障害を客観的に評価できるため、脊髄症の機能評価法として有用と考えられた。

#### 参考文献

- 1) Tavy DL, Wagner GL, Keunen RW, et al. Transcranial magnetic stimulation in patients with cervical spondylotic myelopathy; clinical and radiological correlations. *Muscle Nerve* 1994; 17: 235-241.
- 2) 飯塚 正. 磁気刺激法による脊髄・末梢神経の運動路評価. *臨床脳波* 1992; 34: 733-741.
- 3) 田中 信, 藤本吉範, 白須健司, 他. 頸椎部 flexion myelopathy に対する運動路の検討—経頭蓋磁気刺激法を用いて— *日整会誌* 1999; 73: 404.
- 4) Takahashi J, Hirabayashi H, Hashidate H, et al. Assessment of cervical myelopathy using transcranial magnetic stimulation and prediction of prognosis after laminoplasty; *Spine* 2008; 33(1): E15-20.
- 5) 田中 信, 藤本吉範, 宗重 博, 他. 経頭蓋磁気刺激法を用いた脊髄症の診断. *臨床整形外科* 1998; 33(2): 123-129.
- 6) Kaneko K, Taguchi T, Morita H, et al. Mechanism of prolonged central motor conduction time in compressive cervical myelopathy. *Clin Neurophysiol* 2001; 112: 1035-1040.
- 7) Nakanishi K, Tanaka N, Kamei N, et al. Corticospinal tract conduction block results in the prolongation of central motor conduction time in compressive cervical myelopathy. *Clin Neurophysiol, Clin Neurophysiol* 2006; 117: 623-627.
- 8) 田中 信弘, 藤本吉範, 岡 伸一, 他. 高齢者頸髄症に関する電気生理学的検討—経頭蓋磁気刺激運動誘発電位ならびに術中脊髄誘発電位について—. *西日本脊椎研究会誌* 2001; 27: 40-44.
- 9) Tanaka N, Fujimoto Y, Yasunaga Y, et al. Functional diagnosis using multimodal spinal cord evoked potentials in cervical myelopathy. *Journal of Orthopaedic Science* 2005; 10(1): 3-7.