

Preoperative diagnosis of the responsible level in

CCM using CMAPs; comparison with SCEPs

複合筋活動電位を用いた頸部圧迫性脊髄症に対する

術前高位診断；脊髄誘発電位との比較

氏名 船場 真裕

所属 山口大学大学院医学系研究科

システム統御医学系専攻 人体機能統御学分野

平成 26 年 2 月

目次

1. はじめに	1
2. 対象と方法	1
(1) 対象	1
(2) 正常値	1
(3) MRI	1
(4) 電気生理学評価	2
(5) 解析	3
3. 結果	3
4. 考察	5
5. 結語	6
6. 参考文献	6
7. 図表	9

はじめに

MRI は頸部圧迫性脊髄症の圧迫部位を正確に診断できる。しかしながら臨床的症状がないときも異常を示すことがあり、例えば高齢者においては多椎間に圧迫を認めることがしばしばでありそのような場合は障害高位を決定することが難しい。また頸椎後縦靭帯骨化症 (OPLL) においても MRI における圧迫は多椎間に及ぶがそのすべてが障害高位というわけではない。MRI で多椎間に圧迫を認めていても脊髄誘発電位は脊髄の機能を評価するのに有用である。¹⁾²⁾

われわれは複合筋活動電位 (CMAPs) 振幅が正常値よりも低い場合前角障害を示唆することを報告してきた。³⁾ しかしこれまで頸部圧迫性脊髄症 (CCM) において障害高位と CMAPs 振幅を関連づけた報告はない。われわれは術前に CMAPs 振幅を測定することによって CCM において障害高位診断が可能であると仮定した。本研究では術前高位診断を行うために CMAPs 振幅と障害高位を関連づけた。

対象と方法

対象

頸部圧迫性脊髄症で術中脊髄誘発電位で単一椎間障害と診断した 28 例を対象とした。疾患の内訳は頸椎症性脊髄症 18 例、頸椎後縦靭帯骨化症 10 例である。男性 18 名、女性 10 名で平均年齢は 70.8 歳 (48-86 歳) であった。また術前に MRI を施行し神経学的所見から頸髄症と診断した。すべての患者は以下の基準を満たした。脊髄症の診断はホフマン徴候陽性を含む深部腱反射亢進、上肢の知覚障害、明らかな MRI における頸髄圧迫所見に基づいている。末梢神経伝導速度は運動神経、知覚神経ともに正常範囲内であった。末梢神経障害や付随する神経根障害のある患者は除外した。

正常値

健常な 40 名の男性と 48 名の女性を対象とした。年齢は 23-91 歳 (平均 54.3 歳)。全員上肢の傷病の既往歴はない。理学所見では上肢の運動および知覚障害はなかった。上肢に何らかの症状があるもの、糖尿病や投薬により手袋靴下型の知覚障害をきたすもの、異常な深部腱反射の亢進をきたすものは除外した。利き手は全例右側である。

MRI

全ての患者は 1.5 テスラにて MRI を撮影された。断面は 5mm 厚で 2mm 間隔とした。T1 強調および T2 強調の矢状断および水平断を撮影した。

電気生理学的評価

Erb 点刺激複合筋活動電位

電気生理学的検査は全例 Nicolet Viking 4 (Natus 社、USA) を用いた。Erb 点刺激 CMAPs は三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋から全例測定した。11mm 径の皿電極を関電極として筋腹に、不関電極として三角筋は肩峰に、上腕二頭筋は上腕骨外果に、上腕三頭筋は肘頭に設置した。皮膚はインピーダンスを減らすために研磨剤を用い、アースを肘周りに巻きつけた。バイポーラ刺激装置は対になったベアメタル製の表面から成り、電極間距離は約 3 mm でそれは調整可能である。刺激強度は最大上刺激が得られるまで徐々に増やした。CMAPs 振幅測定は基線から陰性波頂点までとした。CMAPs 振幅平均値は両側から計算した。振幅比は左右比で、小さい方を大きい方で除した値を 100 倍した。

脊髄誘発電位による障害高位診断

脊髄誘発電位 (SCEPs) は正中神経刺激脊髄誘発電位(MN-SCEPs)、経頭蓋電気刺激脊髄誘発電位(TES-SCEPs)、脊髄刺激脊髄誘発電位(Spinal-SCEPs)を術中に記録した。正中神経は手関節で近位に陰極を当て刺激した。刺激は矩形波で持続時間 0.2 ms、頻度 3 Hz で行った。刺激強度を母指が運動する状態の 1.5 倍に設定した。TES は、針電極 (13R25、Dantec 社、Denmark) を頭蓋骨に刺入し刺激強度は 100 mA で持続時間 0.2ms の矩形波で行った。陽極は外耳を結ぶ線上で Cz 点の右に 7 cm、陰極は反対側 7cm に設置した。SP SCEPs は C7/ T1 椎間と T11/ T12 椎間から硬膜外腔背側に硬膜外カテーテル電極を挿入して刺激した。刺激強度は 15~20 mA で持続時間 0.2ms、頻度 3Hz の矩形波で刺激を行った。椎弓形成術前にすべての SCEPs は各椎間の黄色靭帯に記録電極を挿入して記録された。基準電極は MN SCEPs と SP SCEPs の記録のため、頸部の皮下組織に挿入された。TES-SCEPs の記録には双極性記録方式とした (近位に活性電極、遠位に基準電極を設置) SCEPs のすべての信号は増幅され、標準誘発電位・筋電図機器 (Nicolet Viking、Natus 社、USA) を使用して 20 ~3000 Hz のバンドパスフィルタリングをされた。平均 100-200 回の MN-SCEPs、40-60 回の TCR-SCEPs、20-30 回の Spinal-SCEPs の反応が得られた。2 つの異なる平均が重ねあわせ表示された。MN-SCEPs は過去のわれわれの報告から C6/7 椎間で記録された振幅とその他の椎間における振幅の比率から異常を判断した。C3/4 椎間において比率の下限は 0.4 であった。TES-SCEPs と Spinal-SCEPs は陽性波が 50%以上減少を有意な異常と判断した。⁵⁾ (Figure1)

CMAPs による術前高位診断

頸部圧迫性脊髄症の高位診断研究によると C3/4 椎間において C5 髄節が C4/5 椎間において C6 髄節があると報告されてきた。われわれは三角筋、上腕二頭筋は C5、C6 髄節支配で

あるが髄節支配に優位性があり三角筋は C5 優位が多く、上腕二頭筋は C6 優位が多いと報告してきた。⁶⁾⁷⁾ われわれは主な筋髄節の支配について三角筋は C5、上腕二頭筋は C6、上腕三頭筋は C7 であると仮定した。三角筋 CMAPs 振幅が予測より低いとき C5 髄節支配つまり C3/4 障害陽性、上腕二頭筋 CMAPs 振幅が予測より低いとき C6 髄節障害、つまり C4/5 障害陽性と診断した。三角筋と上腕二頭筋は患側を、上腕三頭筋は健側の CMAPs 振幅を用いた。結果に述べるが、上腕三頭筋の CMAPs 振幅は三角筋および上腕二頭筋 CMAPs 振幅と相関関係がある。この相関を基にして高位診断の指標(index)を作成した。三角筋または上腕二頭筋の CMAPs 振幅が上腕三頭筋の CMAPs 振幅から予測される値よりも低いとき C3/4 あるいは C4/5 脊髄症が示唆される。(Table1)

統計解析

平均値と標準偏差を含む記述式統計学を CMAPs 振幅値に適用した。CMAPs 振幅における性別年齢の相関を解析した。回帰分析を異なる筋における CMAPs 振幅の相関を評価するため行った。マンホイットニーU 検定を異なる 2 群間で使用した。CMAPs 振幅および指標のカットオフ値は ROC 解析から決定した。ROC 解析から術前高位診断の感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率を計算した。P 値はすべて 0.05 未満を有意差ありとした。統計解析にはフリー統計ソフト R バージョン 2.14 を使用した。

結果

正常値

三角筋 CMAPs 振幅正常値は 10.44 ± 2.18 mV (平均 \pm 標準偏差) で範囲は 6.17-16.7 mV であった。上腕二頭筋 CMAPs 振幅は 10.83 ± 2.65 mV で範囲は 4.79-17.18 mV であった。上腕三頭筋 CMAPs 振幅は 12.59 ± 3.25 mV で範囲は 4-21.3 mV であった。いずれも個人差が大きかった。CMAPs 振幅はいずれの筋においても加齢ともに減少するがその相関は弱かった。(Figure2) (三角筋: $R^{2*}=0.13$; 上腕二頭筋: $R^{2*}=0.05$; 上腕三頭筋: $R^{2*}=0.01$; R^{*2} ; 自由度修成済相関係数)。

男性(平均年齢 55 歳, n=40)の CMAPs 振幅と比較して女性(平均年齢 53 歳, n=48)の CMAPs 振幅はいずれの筋においても有意に小さかった。(三角筋: 11.5 ± 2.15 mV vs 9.6 ± 1.81 mV, $p < 0.01$; 上腕二頭筋: 12.21 ± 2.65 mV vs 9.73 ± 2.09 mV, $p < 0.01$; 上腕三頭筋: 14.15 ± 3.45 mV vs 11.36 ± 2.49 mV, $p < 0.01$)。

いずれの筋も右側において有意に CMAPs 振幅が大きかった。(三角筋: 10.70 ± 2.49 mV vs

10.19±2.11 mV, p=0.01; 上腕二頭筋: 11.07±2.82 mV vs 10.59±2.79mV, p=0.015; 上腕三頭筋: 12.83±3.53mV vs 12.35±3.30mV, p=0.013).

振幅の左右比は三角筋において 89±9% (59-99%) で、上腕二頭筋において 88±11% (58-99%) で、上腕三頭筋において 88±10% (53-99%) であった。CMAPs 振幅の正常値は Table2 に要約した。

三角筋 CMAPs 振幅を上腕二頭筋 CMAPs 振幅で除した値(D/B) は平均 99±18%, 上腕二頭筋 CMAPs 振幅を上腕三頭筋 CMAPs 振幅で除した値 (B/T) は平均 88±18%,三角筋 CMAPs 振幅を上腕三頭筋 CMAPs 振幅で除した値(D/T) 86±20%であった。これらの比は年齢(D/B: R²=0.008; B/T: R²=0.01; D/T: R²=0.04)や性別(D/B: p=0.11; B/T: p=0.26; D/T: p=0.42)の影響を受けなかった。回帰分析はそれぞれの筋の振幅が相関していることを表すために用いた。相関式は Figure2 に要約した。

MRI 所見

MRI では 26 人 (92.8%) が多椎間圧迫所見を認めていた。詳細は table4 に示す。

患者の CMAPs 振幅と SCEPs 所見

術中脊髄誘発電位から障害高位は C3/4 障害 16 例、C4/5 障害 12 例であった。Table4 に SCEPs による障害高位と三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋の CMAPs 振幅を示し、Table3 には障害高位別の CMAPs 振幅平均値を示す。C3/4 脊髄症患者において、三角筋 CMAPs 振幅は 6.82±2.33mV (平均±標準偏差) (p<0.0001)で上腕二頭筋 CMAPs 振幅は 9.43±2.85mV(p=0.10)で三角筋 CMAPs 振幅は正常値より有意に低かった。C4/5 脊髄症患者において、三角筋 CMAPs 振幅は 8.52±3.34mV(平均±標準偏差)(p=0.11)で上腕二頭筋 CMAPs 振幅は 8.75±4.42mV(p=0.015)で上腕二頭筋 CMAPs 振幅は正常値より有意に低かった。上腕三頭筋 CMAPs 振幅は C3/4 脊髄症(p=0.89)、C4/5 脊髄症(p=0.97)いずれにおいても正常値と有意差はなかった。C3/4 脊髄症における三角筋 CMAPs 振幅のカットオフ値は 8.73mV で曲線下面積は 0.671 (95%信頼区間 0.44-0.90) であった。感度は 87.5%、特異度は 57.3%、陽性的中率 73.2%、陰性的中率 77.5%であった。指標を用いた C3/4 脊髄症におけるカットオフ値は 0.52 で曲線下面積は 0.750 (95%信頼区間 0.55-0.95) であった。感度は 75%、特異度は 75%、陽性的中率 80%、陰性的中率 69.2%であった。(Figure3)

C4/5 脊髄症における上腕二頭筋 CMAPs 振幅のカットオフ値は 8.62mV で曲線下面積は 0.594 (95%信頼区間 0.35-0.83) であった。感度は 62.5%、特異度は 75%、陽性的中率

73.2%、陰性的中率 77.5%であった。指標を用いた C4/5 脊髄症におけるカットオフ値は 0.325 で曲線下面積は 0.646 (95%信頼区間 0.41-0.88) であった。感度は 75%、特異度は 66.7%、陽性的中率 66.7%、陰性的中率 78.1%であった。(Figure4)

考察

外傷を受けた部位よりも遠位で刺激してえられた CMAPs 振幅は軸索変性の程度を知ることができ、それゆえに正確な予後予測が可能となる。⁸⁾ しかしわれわれは近位型頸椎症性筋萎縮症において CMAPs 振幅の低下は神経根障害だけではなく、前角障害も示唆すると報告してきた。⁹⁾ Ito らは頸椎症性脊髄症の症状進展の一般的なパターンは初期には前角と中間体における萎縮と神経脱落を含み、外側と後方の伝導路に及んでいくと報告している。⁹⁾ MN-SCEPs は後側方の伝導路から、TES-SCEPs は外側の皮質脊髄路から、spinal-SCEPs は後方内側の伝導路によってもたらされる。¹⁰⁾ 本研究において患者はすべての SCEPs の異常があるため、前角障害の存在が示唆される。圧迫のある髄節に関連して CMAPs 振幅は低下している (三角筋;C3/4 上腕二頭筋;C4/5) こともまた前角障害を示唆したが、索路障害は検出できなかった。われわれは CMAPs 振幅は前角障害の評価に適していると確信している。

頸部圧迫性脊髄症の神経学的高位診断は筋力低下、深部腱反射、知覚障害によってなされる。筋力低下については感度が低く、特異度が高い傾向にある。¹¹⁾ 軽症例では症状があらわれにくいと思われる。解剖学的特徴が CCM の高位診断を難しくしているのだが、屍体解剖から椎体と前角の相対的位置関係は密接であることが示されている。¹²⁾ この点から後角障害による知覚障害よりも前角障害による筋力低下のほうがより正確であると思われる。CMAPs による高位診断の精度は概ね 70%程度であり、これは CCM の高位診断の精度を示した報告とほぼ同等であった。¹¹⁾

われわれは三角筋と上腕二頭筋は C5 と C6 髄節共同支配でありその筋支配に優位性があると確信しているが、C5 と C6 の支配の優位性を明らかにすることは難しい。それゆえに CMAPs 振幅の計測から明確に C3/4 脊髄症と C4/5 脊髄症を区別することは難しい。この点が本研究の限界点である。

Sharrard らはポリオ患者屍体から正常な前角細胞が 40%残存すれば筋力は正常であると報告している。¹³⁾ つまり前角細胞が 60%以上障害されてはじめて筋力低下をとらえることができる。単椎間障害の場合は筋力低下を臨床的にきたしにくいのは、筋肉は多重髄節支配であるためと考えられる。CMAPs 振幅の低下は subclinical な筋力低下を示唆し前角障害を定量的に評価することができる。

Wee らは上腕二頭筋において筋肉の厚さと CMAPs 振幅がよく関連することを報告した。¹⁴⁾ それゆえ CMAPs 振幅は年齢性別においてかなりの個人差を呈すると考えられる。しか

し同一個体においてその左右差はかなり小さいと報告されている。¹⁵⁾ MRIによって評価された上肢における筋肉量の分布は健常人において高度に保たれていると報告されている。¹⁶⁾ 筋肉量分布が一定に保たれていることは上肢筋における CMAPs 振幅の相関関係を説明しうる。したがって同一個体における三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋の CMAPs 振幅の相関関係は説明される。CMAPs 振幅がその患者の筋肉量の大小によって正常値よりも大きい場合、小さい場合、それぞれ偽陰性または偽陽性を示しうる。われわれが作成した指標はそれゆえに年齢や性別を問わず用いることができ CMAPs 振幅そのものより正確性が増す。

加齢とともに MRI は多椎間圧迫を示すようになるが、実際には障害高位は C5/6 から C3/4, C4/5 に移行すると報告されている。¹⁷⁾ 高齢の頸椎症性脊髄症患者において MRI では多椎間圧迫所見を認めるが、脊髄誘発電位では障害高位は通常は単一であり、その 95% は C3/4 と C4/5 であったと報告されている。¹⁸⁾ Azuma らは頸椎後縦靭帯骨化症患者の 78%が脊髄誘発電位では単椎間障害でありその約 7 割が C3/4 あるいは C4/5 障害と報告している。¹⁹⁾ それらはいずれも画像上は多椎間の圧迫所見を認めていた。これらの報告は画像上は多椎間圧迫所見を認めていても臨床的には症状の原因とならないものも含んでいることを示すと考えられる。本研究では脊髄誘発電位から C3/4 あるいは C4/5 単椎間障害の CCM 患者からのみ検討を行ったが、臨床的な妥当性は十分にあると考えている。

結語

脊髄誘発電位から C3/4 あるいは C4/5 単椎間障害の CCM 患者 28 名から検討を行った。C3/4 脊髄症では三角筋 CMAPs 振幅の低下、C4/5 脊髄症では上腕二頭筋 CMAPs 振幅の低下が示唆された。本研究は臨床的に脊髄症状の原因とならない高位を除外し、適切な障害高位を手術において決定することに有用であると考えられた。

参考文献

1. Satomi K, Okuma T, Kenmotsu K, et al. Level diagnosis of cervical myelopathy using evoked spinal cord potentials. Spine 1988;13:1217-24
2. Shinomiya K, Furuya K, Sato R, et al. Electrophysiologic diagnosis of cervical OPLL myelopathy using evoked spinal cord potentials. Spine 1988;13:1225-33
3. Imajo Y, Kato Y, Kanchiku T, et al. Pathology and prognosis of proximal-type cervical spondylotic amyotrophy: New assessment using compound muscle action potentials of deltoid and biceps brachii muscles. Spine 2011;36:E476-81
4. Kaneko K, Kawai S, Taguchi T, et al. Correlation between spinal cord compression and abnormal pattern of median nerve somatosensory evoked potentials on compressive cervical myelopathy: common of surface and epidurally recorded response. J neurol sci 1998;158:193-202

5. Kanchiku T, Taguchi T, Kaneko K, et al. A correlation between magnetic resonance imaging and electrophysiological findings in cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 2001;26:269-74
6. Kaneko K, Taguchi T, Kawai S. Mechanism of postoperative C5 paralysis in cervical myelopathy: An investigation based on nerve root distribution to the deltoid and biceps brachii muscles. *Rinsyo seikei geka* 2003;383-87
7. Yonemura H, Kaneko K, Taguchi T, et al. Nerve root distribution of deltoid and biceps brachii muscle in cervical spondylotic myelopathy: A potential risk factor for postoperative shoulder muscle weakness after posterior decompression. *J orthop sci* 2004;9:540-44
8. Kuntzer T, MelleG, Regli F. Clinical and prognostic feature in unilateral femoral neuropathies. *Muscle and Nerve* 1997;20:205-11
9. Ito T, Oyanagi K, Takahashi H et al. Cervical sponylotic myelopathy, clinicopathologic study on the progression pattern and thin myelinated fibers on the lesion of seven patients examined during complete autopsy. *Spine* 1996; 21:827-33
10. Imajo Y, Kato Y, Yonemura H et al. Relative vulnerability of various spinal tracts in C3-4 cervical spomdylotic myelopathy: multi-modal spinal cord evoked potentials. *Spinal cord* 2011;49:1128-33
11. Seichi A, Takeshita K, Kawaguchi H, et al. Neurologic level diagbosis of cervical stenotic myelopathy. *Spine* 2006;31:1338-43
12. Tsuzuki N, Honda H, Tanaka Y. Morphological variation of human cervical spine cord segments and roots and their clinical significance. *Orthop surg* 1983;34:329-35
13. Sharrard WJW. The distribution of the permanent paralysis in the lower limb in poliomyelitis. A clinical and pathological study. *J Bone Joint Surg(Br)*1955;37:540-58
14. A.S Wee Correlation between the biceps brachii muscle bulk and the size of its evoked compound muscle action potentials. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol*, 2006,46,79-82
15. Tani T, Kishimoto H, Tsuboya H , kimura J. Electrophysiologic Assessment of Shoulder Girdle Weakness in Patients With Cervical Spondylosis: Prognostic Value of Supraclavicular Stimulation. *J Clin neuromusc Dis* 2002;4:11-18
16. Holzbaur KR, Murray WM, Gold GE, et al. Upper limb muscle volumes in adult subjects. *J Biomech* 2007;40:742-49
17. Tani T, Ushida T, Taniguchi S et al. Age related shift in the primary sites of

involvement in cervical spondylotic myelopathy from lower to upper levels. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;73:316-18

18. Tani T, Yamamoto H, Kimura J. Cervical spondylotic myelopathy in elderly people: a high incidence of conduction block at C3-4 or C4-5. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999;66:456-64

19. Azuma Y, Kato Y, Taguchi T. Etiology of cervical myelopathy induced by ossification of the posterior longitudinal ligament. Determining the responsible level of OPLL myelopathy by correlating static compression and dynamic factor. *J spinal Disord Tech* 2010;23:166-69

Table1. 障害高位診断の index

障害高位	Index
C3/4	$\frac{\text{D-CMAPs-3}}{\text{T-CMAPs}}$
C4/5	$\frac{\text{B-CMAPs-4}}{\text{T-CMAPs}}$

D-CMAPs: 三角筋 CMAPs 振幅 (mV); B-CMAPs: 上腕二頭筋 CMAPs 振幅 (mV);
T-CMAPs: 上腕三頭筋 CMAPs 振幅 (mV)

Table2 : CMAPs 振幅正常値

筋肉	全体	CMAPs 振幅 (mV)	
		男性	女性
三角筋	10.44 ± 2.18	11.50 ± 4.64	9.60 ± 3.26
上腕二頭筋	10.83 ± 2.65	12.22 ± 7.05	9.73 ± 4.35
上腕三頭筋	12.59 ± 3.25	14.15 ± 11.91	11.36 ± 6.21
	比率(%)		
三角筋/上腕二頭筋	98.8 ± 17.9	95.99 ± 16.2	101.14 ± 19.0
上腕二頭筋/上腕三頭筋	87.91 ± 18.79	87.88 ± 14.17	87.93 ± 20.1
三角筋/上腕三頭筋	85.9 ± 20.09	83.8 ± 17.19	87.57 ± 22.16

Table3 CCM 患者の CMAPs 振幅

CMAPs(mV)	障害高位		C4/5 (n=12)
	全 体 (n=28)	C3/4 (n=16)	
三角筋	7.55±2.8 8	6.82±2.33	8.52±3.34
	P<0.01	P<0.0001	P=0.11
上腕二頭筋	9.14±3.5 5	9.43±2.85	8.75±4.42
	P<0.01	P=0.10	P=0.015
上腕三頭筋	12.50±3. 54	12.69±3.5 9	12.51±3.61
	P=0.94	P=0.89	P=0.97

Table4. 28名のCCM患者の詳細

症例	年齢	性別	疾患	障害高位	CMAPs 振幅(mV)			MRIによる脊髄圧迫所見			
					三角筋	二頭筋	三頭筋	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7
1	72	F	OPLL	C3/4	7.6	11.68	9.8	+	+	+	
2	54	M	OPLL	C3/4	8.4	12.3	16.6	+	+	+	+
3	77	M	CSM	C3/4	8.3	13.2	15.8	+			
4	59	M	OPLL	C3/4	5.3	9.1	12.8	+		+	+
5	63	F	OPLL	C3/4	8.73	9.41	12.57	+	+	+	
6	78	F	CSM	C3/4	5.61	9.08	12.91	+	+	+	+
7	70	M	OPLL	C3/4	6.92	10.16	14.05	+		+	
8	82	F	CSM	C3/4	3.19	6.01	9.56	+		+	+
9	71	F	CSM	C3/4	5.51	6	8.85	+		+	+
10	71	F	CSM	C3/4	6.17	6.99	11.35	+	+	+	
11	79	M	CSM	C3/4	2.48	7.61	9.07	+	+	+	
12	82	F	CSM	C3/4	6	5.04	8.52	+		+	+
13	84	M	CSM	C3/4	5.17	7.03	9.3	+	+		
14	68	M	OPLL	C3/4	11.04	11.22	19.29	+	+	+	
15	63	M	OPLL	C3/4	10	14.78	19.5	+	+	+	+
16	86	M	CSM	C3/4	8.64	11.35	13.03	+		+	
17	75	M	OPLL	C4/5	4.1	3.4	8.8		+	+	
18	66	F	CSM	C4/5	12.25	8.62	14.2	+	+	+	
19	48	M	CSM	C4/5	11.4	16.4	17.4		+	+	
20	68	M	CSM	C4/5	10.1	6.6	12.5		+	+	
21	84	F	CSM	C4/5	5.32	4.22	6.12		+		
22	56	M	OPLL	C4/5	9.58	14.25	14.34		+	+	
23	67	M	CSM	C4/5	6.5	7.55	11.99	+	+	+	+
24	70	M	OPLL	C4/5	5.54	7.23	8.62	+	+	+	+
25	69	M	CSM	C4/5	11.32	15.83	18.28		+	+	+
26	85	M	OPLL	C4/5	3.28	4.61	10.04	+	+	+	+
27	70	M	CSM	C4/5	10.6	7.7	13.6	+	+	+	
28	66	F	CSM	C4/5	12.3	8.6	14.2		+	+	

Figure1

MN-SCEPs TCE-SCEPs spinal-SCEPs

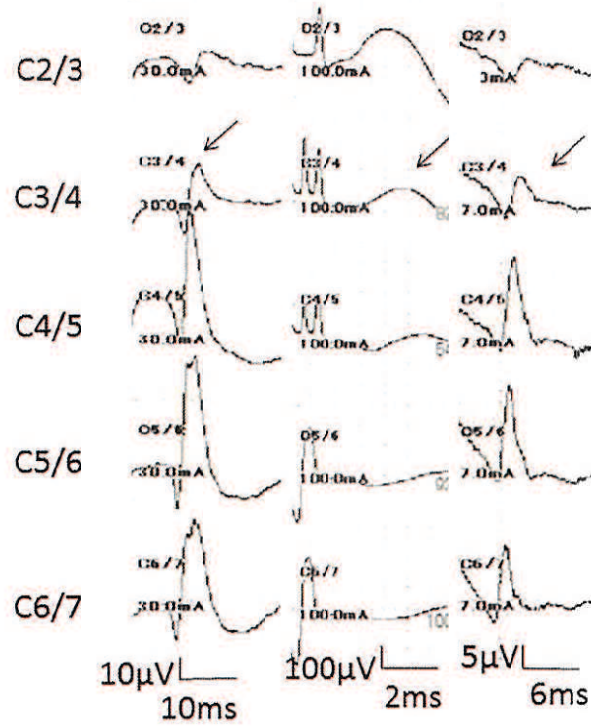


Figure1

SCEPs は CCM 患者から記録された。MN-SCEPs、TCE-SCEPs、spinal-SCEPs のいずれも C3/4 椎間にて著明な電位低下を認めており、C3/4 高位で伝導ブロックをきたしていることが示される。

Figure2 A

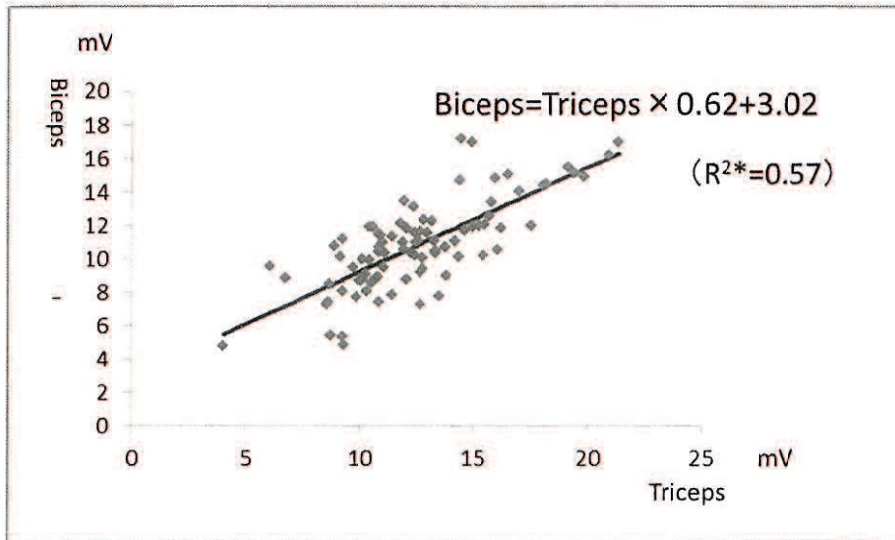


Figure2 B

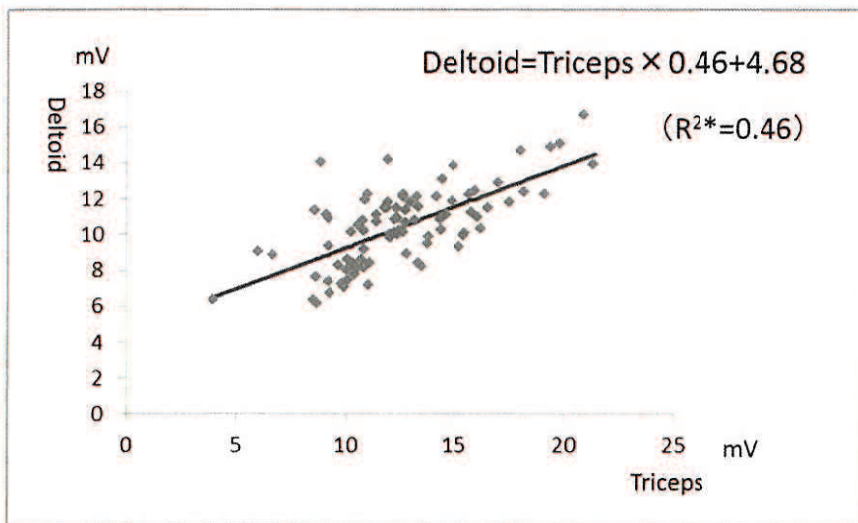


Figure2

三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋の CMAPs 振幅の相関を示すため回帰分析を用いた。：上腕二頭筋 CMAPs 振幅 $B =$ 上腕三頭筋 CMAPs 振幅 (T) $\times 0.62 + 3.02$ mV ($R^{2*} = 0.57$)，三角筋 CMAPs 振幅 $D = T \times 0.46 + 4.68$ mV ($R^{2*} = 0.46$) (R^{2*} , 自由度修正済み決定係数)

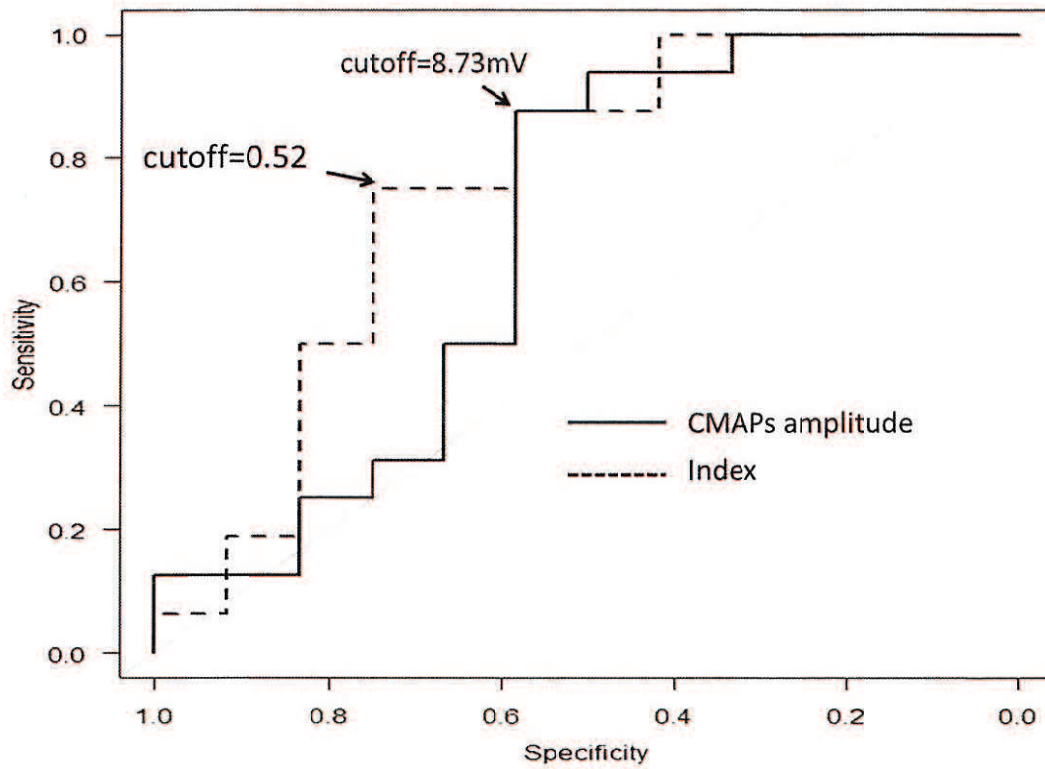


Figure3

ROC 解析は C3/4 障害における index による曲線下面積は 0.75(95%信頼区間 0.55-0.95)、感度 75%特異度 75%で CMAPs 振幅による曲線下面積は 0.67(95%信頼区間 0.44-0.90)、感度 87.5%特異度 57.3%と示した。

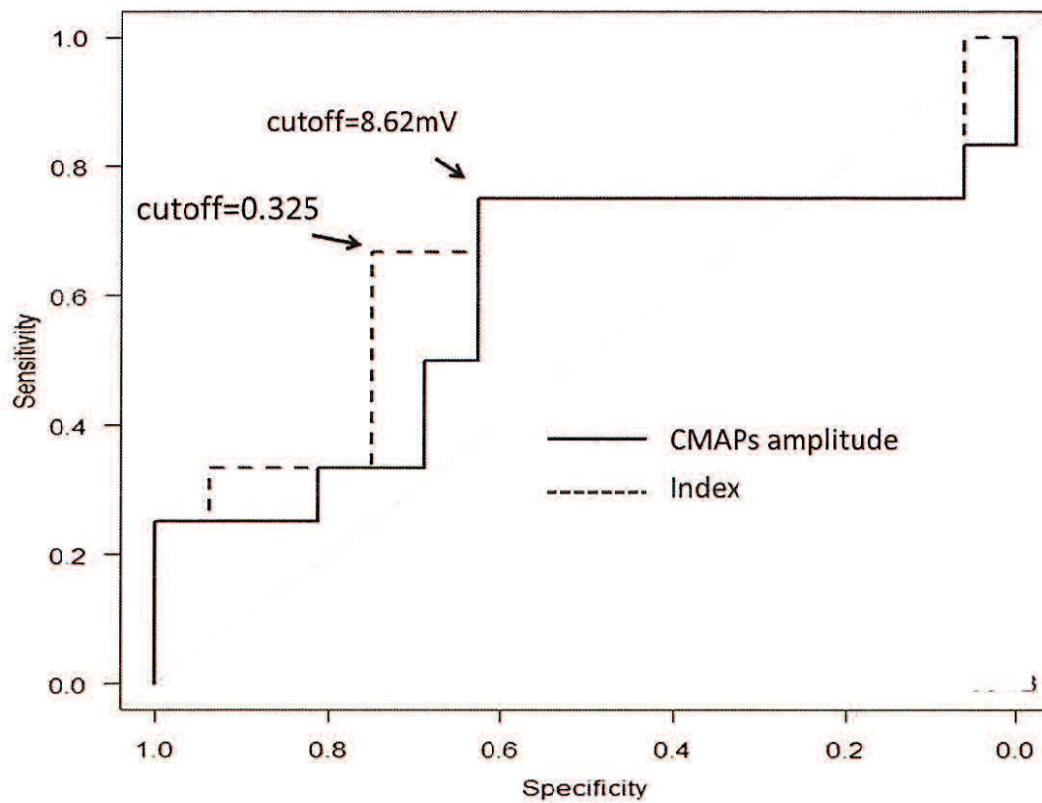


Figure4

ROC 解析は C4/5 障害における index による曲線下面積は 0.65(95%信頼区間 0.41-0.88)、感度 75%特異度 66.7%で CMAPs 振幅による曲線下面積は 0.59(95%信頼区間 0.35-0.83)、感度 62.5%特異度 75%と示した。