

## スモン患者における四肢感覚障害の定量的評価の試み（第2報）

里宇 明元（慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室）

水野 勝広（慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室）

辻川 将弘（慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室）

高橋 修（慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室）

川上 途行（慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室）

### 研究要旨

【目的】スモン患者の中心的な神経学的所見は下半身の異常知覚や表在覚障害であり、これまで電気刺激や振動刺激などを用いて感覚障害の定量的評価が試みられてきた。しかし、スモン患者での各評価の関係性の検討や横断的検討はほとんど行われていない。昨年度、我々はスモン患者の下肢で体性感覚誘発電位（Somatosensory Evoked Potential；SEP）所見および振動覚閾値の検討を行い、自他覚所見での感覚障害が重度になるほどSEP潜時が延長する傾向があるが、振動覚閾値とSEP潜時との関係性はみられなかったことを報告した。今回はスモン患者の上肢について電気生理学的評価、感覚閾値評価の横断的評価を行い、それらの関係性を検討した。

【方法】対象は検診で当院へ来院したスモン患者3名とした。正中神経の神経伝導検査では運動神経、感覚神経、F波の計測を行った。SEPでは正中神経に対して、十分な強度の持続時間0.2msの矩形波で左右交互に2.1Hzの刺激を行った。感覚野直上を含む頭皮上と頸部よりSEP波形を導出し、左右500回ずつ平均加算して2試行の波形を記録した。N9、N11、N13、P14、N18、N20の各頂点潜時および中枢伝導時間（N13-20）について、80歳以上の他の神経疾患を有しない一側の脳卒中患者40名（男性20名、女性20名）の非麻痺側上肢のSEP所見と比較検討した。また、リオン社製振動感覚計を用いて右示指指尖部での感覚閾値を記録した（上昇法、force choice method）。63Hz、125Hz、250Hzでそれぞれ3回以上測定し、閾値を決定した。Semmes-Weinstein monofilament test（SWT）は右示指指尖部で計測した。

【結果】症例1：90歳男性。神経伝導検査ではSCVの低下、F波最小潜時延長がみられ、SEPでは中枢伝導時間が延長していた。振動覚閾値は軽度～中等度異常であった。SWTでは軽度低下（3.22）であった。症例2：89歳女性。神経伝導検査ではF波最小潜時延長、出現率低下が見られた。SEPでは身長も考慮するとN9以降いずれの頂点潜時も延長していた。振動覚閾値は高度異常であった。SWTでは正常（2.83）であった。症例3：85歳男性。神経伝導検査ではCMAP遠位潜時延長、SCVの低下、F波最小潜時延長がみられた。SEPではいずれの頂点潜時も延長していた。振動覚閾値は異常なし～軽度異常であった。SWTでは軽度低下（3.61）であった。

【結論】対象者はSWT、振動覚のいずれかに異常が認められ、神経伝導検査でも末梢神経障害が示唆された。SEPでもN9以降の潜時延長を認め、末梢神経障害を反映していると考え

えられた。症例1では中枢伝導時間延長を認め、中枢性の障害も示唆された。スモンでの感覚障害の原因として、末梢神経障害と中枢神経障害の要素が考えられ、SEPにより両者を評価できる可能性がある。

#### A. 研究目的

スモン（亜急性脊髄視神経ニューロパチー；SMON）では腹部症状が先駆し、神経症状として両足のしびれ感（異常感、脱力感）を発症、その後その症状が上行して歩行障害、視力低下などを引き起こすとされている<sup>1)</sup>。その中でも下肢に強くみられる異常感覚が特徴的であり、神経伝導検査など様々な神経学的検査が行われてきた。

体性感覚誘発電位（Somatosensory Evoked Potential；SEP）は末梢神経に電気刺激などの感覚刺激を加えて、頭皮上などで誘発される微小な電位で中枢神経および末梢神経により発生する電氣的反応を平均加算法により記録する方法である。SEPは刺激伝導路である末梢神経から脊髄、脳幹、視床を経て大脳皮質第一感覚野に至る内側毛帯経路の機能障害やそれらの障害レベルを推定する検査として用いられている。スモン患者でもSEP所見を検討した報告は散見され<sup>2-9)</sup>、スモンの症状が重度の患者ではSEP各潜時、特に下肢での潜時が延長しているが、軽症例では正常所見であるとしている報告が多い。

一方で、スモン患者の感覚障害について、電気刺激や振動刺激を用いて感覚閾値の定量的評価が試みられている。疼痛閾値についての報告が多いが、振動覚についての報告も散見され<sup>10-13)</sup>、いずれもスモン患者で振動覚閾値が上昇しているとされている。また、ニューロメーターを用いて振動覚の知覚神経線維であるA線維について検討された報告も見られ<sup>14-16)</sup>、いずれも2,000 HzでのCPT値の増加が認められている。

これら感覚障害評価について、スモン患者での横断的検討や各評価の関係性の検討はほとんど行われていない。昨年度、我々はスモン患者の下肢で体性感覚誘発電位（Somatosensory Evoked Potential；SEP）所見および振動覚閾値の検討を行い、自他覚所見での感覚障害が重度になるほどSEP潜時が延長する傾向があるが、振動覚閾値とSEP潜時との関係性はみられなかったことを報告した<sup>17)</sup>。今回はスモン患者の上肢

について電気生理学的評価、感覚閾値評価の横断的評価を行い、それらの関係性を検討した。

#### B. 研究方法

##### 1) 対象および方法

対象は2018年度の検診で当院へ来院したスモン患者3名とした。スモン現状調査個人票より患者情報（年齢、性別、発症後期間、身長、握力、歩行能力、感覚障害の有無）を抽出した。また、感覚障害評価として、正中神経伝導検査、SEP検査、振動覚閾値検査、Semmes-Weinstein monofilament test（SWT）を行った。

SEP検査については、80歳以上で他の神経疾患を有しない一側の脳卒中患者、かつSEP検査を行った患者を後方視的に抽出した40名（男性20名、女性20名）を対照群としてスモン患者との比較検討を行った。

##### 2) 正中神経伝導検査

神経伝導検査は、皮膚温を32℃以上に保ち、記録周波数帯域は20～5000 Hzに設定した。刺激には双極刺激装置を用い、刺激持続時間は0.2 msとした。運動神経伝導検査では、短母指外転筋にbelly-tenon法に従って直径10 mmの銀塩化銀皿電極を設置し、記録電極より神経走行に沿って70 mm近位および肘関節部で正中神経を刺激し、複合筋活動電位（Compound Muscle Action Potential；CMAP）を記録した。振幅は基線から陰性頂点までの間とした。感覚神経伝導検査では、示指基節部に記録電極を、その遠位30 mmに基準電極を設置し、記録電極より140 mm近位で正中神経を刺激して感覚神経活動電位（Sensory Nerve Action Potential；SNAP）を逆行性に記録した。振幅は基線から陰性頂点までとした。F波の検査では、刺激電極の陰極を中枢側とし、1 Hz、16回の最大上刺激を正中神経に行った。

### 3) SEP 検査

対象者の3例と対照群患者は正中神経に対して下記の方法でSEP検査を行った。

刺激部位：手関節の皮線よりやや近位部で長掌筋腱と橈側手根屈筋腱との間に、陰極側を近位部にして神経の走行に沿って刺激電極を置いた。

刺激強度：疼痛があまりない範囲、かつ母指外転筋の運動が十分であることを確認して刺激を行った。

記録方法：検査は室温を25℃に調整したシールドルームで施行した。被検者はベッド上で閉眼覚醒状態を保つように指示した。刺激は持続時間0.2msの矩形波を用い、左右交互2.1Hzの電気刺激を行った。頭皮上の記録電極は国際10-20法に従い、前頭部(F3・F4)、C3の2cm後方点、C4の2cm後方点および第5頸椎棘突起上の4か所に設置し、片側4チャンネルで合計8チャンネルのSEPを同時記録した。頭部の基準電極は両側耳垂とした。各電極の皮膚抵抗は3KΩ以下、周波数応答は頭部で2-2000Hzとし、分析時間は刺激開始時から最大で190msまでとした。電気刺激は左右交互2.1Hzで行い、500回ずつ平均加算し、再現性を確認するため、各々2試行記録し体動などによるアーチファクトは自動除去した<sup>18-20)</sup>。

### 4) SEP 評価項目と基準値の設定

対象者および対照群のSEP所見のうち、N9、N11、N13、P14、N18、N20の頂点潜時および中枢伝導時間(N13-20)を評価項目とした。対照群脳卒中患者の非麻痺側のデータから、それぞれの潜時の平均値を男女別に導き出し、その平均値を基準値として対象患者のデータとの比較検討を行った。

### 5) 振動覚閾値の測定

リオン社製振動感覚計を用いて右示指指尖部での感覚閾値を記録した(上昇法、force choice method)。63Hz、125Hz、250Hzでそれぞれ3回以上測定し、閾値を決定した。振動障害の診断ガイドライン<sup>21)</sup>に従って、異常なし、軽度異常、中等度異常、高度異常に分類し、重症度を判定した。

表1 対象患者基本データ

	症例1	症例2	症例3
年齢(歳)	90	89	85
性別	男性	女性	男性
発症後期間(年)	48	43	54
身長(cm)	153	135	161
握力(kg, 右/左)	15.0/16.0	9.6/9.6	18.3/19.9
歩行能力	一本杖歩行	車椅子	一本杖歩行
上肢感覚障害	なし	あり	なし
下肢表在覚障害	なし	中等度	なし
下肢振動覚障害	中等度	高度	軽度
下肢異常知覚	中等度	中等度	軽度

### 6) SWT 検査

SWTの測定部位は右示指指尖部とし、視覚の影響を受けないように閉眼で行った。Filamentが直角に曲がるまで1.5秒間押し付け、正答できる最も小さいfilamentのサイズを閾値とした。成書<sup>22)</sup>に従って、触覚正常、触覚低下、防衛知覚低下、防衛知覚脱失、測定不能に分類し、重症度を判定した。

### 7) 倫理面への配慮

スモン患者のデータは、スモン検診受診時の診察および「スモン個人調査票」から得ており、「データ解析・発表に同意した」患者データのみを使用した。スモン患者のSEP・感覚閾値測定及び解析については慶應義塾大学の倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号20170119)。また、対照群のSEP測定及び解析については市川市リハビリテーション病院の倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号28-7)。

## C. 研究結果

### 1) 対象者基本データ

表1に対象患者の基本データをまとめた。いずれの患者も85歳以上と高齢であったが、症例1および3では歩行能力は保たれていた。症例2のみ上肢感覚障害を認めていた。

### 2) 正中神経伝導検査

対象者3例での右正中神経伝導検査の結果は表2-4のとおりである。症例1ではSCVの低下、F波最小潜時延長がみられた。症例2ではF波最小潜時延長、出現率低下が見られた。症例3ではCMAP遠位潜時

表2 右正中神経伝導検査 (症例1)

	遠位	近位	速度
運動	3.81 ms, 5.1 mV	7.83 ms, 4.8 mV	57.2 m/s
感覚	2.96 ms, 20.8 $\mu$ V		47.3 m/s
最小潜時		出現頻度	
F波	28.8ms	13/16	18.3/19.9

表3 右正中神経伝導検査 (症例2)

	遠位	近位	速度
運動	3.15 ms, 7.3 mV	6.42 ms, 6.2 mV	61.2 m/s
感覚	2.58 ms, 37.3 $\mu$ V		54.3 m/s
最小潜時		出現頻度	
F波	25.3 ms	1/16	18.3/19.9

表4 右正中神経伝導検査 (症例3)

	遠位	近位	速度
運動	4.35 ms, 3.4 mV	9.21 ms, 3.1 mV	57.6 m/s
感覚	2.90 ms, 25.0 $\mu$ V		48.3 m/s
最小潜時		出現頻度	
F波	28.8 ms	11/16	18.3/19.9

表5 対象者 (スモン患者) のSEP所見のまとめ

	症例1(男性)		症例2(女性)		症例3(男性)	
年齢 (歳)	90		89		85	
身長 (cm)	153.0		132.0		161.0	
頂点および頂点間潜時 (ms)	右	左	右	左	右	左
N9	9.1	9.1	8.0	7.5	10.4	10.1
N11	12.3	12.2	10.4	10.1	12.8	12.9
N13	14.2	14.1	12.4	12.0	15.2	15.0
P14	15.1	15.4	13.5	13.2	16.7	16.1
N18	18.2	18.7	15.4	15.7	18.6	18.7
N20	21.9	21.7	18.5	18.6	20.4	20.6
N13-20	7.7	7.6	6.1	6.6	5.2	5.6

延長、SCVの低下、F波最小潜時延長がみられた。

### 3) SEP検査

対象者3例のSEP波形を図1~3に示す。対象患者および対照群のN9、N11、N13、P14、N18、N20の頂点潜時および中枢伝導時間はそれぞれ表5および表6のとおりである。症例1では中枢伝導時間の延長がみられた。症例2では身長も考慮するとN9以降の頂点潜時も延長していた。症例3でもいずれの頂点潜時も延長していた。

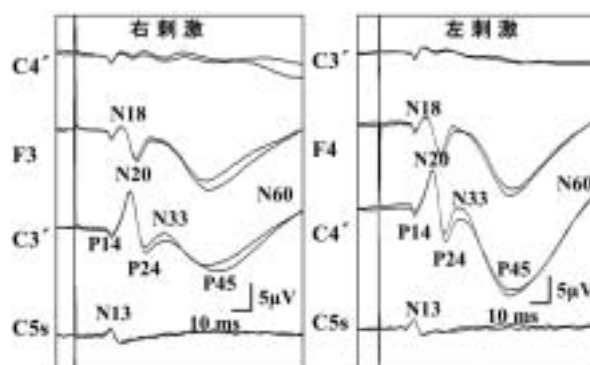


図1 症例1のSEP波形

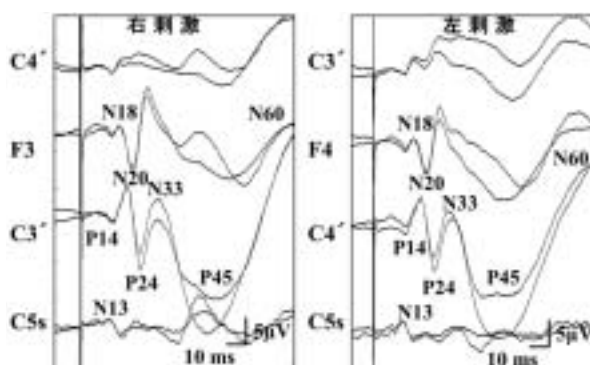


図2 症例2のSEP波形

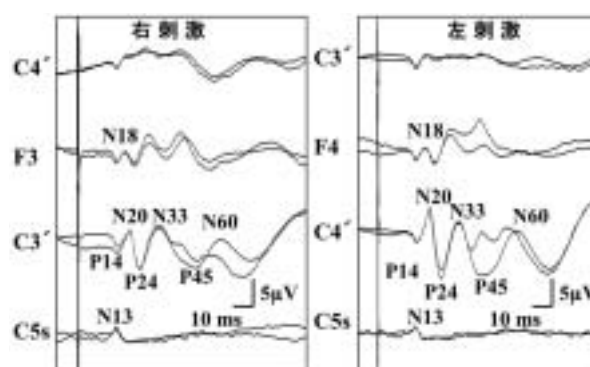


図3 症例3のSEP波形

### 4) 振動覚閾値検査

対象者の振動覚閾値は表7のとおりである。振動障害の診断ガイドライン2013<sup>21)</sup>では、50歳以上の患者では10.0dB未満が異常なし、10dB以上~15.0dB未満が軽度異常、15.0dB以上20.0dB未満が中等度異常、20.0dB以上が高度異常とされており、それに準じて重症度を判定した。症例1および3ではおおむね軽度異常の範囲内であったが、症例2ではいずれの周波数でも高度異常を認めた。



表6 対照群（脳卒中患者非麻痺側）のデータのまとめ

	全体	男性	女性	基準値 (平均値)	
n (人)	40	20	20		
年齢 (歳)	83.2±3.2	82.8±3.5	83.7±2.9		
身長 (cm)	154.7±8.2	159.6±6.1	149.9±7.1		
頂点および頂点 間潜時 (ms)				男性	女性
N9	8.5±0.8	9.0±0.6	8.0±0.6	9.0	8.0
N11	11.1±0.9	11.6±0.5	10.6±0.9	11.6	10.6
N13	13.1±1.0	13.8±0.6	12.5±0.8	13.8	12.5
P14	14.4±0.9	15.0±0.5	13.9±0.9	15.0	13.9
N18	16.6±1.0	17.1±0.8	16.1±0.8	17.1	16.1
N20	19.2±1.1	19.7±0.9	18.6±0.9	19.7	18.6
N13-20	6.0±0.7	5.9±0.7	6.1±0.6	5.9	6.1

表7 対象者（スモン患者）の振動覚閾値

	症例1	症例2	症例3
63 Hz	+ 15.0 dB	+ 20.0 dB	+ 12.5 dB
125 Hz	+ 10.0 dB	+ 25.0 dB	0 dB
250 Hz	+ 10.0 dB	+ 25.0 dB	+ 10.0 dB

## 5) SWT

SWTでの閾値が症例1では3.22、症例2では2.83、症例3では3.61であった。成書<sup>22)</sup>では、フィラメントの閾値が2.36~2.83は触覚正常、3.22~3.61は触覚低下としており、症例2は正常、症例1および3は触覚低下と判定された。

## D. 考察

本研究では、スモン患者3例に対して電気生理学的評価、感覚閾値評価を行った。対象者はSWT、振動覚閾値検査のいずれかに異常が認められた。また、神経伝導検査では3症例いずれにもF波最小潜時延長、SCVの低下、CMAP遠位潜時の延長など異常所見がみられた。SEPでは症例2および3ではN9以降の潜時延長を認め、症例1では中枢伝導時間延長を認めた。

スモン患者は下肢に強くみられる異常感覚が特徴的であり、神経伝導検査など電気生理学的検査でも下肢で様々な異常所見が高頻度に見られることが指摘されている。上肢については異常所見が認められる頻度が下肢に比べて低く、特に症状固定期では神経伝導検査やSEP検査(N13やN20)で異常所見なし、もしくは異常所見があってもごく低頻度であるとの報告が多い<sup>2,7,23)</sup>。本研究では対象者3例ともに正中神経伝導検査で異常所見が認められ、SWT、振動覚閾値検査に

ついてはいずれかに異常がみられた。対象者のうち2例はSEP検査でN9以降の潜時延長もみられた。各検査所見の変化の程度には一定した関連性は見いだせなかったものの、これらはいずれも末梢神経障害の存在を反映していると考えられた。今回はごく少数例での検討であるが、過去の報告と比べ末梢神経障害が高頻度に見られている。これは本研究対象者がいずれも85歳以上と高齢であることによる加齢の影響が考えられ、今後経時的な検討を要すると思われる。

一方、スモンでは下肢末梢部から異常知覚が出現したのち、神経症状が拡大・上行し、視力障害や脳幹障害などの中枢症状も出現する<sup>24)</sup>。藤原ら<sup>25)</sup>は、スモン患者22例(平均年齢51.2歳、平均罹病期間15.7年)で行ったSEP検査で、中枢伝導時間が正常人と比べ有意に延長していたと報告している。スモンでの感覚障害には末梢神経障害と中枢神経障害の要素が複合的に影響している可能性があり、本研究対象者でも症例1が中枢伝導時間延長を認め、中枢性の障害も有している可能性が示唆された。スモン患者の感覚障害について、SEP検査では各頂点および頂点間潜時を検討することで末梢神経障害と中枢神経障害の両者を定量的に評価できる可能性があると考えられた。

本研究の問題点としては、第一に対象者数が少なく、スモン患者全体を反映していない可能性が挙げられる。また、本研究で行った各評価の関係性の検討にもより多くの対象者を要すると思われる。第二に、SEP検査において、対照者と症例との間に身長差があることである。そのため、身長をそろえた対照者からSEP潜時の基準値を作成し比較検討する必要がある。第三に、振動覚閾値の測定法である。今回はリオン社製振動感覚計を用いて、上昇法、force choice methodで右示指指尖部での感覚閾値を記録した。藤原らの報告<sup>26)</sup>では、force choice methodはスクリーニング検査としては有用であるが、精密検査ではBekesy法やCPT測定がより有用と報告しており、他の測定法での検討も必要である。

上記のような問題点もあるが、本研究結果によりSEP所見がスモン患者における末梢神経障害と中枢神経障害の両者とも評価できる可能性があることが示された。今後、より多症例での検討、身長および性別、

年齢を合わせた対照者との比較検討、Bekesy 法や CPT 測定など他の感覚閾値の測定などにより、スモン患者での感覚障害の定量的評価のさらなる検討が必要である。

#### E. 結論

対象者は SWT、振動覚のいずれかに異常が認められ、神経伝導検査でも末梢神経障害が示唆された。SEP では N9 以降の潜時延長を認め、末梢神経障害を反映していると考えられた症例や、中枢伝導時間延長を認め、中枢性の障害の存在が示唆された症例もみられた。スモンでの感覚障害の原因として、末梢神経障害と中枢神経障害の要素が考えられ、SEP により両者を評価できる可能性がある。

#### G. 研究発表

1. 論文発表：なし
2. 学会発表：なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

#### I. 文献

- 1) 岩下宏：神経難病の各論（診断と治療，福祉上の注意点）スモン．Modern Physician 2002; 22: 601-606
- 2) 大沼歩，高瀬貞夫，野村宏，他：スモン長期経過例における電気生理検査（NCS，SEP，VEP）．厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患克服研究事業）スモンに関する調査研究班 平成 15 年度総括・分担研究報告書 2004；90-92
- 3) 荒木淑郎，池田晃章，荒井澄夫，他：スモン後遺症患者の末梢神経伝導速度，体性感覚誘発電位，および脊髄伝導速度．厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 59 年度研究業績 1985；210-217
- 4) 室賀辰夫：SEP による上行性伝導 中潜時波形による分析．厚生省特定疾患スモン調査研究班 平成 3 年度研究報告書 1992; 553-556
- 5) 舟川格，陣内研二：スモン患者における電気生理学的検査所見．厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患克服研究事業）スモンに関する調査研究班 平成 17 年度総括・分担研究報告書 2006；78-80
- 6) 黒岩義五郎，柴崎浩，田平武，他：スモン患者における末梢および中枢性体性感覚伝導（予報）．厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 54 年度研究業績 1980；92-93
- 7) 藤原哲司：スモンの末梢神経障害 電気生理学的側面から．厚生省特定疾患スモン調査研究班 平成元年度研究報告書 1990；563-567
- 8) 千野直一，道免和久，才藤栄一，他：当科におけるスモン患者の現状および感覚障害について．厚生省特定疾患スモン調査研究班 平成元年度研究報告書 1990；125-129
- 9) 里宇明元，水野勝広，辻川将弘，他：スモン患者における体性感覚誘発電位所見．スモンに関する調査研究 平成 28 年度総括・分担研究報告書 2017；224-228
- 10) 若林允甫，神田武政，横田彰，他：SMON 重症度の他覚的評価 - 振動覚とひざかかと試験の測定法 - ．厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 54 年度研究業績 1980；192-194
- 11) 佐藤元，鴻巣武：SMON 動作特性と知覚異常の数量的評価の研究．厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 57 年度研究業績 1983；135-138
- 12) 間野忠明，宮岡徹，岩瀬敏，他：低温環境下におけるスモンの振動覚障害．厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 58 年度研究業績 1984；153-157
- 13) 佐藤元，鴻巣武，寺村一峰：SMON 動作特性と知覚異常の数量的評価の研究．厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 58 年度研究業績 1984；169-176
- 14) 吉良潤一，山口浩雄，藤井敬之：スモン患者におけるニューロメーターを用いた感覚神経機能の解析．スモンに関する調査研究 平成 28 年度総括・分担研究報告書 2017；221-223
- 15) 森田洋，池田修一：スモンにおける感覚障害の定量的評価．スモンに関する調査研究班 平成 15 年度総括・分担研究報告書 2004；82-84
- 16) Suzuki Y, Ogawa K, Shiota H, et al: Current perception threshold in subacute myelo-optico-neuro-

- pathy. *Int J Neurosci*. 2010; 120 (5): 368-371
- 17) 里宇明元, 水野勝広, 辻川将弘, 他: スモン患者における四肢感覚障害の定量的評価の試み. スモンに関する調査研究 平成 29 年度総括・分担研究報告書 2018 ; 166-170
- 18) 才藤栄一, 木村彰男, 千野直一, 他: 脳血管障害患者における体性感覚誘発電位 感覚障害・運動麻痺との関係. *リハビリテーション医学* 1989 ; 5 : 141-148
- 19) 辻内和人: 脳血管障害患者の下肢感覚機能と体性感覚誘発電位に関する研究. *リハビリテーション医学別冊* 2000 ; 5 : 274-281
- 20) 高橋修, 山内孝治, 宇城研悟: 神経生理検査の基本手技 体性感覚誘発電位検査における記録法と臨床応用. *医学検査* 2006 ; 5 : 672-675
- 21) 原田規章, 石竹達也, 久米正則, 他: 診断障害の診断ガイドライン 2013. *産業衛生学雑誌* 2013 ; 55 : A105-A122
- 22) Bell-Krotoski J: Sensibility Testing: History, Instrumentation, and Clinical Procedure. In Skirven TM, et al eds, *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity, 2-Volume Set E-Book: Expert Consult*, Philadelphia; 2014, p. 132-151
- 23) 廣田伸之, 藤井庸祐, 岩本久幸, 他: スモン長期経過症例における電気生理学的検査所見の検討. スモンに関する調査研究 平成 26 年度総括・分担研究報告書 2015 ; 214-216
- 24) Sobue I: Clinical Aspects of subacute myelo-optico-neuropathy (SMON). In: Vinken PJ, et al eds, *Intoxications of the nervous system: Part 2. Handbook of clinical neurology, Vol 37*, Amsterdam, north-Holland; 1979, p. 115-139
- 25) 藤原哲司, 瀬古敬: SMON における体制感覚誘発電位 とくに脊髄後索機能について (第 2 報) . 厚生省特定疾患スモン調査研究班 昭和 58 年度研究業績 1984 ; 198-202
- 26) 藤原豊, 黒沢洋一, 那須吉郎, 他: 振動障害の末梢神経障害に対する客観的検査法としての振動覚閾値, FSBP% 値測定の有効性に関する研究 振動障害と糖尿病における検討 多施設共同研究. *日本職*