

ることを示した。以上の所見から、振動障害の末梢神経障害は、上肢の遠位末梢優位の障害であるとしたが、正中神経の手掌と手関節での伝導遅延²⁹⁾、尺骨神経の肘関節部での伝導遅延²⁹⁾の頻度も多いことから、一概に末梢優位の distal neuropathy と言い切れない点に注意が必要である²²⁻²⁶⁾。

振動工具を使用している者は、工具を強く把持しながら手関節や肘関節に負担のかかる姿勢をとる必要があり²⁷⁻²⁸⁾、しばしば、手根管症候群、肘部管症候群などの絞扼性末梢神経障害を生じることが報告されている²⁹⁻³¹⁾。絞扼性末梢神経障害は、振動病患者に特異な所見ではないが、その発症には、骨・軟部組織の変化、圧迫など機械的な因子のほかに、局所的な血行障害が影響しているといわれている³¹⁻³²⁾。振動障害患者では、末梢循環障害や末梢部優位の神経障害により脆弱になっている神経に、振動工具の使用による手掌、手関節部の物理的な衝撃が加わることにより、末梢神経障害と絞扼性末梢神経障害を合併しやすいのかもしれない。

(ウ) 委託研究成果と今回の実証検査に用いたクラス分類

平成 14 年度及び平成 15 年度振動障害に関する委託研究⁴⁵⁾において振動障害患者の末梢神経伝導速度検査の特徴として遠位潜時の遅延や肘を介した伝導速度の遅延を多くの症例に認めたことから、遠位末梢優位の末梢神経障害と絞扼性神経障害が混在した病態である可能性があるとして報告した。また、平成 16 年度の委託研究⁶⁾では、振動障害以外の高齢者との比較により、振動障害に特徴的な障害パターンが存在するかを検討し、振動障害患者では特定の神経や絞扼部位だけでなく、正中神経・尺骨神経の両方にまたがる障害が多く、1つの神経の中でも多くの部位に障害を認めることが多いことが示唆された。このような結果を踏まえ、正中神経・尺骨神経それぞれで同数のパラメータを選択し、その中で異常値がいくつ認められるかによってクラス分類を行った。

(エ) 振動障害群と対照群の比較

振動障害群と対照群の各パラメータの値の比較では、左右の正中神経 MCV・SCV、右正中神経の運動神経遠位潜時のみに有意差を認めた。一方、絞扼性神経障害が起こりやすい手根管部や尺骨神経溝を挟んだ部位では有意差を認める部分が少なかった。これは、これら絞扼の起こりやすい部位では、振動障害以外の原因でも障害が起こりやすく、対照者でも異常が起こりやすいことが原因として考えられた。特に、正中神経の遠位潜時は運動神経・感覚神経ともに対照群の中でも高率に異常が認められ、潜在的な手根管症候群の存在が示唆された。

このように、単独のパラメータでは振動障害以外の原因で起こる障害を区別できないため、振動障害者の障害の程度を評価するためには、今回のように異常値の数を用いた方がよいと考えられた。

(オ) 振動障害診断における神経伝導検査の有用性と限界

神経伝導検査によるクラス分類は SWS-N、厚生労働省 NS 区分のいずれとも有意な相関を認め、神経障害の客観的指標として有用性があることが示唆された。神経伝導検査の異常値で振動障害を診断した場合、敏感度 71.0%、特異度 40.0%となり、

特異度がやや低かった。これは、振動障害以外の絞扼性神経障害などでも異常値が認められるためである。神経伝導検査は異常の有無を確かめることには優れているが、異常の原因についてはこの検査だけでは判定できないため、他の検査所見や併存疾患の有無、臨床所見などと組み合わせて総合的に診断することが望ましいと考えられた。

カ まとめと今後の展望

- (ア) 正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査では、振動障害群では、年齢補正した正常値と比較し、異常の数からクラス分類を行った。
- (イ) 神経伝導検査によるクラス分類はSWS-Nや厚生労働省NS区分と有意に相関し、有用性が示唆された。
- (ウ) 神経伝導検査は障害の存在を確認することには優れているが、原因を特定することは困難であるため、振動障害の診断にあたっては、他の検査や臨床所見などと合わせて総合的に判断することが必要である。
- (エ) 今後の課題として、この神経伝導検査によるクラス分類と他の検査とを組み合わせることで総合的な振動障害の評価基準の作成が必要である。

(文献)

- 1 木村彰男 他：振動ばく露による末梢神経障害の検査手法に関する調査研究.平成11年度振動障害に関する委託研究報告書,1999.
- 2 木村彰男 他：末梢神経障害の診断方法について.平成12年度振動障害に関する委託研究報告書,2000.
- 3 木村彰男 他：振動障害の末梢神経障害に対する電気生理学的研究－正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝道検査における各種疾患との比較－.平成13年度振動障害に関する委託研究,2001.
- 4 木村彰男 他：正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝道検査－年齢補正による正常値との比較－.平成14年度振動障害に関する委託研究,2002.
- 5 木村彰男 他：正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝道検査－年齢補正による正常値との比較－.平成15年度振動障害に関する委託研究,2003.
- 6 木村彰男 他：正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝道検査－振動障害以外の疾患との比較－.平成16年度振動障害に関する委託研究,2004.
- 7 Oh SJ : Clinical electromyography : Nerve conduction studies, 3rd Ed. Lippincott Williams & Wilkins, P.86-106,2003.
- 8 Alaranta H, et al : Neuropathy and the automatic analysis of electromyographic signals from vibration exposed workers. Scand J Work Environ Health 3 : 128-34, 1977.
- 9 椿原彰夫 他：振動障害患者の末梢神経障害.総合リハ 10 : 763-770,1982.
- 10 Lundborg G, et al : Intraneural edema following exposure to vibration. Scand J Work Environ Health 13 : 326-9,1987.

- 11 Gemne G : Diagnostics of hand-arm system disorders in workers who use vibrating tools. *Occup Environ Med.*54 : 90-95,1997.
- 12 武内忠男 他 : 振動症候群手指生検 30 例の病理組織学的観察. *熊本医学会雑誌* 58:56-70,1984.
- 13 落合淳 : 各種ニューロパシーにおける腓腹神経病変の病態の分析. *岐阜大医紀* 38 : 331-347, 1990.
- 14 水野勝広 他 : 振動障害患者における distal neuropathy と末梢神経障害との関係の検討 - 冷水負荷試験と神経伝導検査の比較 -. *臨床神経生理学* 38 : 562,2004.
- 15 岡田晃 他 : 最近における振動障害と類似疾病の鑑別診断方法について. 平成 9 年度災害科学に関する委託研究報告書,1997.
- 16 斎藤和雄 : 職業病としての振動障害 173-187,南江堂,1980.
- 17 荒記俊一 他 : チェーンソー取扱い労働者にみられた末梢神経伝導速度について. *産業医学* 18 : 516-520,1976.
- 18 田辺晃久 他 : 振動病患者の末梢神経伝導機能の研究. *脳波と筋電図* 7 : 148-155,1979.
- 19 久永孟 : 振動工具使用者の末梢神経伝導速度に関する研究. *産業医学* 24 : 284-293,1982.
- 20 Norris AH, et al : Age changes in the maximum conduction velocity of motor fibers of human ulnar nerves. *J Appl Physiol* 5 : 589,1953.
- 21 島健二 : 神経筋機能 (老化とホメオスターシス) . *老人科診療* 7 : 157,1986.
- 22 Sakakibara H, et al : Digital nerve conduction velocity as a sensitive indication of peripheral neuropathy in vibration syndrome. *Am J Ind Med* 26 : 359-366,1994.
- 23 Sakakibara H, et al : Affected segments of the median nerve detected by fractionated nerve conduction measurement in vibration-induced neuropathy. *Ind Health* 36 : 155-159,1998.
- 24 大平信廣 : 振動障害者の末梢神経伝導速度. *日災医誌* 40 : 16-19,1992.
- 25 Giannini F, et al : Multifocal neural conduction impairment in forestry workers exposed and not exposed to vibration. *Clin Neurophysiol* 110 : 1276-1283,1999.
- 26 Lukas E : Lesion of the peripheral nerve system due to vibration. *Work Environ Health* 7 : 67-69,1970.
- 27 的場恒孝 : 振動病の病態生理学的研究. *産業医学* 17 : 11-18,1975.
- 28 Pelmear PL : Clinical evaluation. Pelmear et al (eds) : *Hand-Arm Vibration*, 2nd Ed. OEM press, P.73-94,1996.
- 29 寺山和雄 他 : 振動障害者の肘関節の X 線障害と愁訴. *日災医誌* 29 : 211-220,1981.
- 30 四宮文男 他 : 振動病にみられる変形性肘関節症・肘部管症候群とその対策. *日災医誌* 29 : 449-455,1981.
- 31 山本啓二 他 : 振動障害と肘部管症候群. *骨・関節・靭帯* 5 : 1395-1400,1992.
- 32 増田宗義 : 絞扼性神経障害の病態に関する電気生理学的研究. *阪市医誌* 46 : 283-297, 1997.

(7) MRI による筋の機能評価検査

ア 目的

振動障害における運動機能評価は関節機能と筋力評価を中心に行われる。しかし、従来の握力・徒手筋力テストなどの筋力評価法では、常に被検者自身の最大努力が測定の前条件となっており、客観的な評価方法としては問題が多い。

末梢神経障害による骨格筋の脱神経状態の評価に関しては、MRI の T2 強調画像が有用であることが判明しており、本法は検者の技量や被検者の状態に影響されることがなく、常に安定した客観的所見を得ることが可能である。振動障害の運動機能評価に関しても、前腕および手部の MRI 検査で異常所見が評価できることを平成 14 年度～16 年度の厚生労働省委託研究により報告してきたが、今回、本検査手技の実効性を評価・検討するため実証検査を実施した。

イ 対象及び方法

振動障害群及び対照群の前腕・手部の MRI 検査を以下の要領で実施した。

徳島健生病院では、振動障害群 30 例、対照群 10 例について撮像を行った。撮像サイドは右 14 例、左 26 例であった。岩見沢労災病院では振動障害群 15 例、対照群 11 例について撮像を行った。撮像サイドは右 17 例、左 9 例であった。美唄労災病院では振動障害群 13、対照群 10 例について撮像を行った。撮像サイドは右 16 例、左 7 例であった。

撮像部位は前腕中央部及び手掌中央部の 2 ヶ所で、それぞれ横断面での評価を行った。検査時間の関係で、MRI の撮像は振動障害群では患側（両側に訴えのある症例では利き手側）、対照群では利き手側の片側のみ施行した。代表的な筋肉として、1) 前腕伸筋群、2) 回外筋、3) 前腕屈筋群（尺側手根屈筋）、4) 骨間筋、5) 小指球筋に注目し、その他母指球筋、手指屈筋腱なども検討した。T2 強調画像、脂肪抑制 T2 強調画像での輝度変化を（－）、（±）、（＋）、（＋＋）の 4 段階の Grade 分類を行い、定性的・定量評価を試みた。

徳島健生病院における MRI の検査条件は次のとおりである。

表 G 1 機種 (GP flexL 1) 及び撮像条件

		撮像方法	TR(ms)	TE(ms)	FOV	Matrix	加算回数	スライス厚
前腕部	T1 強調画像	SE	450	15	16×16cm	192×336	1	7mm
	T1 強調脂肪抑制画像	SE	460	15	16×16cm	192×336	1	7mm
	T2 強調画像	FSE	3000	100	16×16cm	224×256	2	7mm
	T2 強調脂肪抑制画像	FSE	3000	100	16×16cm	224×256	2	7mm
手部	T1 強調画像	SE	450	15	16×16cm	192×336	1	7mm
	T1 強調脂肪抑制画像	SE	460	15	16×16cm	192×336	1	7mm
	T2 強調画像	FSE	3000	100	16×16cm	192×256	3	7mm
	T2 強調脂肪抑制画像	FSE	3000	100	16×16cm	192×256	3	7mm

岩見沢労災病院における MRI の検査条件は次のとおりである。

表G 2 機種 (Signa 1.5 T) 及び撮像条件

		撮像方法	TR(ms)	TE(ms)	FOV	Matrix	加算回数	スライス厚
前腕部	T1 強調画像	SE	440	16	16×12cm	256×192	1	7mm
	T1 強調脂肪抑制画像	SE	440	16	16×12cm	256×192	1	7mm
	T2 強調画像	FSE	3000	105	16×12cm	256×192	5	7mm
	T2 強調脂肪抑制画像	FSE	3000	105	16×12cm	256×192	5	7mm
手部	T1 強調画像	SE	440	16	16×8cm	256×192	1	7mm
	T1 強調脂肪抑制画像	SE	440	16	16×8cm	256×192	1	7mm
	T2 強調画像	FSE	3000	105	16×8cm	256×192	5	7mm
	T2 強調脂肪抑制画像	FSE	3000	105	16×8cm	256×192	5	7mm

美唄労災病院における MRI の検査条件は次のとおりである。

表G 3 機種 (Signa 1.5 T) 及び撮像条件

		撮像方法	TR(ms)	TE(ms)	FOV	Matrix	スライス厚
前腕部	T1 強調画像	SE	470	15	16×16cm	192×256	7mm
	T1 強調脂肪抑制画像	SE	654	15	16×16cm	192×256	7mm
	T2 強調画像	FSE	3000	96	16×16cm	182×256	7mm
	T2 強調脂肪抑制画像	FSE	3040	96	16×16cm	182×256	7mm
手部	T1 強調画像	SE	470	15	16×16cm	192×256	7mm
	T1 強調脂肪抑制画像	SE	654	15	16×16cm	192×256	7mm
	T2 強調画像	FSE	3000	96	16×16cm	182×256	7mm
	T2 強調脂肪抑制画像	FSE	3040	96	16×16cm	182×256	7mm

ウ 結果及び考察

(ア) 実証検査結果と分析

対象者は前記 2 の(1)と同一であるが、今回、同時に施行された種々の末梢循環障害・神経伝導速度など他の検査手技では、基礎疾患・投薬・年齢などの条件に問題のある症例は除外して検査結果を分析する必要があった。これらの除外症例を除くと振動障害群は 31 症例であったが、このうち 1 例では MRI 検査を行うことができなかったため振動障害群の対象症例は 30 例となった（徳島 28 例、岩見沢 2 例、美唄は全て除外症例）。MRI では、検査部位周辺に金属製の内固定材料や人工関節などが挿入されている場合には検査施行が禁忌となるが、これまでの研究から骨格筋の MRI の T2 強調像の輝度には加齢による変化は認められず、また検査直前の投薬などの影響は考えにくいことから、体動による影響や閉所恐怖症のため検査が不能であった症例以外は分析上問題ないと考えられた。まず、全ての検査症例の画像を評価し、その上で他の検査との比較の観点から除外症例を除いて検討を加えた。また、今回検査を施行した 3 病院での MRI 撮像条件は若干異なるものの、特に調整を行うことなく評価した。

T1 強調画像では、主として手内筋に萎縮を認めるものもあったが、輝度変化が明