

準値 75%では、症度 3 で 3 手中 2 手 (敏感度 66.7%)、症度 1-2 で 7 手中 7 手 (敏感度 100%) であった。

「表 D8」

「表 D9」

「表 D10」

表 D11～D13 は厚生労働省 VS 分類による比較である。15℃、10℃のいずれかの冷却負荷で基準値を下回る%FSBP を有する者は、基準値 55%では、症度 3 で 7 手中 2 手 (敏感度 28.6%)、症度 2 で 23 手中 7 手 (敏感度 30.4%)、症度 1 で 9 手中 3 手 (敏感度 33.3%)、基準値 65%では、症度 3 で 7 手中 2 手 (敏感度 28.6%)、症度 2 で 23 手中 9 手 (敏感度 39.1%)、症度 1 で 9 手中 4 手 (敏感度 44.4%)、基準値 75%では、症度 3 で 7 手中 5 手 (敏感度 71.4%)、症度 2 で 23 手中 13 手 (敏感度 56.5%)、症度 1 で 9 手中 5 手 (敏感度 55.6%) であった。

「表 D11」

「表 D12」

「表 D13」

表 D14～D16 は厚生労働省 VL 分類による比較である。15℃、10℃のいずれかの冷却負荷で基準値を下回る%FSBP を有する者は、基準値 55%では、症度 3 で 23 手中 8 手 (敏感度 34.8%)、症度 2 で 11 手中 3 手 (敏感度 27.3%)、症度 0-1 で 5 手中 1 手 (敏感度 20.0%)、基準値 65%では、症度 3 で 23 手中 9 手 (敏感度 39.1%)、症度 2 で 11 手中 4 手 (敏感度 36.4%)、症度 0-1 で 5 手中 2 手 (敏感度 40.0%)、基準値 75%では、症度 3 で 23 手中 14 手 (敏感度 60.9%)、症度 2 で 11 手中 7 手 (敏感度 63.6%)、症度 0-1 で 5 手中 2 手 (敏感度 40.0%) であった。

「表 D14」

「表 D15」

「表 D16」

#### (ウ) 評価区分

表 D16 にスコアを用いた評価成績を示した。これは、ウ(イ)に示した、対照群における%FSBP の平均-2SD、平均-1.65SD、平均-1SD から得られた基準値、55%、65%、75%を下回る測定値にスコアとしてそれぞれ 3, 2, 1 を与え、各手における平均スコアを算出したものである。

対照群では右 (左の測定はない) 22 手中 21 手 (95.5%) が平均スコア 1.0 未満であり、レイノー症状を有する振動障害群は左右 10 手中 5 手 (50.0%)、同症状を有しない振動障害群は左右 29 手中 4 手 (13.8%) が 1.0 以上であった。ストックホルムワークショップスケール (SWS-R) では、症度 3 の振動障害群は左右 3 手中 1 手 (33.3%)、症度 1-2 では左右 7 手中 4 手 (57.1%)、症度 0 では左右 29 手中 4 手 (13.8%) が平均スコア 1.0 以上であった。厚生労働省 NS 分類で

は、症度3の振動障害群は左右7手中2手(28.6%)、症度2では左右23手中6手(26.1%)、

症度1では左右9手中1手(11.1%)が平均スコア1.0以上であった。同様に、NL分類では、症度3の療養者は左右23手中7手(30.4%)、症度2では左右11手中2手(18.2%)、症度0-1では左右5手中0手(0%)が平均スコア1.0以上であった。

「表17」

#### (エ) 評価基準

評価基準としては、上述した対照群における%FSBPの平均-2SD、平均-1.65SD、平均-1SDから区切りのよい値として得られた55%、65%、75%を基準値として各指の評価を行い、さらに手としての評価のために、それぞれの基準値を下回る測定値に3, 2, 1のスコアを与えて、平均スコア0.5未満、0.5以上1.0未満、1.0以上で評価することが考えられる。平均スコア1.0以上の場合、特異度として95%、手指レイノー症状を有する振動障害群における敏感度として50%程度が得られているが、今回の検討では解析対象に供することができた被検者数が少なく、また、検査者の手技習熟が不十分であったこと、被検者の振動障害群と対照群の居住地特性に偏りが発生した等の問題があり、評価基準としては参考にとどまるものである。また、これらは50歳から69歳の比較的高齢な健常者の検討によるものであり、被検者数を増やすとともに性差や年齢影響を考慮した検討、他の文献資料との比較検討がさらに必要である。

#### エ 問題点と課題

振動障害における冷却負荷手指血圧検査について欧米では多くの検討が行われてきた。冷却負荷温度や検査時の全身冷却の有無などの検査方法、得られた判別性には報告間で差があるものの、振動障害患者の特に手指レイノー症状の有無を反映できる検査として報告されている。冷却負荷手指血圧検査で0 mmHg(いわゆる‘0 pressure’)が認められた場合、手指レイノー症状の客観的な検査所見として一般に見なされている。ただし、手指レイノー症状を有していても、冷却負荷手指血圧検査で把握できない事例(偽陰性例)が相当数あることに注意を要する。今回の検討では、これまでの文献報告と比べ、対照群における%FSBPの低い事例がやや多くみられた。今回の検討は、50歳から69歳の比較的高齢な健常者の検討によるものであることから、問題点に示した事項を含めて、さらに多数例での検討を行う必要がある。

#### オ まとめ

ISOで標準化された方法に準じて行った冷却負荷手指血圧検査結果を、振動障害

群 29 名（うち手指レイノー症状有症者 10 名）および対照群 22 名について解析した。対照群に比べ、特に手指レイノー症状有症者において%FSBP が低いことが認められ、特異度 95%、敏感度 50%程度が期待できる可能性が示された。今回の調査における問題点を改善しより多数例での検討が必要と考えられた。

#### (5) 振動感覚閾値検査

振動障害群及び対照群に対し、ISO13091-1 に準拠した指尖振動感覚検査を HVLab 社製の Tactile Vibrometer（以下、HVLab）を用いて実施した。また、わが国で広く使用される RION 社製振動感覚計 AUO 2B（以下、RION）を用いて比較測定した。

##### ア 対象

本検査を実施できた被検者は振動障害群 55 名、対照群 27 名であった。年齢、薬剤服用、振動曝露歴など調査計画時に設定した要件を満たさなかった被検者を除いた振動障害群 26 名、対照群 25 名を解析対象とした。なお、薬剤服用など一部の要件については要件を緩和し解析対象に含めた。

	人数 (人)	年齢 ( $m \pm SD$ )	検査医療機関		
			徳島	美唄	岩見沢
振動障害群	26	60.5 $\pm$ 5.1	23	0	3
手指レイノー症状 (+)	10	59.9 $\pm$ 5.6	7	0	3
手指レイノー症状 (-)	16	60.8 $\pm$ 4.9	16	0	0
対照群	25	59.5 $\pm$ 5.1	9	9	7

##### イ 方法

HVLab 社製 Tactile Vibrometer を用いた。測定周波数は 31.5Hz と 125Hz、両手あるいは片手の全指尖を測定した。検査室は 50 dB(A)以下の騒音レベルとし、室温を 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C（設定温度）に保った。被検者は上下 2 枚の着衣、靴下を着用し、設定室温下において検査前少なくとも 20 分間安静にした。振動感覚閾値測定前に、対象指尖の皮膚温を測定し 30 $^{\circ}$ C未満である場合には、設定温度（23 $\sim$ 27 $^{\circ}$ C）の範囲内で検査室温を上げた。振動感覚閾値測定開始前に、機器の取り扱いを習熟させるように被検者に練習を行なわせた。本検査法では、振動子から検査指への圧力は自動的に一定に保たれ、振動子の周辺対照板（サラウンド）への圧迫力は被検者が一定に保ち、振動の増減はパソコンにより自動的に増減される。閾値の測定は被検者のボタン操作により、上昇法と下降法の値を自動測定し平均値が算出される。

別に厚生労働省の通達に準じた RION 社製振動感覚計 AUO 2B を用いて、左右あるいは片手中指の閾値検査を行なった。このさい、閾値の表示は HVLab と同一に

なるように  $ref$  を  $10^{-6}m/s^2$  に補正した。

## ウ 結果

解析対象者において、HVLab による測定は振動障害群と対照群それぞれ、両手で  
行なわれたもの 8 名、1 名、右手のみ 10 名、24 名、左手のみ 10 名、1 名であった。  
RION による測定は、両手 8 名、1 名、右手のみ 7 名、15 名、左手のみ 8 名、1 名、  
未測定 0 名、8 名であった。対照群のうちの 1 名において、HVLab による右手小指  
の 125Hz 検査の閾値が  $0m/s^2$  と測定され明らかな誤りと判断されたので、当該測定  
値のみ解析から除外した。

### (7) 基礎統計

表 E1 に手指レイノー症状有無別の振動障害群および対照群の振動感覚閾値  
を平均と標準偏差を用いて示した。ここでは、HVLav による各指の測定値、右あ  
るいは左における 5 指の測定値を併せたもの、RION による中指の測定値を用い  
ている。また、対照群は左手における測定が 2 名と少数であったため、右手の  
測定値のみを示し比較対照とした。表 1 に示すように、左右とも手指レイノー  
症状のない振動障害群、次いで手指レイノー症状を持つ振動障害群の順で閾値  
が高く対照群との間でそれぞれ統計的に有意な差 ( $p<0.01$ ) がみられた。

同様に、表 E2 にストックホルムワークショップスケール (sensorineural  
scale、SWS-N)、表 E3 に厚生労働省分類 (NS、NL) により分類された振動障害  
群と対照群の振動感覚閾値を平均と標準偏差を用いて示した。ストックホルム  
ワークショップスケール (SWS-N)、厚生労働省分類ともに、症度の強い振動障  
害群、症度の弱い振動障害群の順で閾値が高く、対照群 (右手測定値) との間  
でそれぞれ統計的に有意な差 ( $p<0.01$ ) がみられた。

「表 E1」

「表 E2」

「表 E3」

### (4) 分析結果

表 E4～表 E6 に、対照群の右手指の閾値における平均+1.65SD を目安に区切  
りのよい基準値を設定し (HVLab31.5Hz は 117dB、同 125Hz は 130dB、RION は 125dB)、  
各閾値の敏感度と特異度を算出して示した。

表 E4 に示すように HVLab31.5Hz における敏感度は、手指レイノー症状有症者  
の全 65 指中 44 指が基準値以上を示して 67.7%、同症状を有さない振動障害群で  
は全 115 指中 92 指で 80.0%であった。対照群における特異度は全 130 指中 5 指  
で 96.2%であった。同様に、HVLab125Hz における敏感度は、手指レイノー症状有  
症者の全 65 指中 47 指が基準値以上を示して 72.3%、同症状を有さない振動障害  
群では全 115 指中 87 指で 75.7%、対照群における特異度は全 129 指中 5 指で 96.1%

であった。RIONにおける敏感度は、手指レイノー症状有症者の左右8指6指が基準値以上を示して75.0%、同症状を有さない振動障害群では左右23指中20指で87.0%、対照群における特異度は左右18指中0指で100%であった。

「表E4」

同様に、表E5に示すようにHVLab31.5Hzにおける敏感度は、ストックホルムワークショップスケール(SWS-N)で症度3の振動障害群における全60指中57指が基準値以上を示して95.0%、症度2で全100指中71指で71.0%、症度0-1で全20指中8指で40.0%であった。HVLab125Hzにおける敏感度は、症度3の振動障害群における全60指中59指が基準値以上を示して98.3%、症度2は全100指中68指で68.0%、症度0-1は全20指中7指で35.0%であった。RIONにおける敏感度はそれぞれ、左右11指中11指で100%、17指中14指で82.4%、3指中1指で33.34%であった。

「表E5」

厚生労働省NS分類では、表E6に示すように、HVLab31.5Hzにおける敏感度は、症度3は全85指中75指が88.2%、症度2は全75指中44指で58.7%、症度1で全20指中17指で85.0%であった。HVLab125Hzにおける敏感度は、症度3は全85指中73指で85.9%、症度2は全75指中49指で65.3%、症度1で全20指中12指で60.0%であった。RIONにおける敏感度はそれぞれ、左右17指中15指で88.2%、10指中8指で80.0%、4指中3指で75.0%であった。

「表E6」

同じくNL分類では、表E7に示すように、HVLab31.5Hzにおける敏感度は、症度3は全80指中60指で75.0%、症度2は全85指中66指で77.6%、症度1で全10指中5指で50.0%であった。HVLab125Hzにおける敏感度は、症度3は全80指中61指が76.3%、症度2は全85指中62指で72.9%、症度1で全10指中6指で60.0%であった。RIONにおける敏感度はそれぞれ、左右12指中12指で100%、16指中13指で81.3%、2指中1指で50.0%であった。

「表E7」

(ウ) 評価区分

表E8にスコアを用いた評価成績を示した。HVLabおよびRIONによる測定値を対照群の95%値(3-3に同じ、平均+1.65SD)と84%値(平均+1SD)を目安に設定した基準値を用いて、それぞれ、2点と1点として評価した。「95%基準値」は「3-3」と同じで、HVLab31.5Hzは117dB、同125Hzは130dB、RIONは125dB、「84%基準値」としてはHVLab31.5Hzは113dB、同125Hzは125dB、RIONは121dBとした。HVLabについてはさらに左右それぞれの5指および31.5Hzと125Hzの測定値、すなわち10測定値による合計スコアを求めた。

HVLabにおける合計スコアでは、対照群は左右23手中22手(95.7%)が10点

未満、レイノー症状を有する振動障害群は左右 12 手中 11 手 (91.7%)、同症状を有しない振動障害群は左右 24 手中 20 手 (83.3%) が 10 点以上であった。RION におけるスコアでは、対照群は左右 18 指中 18 指 (100%) が 2 点未満、レイノー症状有症者は左右 8 指中 6 指 (75.0%)、同症状を有さない振動障害群は左右 23 指中 20 指 (87.0%) が 2 点以上であった。

ストックホルムワークショップスケール (SWS-N) では、HVLab における合計スコアは、症度 3 の振動障害群は左右 12 手中 12 手 (100%)、症度 0-2 では左右 24 手中 22 手 (91.7%) が 10 点以上であった。RION におけるスコアではそれぞれ、左右 11 指中 11 指 (100%)、左右 20 指中 15 指 (75.0%) が 2 点以上であった。

厚生労働省 NS 分類では、HVLab における合計スコアは、症度 3 の振動障害群は左右 17 手中 16 手 (94.1%)、症度 1-2 では左右 19 手中 15 手 (78.9%) が 10 点以上であった。RION におけるスコアでは、左右 17 指中 15 指 (88.2%)、左右 14 指中 11 指 (78.6%) が 2 点以上であった。同じく NL 分類では、HVLab における合計スコアは、症度 3 の振動障害群は左右 16 手中 13 手 (81.3%)、症度 1-2 では左右 19 手中 15 手 (78.9%) が 10 点以上であった。RION におけるスコアでは、左右 13 指中 12 指 (92.3%)、左右 18 指中 14 指 (78.8%) が 2 点以上であった。

#### 「表 E8」

##### (エ) 評価基準

各指に対する評価基準として、上述した対照群の右手指の閾値における平均 +1.65SD を目安に区切りのよい値を設定した、HVLab31.5Hz : 117dB、同 125Hz : 130dB、同様に平均+1SD 目安に区切りのよい値を設定した、HVLab31.5Hz : 113dB、同 125Hz : 125dB が参考となる。前者では特異度 95%程度が期待できる。後者では特異度 85%程度が期待できる。また、これらを用いて、「95%基準値」以上を 2 点、「84%基準値」を 1 点として 5 指の合計スコア (すなわち 10 測定値) を算出し、10 点以上で判定すれば、手の評価を特異度 95%で敏感度 86%で行なえる可能性がある。ただし、これらは 50 歳から 69 歳の比較的高齢な健常者 24 名の測定値によるものであり、被検者数を増やすとともに性差や年齢影響を考慮した検討、他の文献資料との比較検討がさらに必要である。

##### エ 問題点と課題

知覚機能検査における年齢影響は一般に認められる。一方、振動障害の治療に用いる薬剤内服が知覚機能検査結果に与える影響については大きくないと考えられるが、ここでは当日の薬剤内服者および当初の年齢条件から外れる被検者は含めずに解析を行なった。さらに 4 名の療養者については検査機器の故障のために

検査が実施できず、最終的な解析対象者が振動障害群と対照群それぞれ 30 名弱にとどまった。

今回、使用した HVLab 社の指尖振動感覚閾値検査装置 (Tactile Vibrometer) は、国際規格となった ISO13091-1 に準拠したものである。被検者は、自身で振動子の周辺対照板 (サラウンド) への圧迫力を調節するとともに、自動的に増減する振動の知覚レベルをボタン操作で応答せねばならない。閾値測定開始前には被検者に機器の取り扱いの練習を行なわせたが、検査担当者を含めて検査への習熟度が十分でなかった印象がある。このことは測定中に検出された閾値の分散が大きい被検者が相当数みられたことの原因と考えられる。

今回使用した振動感覚閾値検査法では異なる機械受容器が測定可能であること、検査部位への物理的圧迫力による閾値への影響を除去できること、被検者の操作による自動測定が可能であることなどの特徴があるが、被検者の検査への十分な習熟が必要である。また、知覚機能には年齢影響があることが明らかにされており、異なる年齢層における健常者を含めたより多数の振動感覚閾値の蓄積と検討が必要である。

#### オ まとめ

ISO で標準化された方法に準じて行った振動感覚閾値検査結果を、振動障害群 26 名 (うち手指レイノー症状有症者 10 名) および対照群 25 名について解析した。対照群に比べ、振動障害群では閾値の上昇が認められ、特異度 95%、敏感度 90%程度が期待できる可能性が示された。今回の調査における問題点を改善しさらに広い年齢層での検討が必要と考えられた。

#### (6) 正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査

振動障害の末梢神経系の障害に関する電気生理学的な報告は数多く見られるが、さまざまな検査方法が採用されているため、標準となる検査方法が確立されていない。また、神経障害の病態についても解明されていないのが現状である。

末梢神経障害に対する電気生理学的検査としては、運動・感覚神経伝導検査と針筋電図検査が広く採用され普及している。末梢神経障害の中でも、絞扼性末梢神経障害 (エントラップメント・ニューロパチー) や多発性末梢神経炎 (ポリニューロパチー) は、日常しばしば遭遇する疾患であるが、電気生理学的検査が最も有効な診断法といわれている。検査機器の進歩とともに、より精密に、より正確に、安定して検査を行うことが可能となり、最近ではインチング法をはじめとして様々な検査法が導入され、運動・感覚神経伝導検査の研究と報告が数多くなされている。インチング法とは、病変部をいくつかの区域 (segment) に分け検査を施行する方法で、病変の局在診断をするために有用であり、手根管症候群、肘部管症候群、足根管症

候群などの絞扼性末梢神経障害（エントラップメント・ニューロパチー）の診断に用いられている。

#### ア 目的

振動障害によって生ずる末梢神経障害について電気生理学的に評価するため神経伝導検査を行い、健常者・変形性頸椎症や振動障害以外の絞扼性神経障害患者・振動障害患者に対してそれぞれ比較検討した。これらの結果の一部は昨年度までの委託研究報告書として報告した(37)~(42)。これまでの研究結果から振動障害患者では末梢優位の末梢神経障害に加えて、手根管症候群・肘部管症候群などの絞扼性神経障害や頸部脊椎症などを合併している可能性が考えられたが、その中でも振動障害患者の特徴として正中神経、尺骨神経の両方で異常が認められることが多く、特に重度の患者では、絞扼されやすい部位以外の神経伝導速度にも異常が認められることが示唆された。

今回の研究はこれらの結果を検証するために、振動障害群と振動工具曝露歴のない対照群に対し、神経伝導検査を行い、両者を比較した。また、神経伝導検査の結果を元にした症度分類を考案し、これまでに用いられてきた臨床的な症度分類と比較し、その診断的価値について検討した。

#### イ 対象と方法

対象者は前記VIの2の(1)と同一である。

検査には筋電計としてニューロパックΣ（日本光電、東京）を使用し、記録電極に塩化銀（AgCl）皿電極を用いた。検査時、室温は $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ に設定した。検査前には皮膚温度が30度以上であることを確認してから検査を開始した。皮膚温度の測定に際し、皮膚温度が30度未満であった場合には、手指を温水に浸し、その後、適宜、皮膚温度を測定し、30度以上になったことを確認してから検査を開始した。検査は、正中神経の運動および感覚神経伝導検査、尺骨神経の運動および感覚神経伝導検査の順で進行した。

##### (7) 正中神経伝導検査

###### a 運動神経

記録電極は、陰極を母指球の短母指外転筋の筋腹上に置き、陽極を同じ筋の末梢での腱の付着部に設置した。接地は手掌に設置した。刺激部位は、手掌刺激（手掌中央付近で最も大きな電位の得られる所）、手関節部の手根管より中枢で橈側手根屈筋と長掌筋の二つの腱の間（刺激点と記録間電極間の距離は7cm）の遠位部刺激、肘関節前内側で上腕二頭筋の付着部より内側の3ヶ所とした。評価として、手掌刺激での立ち上がり潜時、遠位部刺激での立ち上がり潜時、遠位部刺激と肘関節部刺激の間の立ち上がり潜時の差と距離か



ら求めた運動神経伝導速度を記録した。

b 感覚神経

逆行性感覚神経伝導検査による測定を施行した。記録電極は陰極を示指の近位部、陽極を示指の遠位部、接地は手掌に設置した。刺激は、運動神経伝導検査と同様に手掌部、手関節部および肘関節部で行った。手掌部では刺激点と記録電極間の距離は7cm、手関節部では刺激点と記録電極間の距離は14cmとした。評価として、手掌刺激での頂点潜時、遠位部刺激での立ち上がり潜時、遠位部刺激と肘関節部刺激の立ち上がり潜時の差と距離から求めた感覚神経伝導速度を記録した。

(イ) 尺骨神経伝導検査

a 運動神経

記録電極は、陰極を小指外転筋の筋腹上に、陽極を同じ筋の末梢の腱の附着部に設置した。接地は手掌に設置した。刺激部位は、遠位部では尺側手根屈筋の腱の上（刺激点と記録間電極間の距離は7cm）、肘部では、肘関節の尺骨神経溝を挟んで、尺骨神経溝より上部5cmの部位（above elbow: AE）と尺骨神経溝より下部5cmの部位（below elbow: BE）、の合計3箇所として測定を行った。評価として、遠位部刺激での立ち上がり潜時、遠位部刺激と肘関節上部および下部刺激各々の間の立ち上がり潜時の差と距離から求めた運動神経伝導速度（MCV、AE-BE）を記録した。

b 感覚神経

逆行性感覚神経伝導検査を施行した。記録電極は陰極を小指の近位部、陽極をその遠位部に置き、接地は手掌に設置した。刺激は、運動神経伝導検査と同様に、遠位部では手関節部とし、肘部では尺骨神経溝を挟んだ肘関節の上下2ヶ所（AE、BE）で行った。手関節部では刺激点と記録間電極間の距離は14cmとした。評価として、遠位部刺激での立ち上がり潜時（遠位潜時）、遠位部刺激と肘関節部上部および下部の間の各々の立ち上がり潜時の差と距離から求めた感覚神経伝導速度（SCV、AE-BE）を記録した。

ウ データの解析

記録された正中神経・尺骨神経伝導検査の結果を、振動障害群と対照群で比較した（対応のないt検定、 $p < 0.05$ ）。さらに、振動障害群と対照群それぞれにおいて、文献的に調査した年齢補正を施した正常値（10, 40-42）から、異常値を判定した。これらの解析に用いる数値は、一般的に行われており、年齢を加味した正常値が算出できることから、正中神経では運動神経の遠位潜時、前腕での運動神経伝導速度（MCV）、感覚神経の手関節刺激での遠位潜時、前腕での感覚神経伝導速度（SCV）、尺骨神経では運動神経の遠位潜時、肘上から肘下までのMCV、感覚神経

の手関節刺激での遠位潜時、肘上から肘下までの SCV とした。年齢補正された正常値は、Oh らによる電気診断学の教科書<sup>10)</sup>に記載された、年齢層別の健常者の平均値と標準偏差 (SD) より、平均±2SD を算出し、それを正常上限・下限とした。

各対象者において、年齢補正された正常値 (表 F1) との比較で異常と判定されるパラメータがいくつあるかにより、症度分類を行った (表 F2)。この神経伝導検査の症度区分と、振動障害群のストックホルムワークショップスケールによる末梢神経障害の症度区分 (SWS-N)、および厚生労働省分類による症度区分 (VS) との相関をスピアマンの順位相関係数により分析した。

神経伝導検査上の異常の有無と振動障害の関連性について Fisher の正確確立計算法で検定し、神経伝導検査上の異常の有無により振動障害を診断した場合の敏感度と特異度を計算した。

「表 F1」

「表 F2」

## エ 結果

### (7) 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比較を表 F3 に示した。振動障害群と対照群で有意差を認めた項目は、左右の正中神経 MCV、左右の正中神経 SCV、右正中神経の運動神経遠位潜時、左右の尺骨神経の運動神経遠位潜時であった。また、左尺骨神経の感覚神経遠位潜時、右尺骨神経の SCV でも有意な傾向があった。

「表 F3」

### (4) 年齢補正した正常値との比較

各パラメータに対して年齢補正した正常値 (表 F1) を作成し、振動障害群、対照群それぞれについて、年齢を補正した正常値と比較した。異常と判定されたものの数とその割合について表 F4 に示した。左正中神経の感覚神経遠位潜時のみ、対照群の方が異常と判定される割合がわずかに大きかったが、その他はすべて振動障害群の方が、対照群より異常と判定される割合が大きかった。振動障害群では左正中神経の SCV、左尺骨神経の感覚神経遠位潜時以外のすべてのパラメータで異常を認め、各パラメータの間に大きな偏りはなかった。

「表 F4」

### (7) 振動障害の末梢神経伝導検査による症度分類とストックホルム・ワークショップスケール及び労働省の分類との比較

各対象者において、年齢補正された正常値との比較で異常と判定されるパラメータがいくつあるかにより、症度分類を行った (表 F2)。振動障害群、対照群において各症度に分類される患者の数を表 F5 に示した。振動障害群において

は異常を認めないもの（症度 0）が 9 人（29.0%）、1～4 個の異常を認めるもの（症度 1）が 14 人（45.2%）、5～8 個の異常を認めるもの（症度 2）が 6 人（19.4%）、9 個以上の異常を認めるもの（症度 3）が 2 人（6.5%）であった。一方、対照群では症度 0 が 10 人（40.0%）、症度 1 が 12 人（48.1%）、症度 2 が 3 人（12.0%）、症度 3 は 0 人であった。

振動障害群において、今回行った症度分類と SWS-N、VS の相関をスピアマンの順位相関係数で分析した結果、症度分類と SWS-N では相関係数  $r_s=0.55$ 、 $p<0.01$  で有意な相関を認めた。症度分類と VS との間でも、相関係数  $r_s=0.38$ 、 $p<0.05$  で有意な相関を認めた。

「表 F5」

(エ) 神経伝導検査での振動障害の診断

今回用いた症度分類により、症度 0 を異常なし、症度 1 以上を異常ありとし、振動障害と神経伝導検査上の異常の有無との関連性を Fisher の正確確率計算法で検定したところ、有意な関連性はなかった（表 F6）。神経伝導検査のみで振動障害を診断した場合、感度は 71.0%、特異度は 52.6%となった。

「表 F6」

オ 考察

(ア) 振動障害の末梢神経障害

振動障害の末梢神経障害の病態に関しては、種々の議論があり未だ定説がないのが現状である。原因としては、振動による直接的な侵襲によるものだとする意見と末梢循環障害による 2 次的な障害であるとする意見の 2 つが考えられている 12) 13)。動物実験からは、振動ばく露によって引き起こされた神経内浮腫により、神経の内圧が上昇、静脈うっ血と神経虚血をもたらす、線維芽細胞の活性の亢進によって引き起こされる神経鞘の硬化をもたらすという機序も考えられている 14) 15)。病理学的には、末梢神経における軸索変性および節性脱髄が報告され 16) 17)、また、循環器系では組織の小動脈の変性が指摘されている 16)。木村らは第 34 回臨床神経生理学学会において、振動障害患者の正中神経・尺骨神経の感覚神経伝導検査の遠位潜時と冷水負荷試験における皮膚温の回復と相関していることを報告した 18)。このことは、振動障害患者において末梢神経障害と末梢循環障害が同時に存在している病理所見と矛盾しない。臨床的には、ポリニューロパチーを呈すると考えられていたが、現在では単一の神経が障害されるモノニューロパチーとなることが多いとする報告もある 19)。

(イ) 神経伝導検査所見

神経伝導検査は、末梢神経障害を診断するために、広く使われており、客観的な評価を行うことが可能である。また、末梢神経障害による自覚的な症状が

まだ出現していない早期から異常を発見できるという利点があることから、振動障害の末梢神経障害に関する、多くの電気生理学的研究が報告されている 20) -23)。

一方、年齢と神経伝導速度の関係は、 $Y = -0.18X + 64.29$  (Y: 尺骨神経運動神経伝導速度、X: 年齢)、 $Y = -0.26X + 77.04$  (Y: 正中神経感覚神経伝導速度、X: 年齢) と、回帰直線で表されるという報告 24) 25) があり、加齢とともに低下してくるといわれている。潜時も加齢とともに遅延してくる傾向を示す。今回の研究において、明らかな末梢神経障害を認めない非振動障害患者でも同様の傾向が認められ、このような検査結果を詳細に検討するためには、年齢補正された正常範囲との比較が必要であると考えられる。

振動障害の末梢神経障害で、正中および尺骨神経の遠位潜時(distal latency)に関しては、運動、感覚神経ともに有意な遅延が認められていると報告されている 13) 21) -23)。久永ら 23) と荒記ら 21) は、運動神経よりも感覚神経で異常を示すことが多いと報告しており、久永ら 23) は、236 名の振動工具使用者において、正中神経および尺骨神経の MCV の低下を示すものが 6-13%、SCV の低下は前腕部で 26-39%、手掌部で 30-49%に認められたと報告している。また、椿原・木村ら 13) と久永ら 23) は、前腕部の神経伝導速度の低下も指摘しており、病変が手指だけでなく、近位側にも影響が及んでいることが考えられたと報告している。久永ら 23) は、前腕部と手掌部において、振動工具使用者の感覚神経障害は、正中神経よりも尺骨神経のほうが強いと報告している。上腕部、前腕部については、MCV および SCV に対照群と差がみられないという報告 21) 22) もある。Sakakibara ら 26) は、正中神経および尺骨神経の SCV を手指-手掌・手掌-手関節・手関節-肘で比較したところ、手指-手掌では 50-70%、手掌-手関節では 10-25%に伝導速度の異常を認めたことから、指神経の障害がより優位に起こることを示した。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 27)、尺骨神経の肘関節部での伝導遅延 28) 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 26) 29)。

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る 30) 31)、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。32) -35)。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、局所的な血行障害が影響しているといわれている 35) 36)。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