

正中神経、尺骨神経の神経伝導速度分布パターンに及ぼす 加齢と振動工具使用の影響

那須 吉郎¹⁾, 石垣 宏之¹⁾, 黒沢 洋一²⁾

¹⁾ 山陰労災病院振動障害センター, ²⁾ 鳥取大学医学部公衆衛生学教室

(平成14年10月18日受付)

要旨: コリジョン法を用いて正中神経及び尺骨神経の運動神経伝導速度分布パターン (DMCV) と知覚神経伝導速度分布パターン (DSCV) を, 正常対照群, 振動工具使用者群で測定した. 対照群100例を年齢によりA群 (年齢20~29歳, 20例), B群 (年齢30~39歳, 20例), C群 (年齢40~49歳, 20例), D群 (年齢50~59歳, 20例), E群 (年齢60~69歳, 20例) に分類した. 振動工具使用者群は末梢神経障害のStockholm-scaleにより3群に分類した. 12例 (V-0群) がStage-0で, 平均年齢は63.5 ± 4.1歳, 13例 (V-1群) がStage-1で, 平均年齢は66.9 ± 7.4歳, 10例 (V-2+3群) がStage-2または3で, 平均年齢は72.0 ± 4.2歳であった.

加齢による影響はDMCV, DSCVのパターンとして, また平均速度でもって比較し, さらに伝導速度の各成分の推移についても検討を加え検討した. 加齢が進むにつれて比較的速い伝導速度を有する神経線維の相対的減少と比較的遅い伝導速度を有する神経線維の相対的増加が観察された. この現象はDMCVよりもDSCVにおいてより著明であった. 振動工具使用者群のDMCVとDSCVの変化は対照群のそれらよりもより著明であった. これらの変化はストックホルムスケールの進行につれて, DMCVとDSCVの両者とも, より顕著になっていたが, 特にDSCVでは著しい変化が認められた. 振動工具使用者群において, 尺骨神経と正中神経間の比較では, DMCVおよびDSCVの両者において変化の程度に差はなかった.

(日職災医誌, 51: 58—66, 2003)

—キーワード—

伝導速度分布パターン, 加齢現象, 振動工具使用

はじめに

一般的な神経伝導速度測定では, 伝導速度の最も速い神経線維のごく一部を反映する最大伝導速度のみを測定しており, 末梢神経線維の全体的な病態生理を反映しているとは言えない. コリジョン法^{1)~6)}は種々の神経線維の径により, 軸索の相対的また絶対的な不応期, 興奮性の種々の状況により軸索の伝導速度が変化すると言ったようないくつかの問題点がある. しかしながら, 本法の簡便さ, 測定時間が短いと言った点から臨床研究に用いられるようになってきた. コリジョン法は種々の径を有する神経線維の伝導速度の評価が可能となり, 末梢神経障害の電気生理学的な病態解明に有効であり, 本法を用いて振動工具使用者の末梢神経障害について臨床研究を

行った.

方 法

正常対照群

この臨床実験の目的, 方法について十分な説明後に同意の得られ, 末梢神経に影響を及ぼす疾患に罹患していない100例を正常対照群とした. 対照群は年齢によりAからEの5群に分類した. A群は年齢20歳から29歳までの20例 (平均年齢27.0 ± 1.9歳), B群は年齢30歳から39歳の20例 (平均年齢35.2 ± 2.1歳), C群は年齢40歳から49歳までの20例 (平均年齢45.3 ± 2.8歳), D群は年齢51歳から59歳の20例 (平均年齢53.5 ± 2.18歳), E群は年齢60歳から69歳の20例 (平均年齢64.7 ± 2.4歳) である.

振動工具使用者群

振動工具使用者については, 1999年の冬季にチェンソー, ブッシュクリナーの使用により, 年一度の定期的振動障害検診で当院を受診した91例のうち, 糖尿病等

の末梢神経に影響を及ぼす疾患、手根管症候群、肘部管症候群のある症例、また複合筋活動電位と知覚神経活動電位の検出が不可能な症例を除いた35例を対象とした。この35例を末梢神経障害のStockholm-scaleにより3群に分類した。12例がStage-0 (V-0群)で、平均年齢は63.5 ± 4.1歳であった。13例がStage-1 (V-1群)で、平均年齢は66.9 ± 7.4歳、10例がStage-2または3 (V-2+3群)で、平均年齢は72.0 ± 4.2歳であった。

測定法

コリジョン法を行うにあたり、筋電計としてVIKING-IV、刺激装置はEP-plus、解析プログラムはEP-value (いずれも Nicolet Co.製) を用いた。刺激は持続時0.2 msec、強さはsupramaximal strengthのsingle square pulseとした。2つの刺激間隔は開始時には14 msecとし、伝導速度0から30 m/secの間では0.5 msecずつ連続的に刺激間隔を短縮、伝導速度31から50 m/secの間では0.2 msecずつ、伝導速度51から70 m/secの間では0.1 msecずつ連続的にそれぞれ刺激間隔を短縮し、最終の刺激間隔は2.9 msecとした。

運動神経伝導速度分布パターン (DMCV) の測定は、尺骨神経、正中神経のそれぞれの神経幹を肘および手関節部で表面電極を用いて刺激し、母指球筋および小指球

筋の筋腹部に表面電極を装着しそれぞれ筋電図を記録した。これらの測定は両側で行った。DMCVでは得られた波形の加算は行わなかった。知覚神経伝導速度分布パターン (DSCV) の測定のための電気刺激は上記と同様に行ったが、活動電位の記録は示指、小指の遠位指節間関節部にリング電極を装着し、得られた波形を5回加算することにより計測した。

この研究では症例数が少ないため、大まかな傾向を見るために、DSCVおよびDMCVの評価では尺骨神経、正中神経を分けずに、両神経をまとめてDSCVおよびDMCVの比較検討に用いた。1症例当りDSCV、DMCVでは尺骨神経、正中神経を左右で測定しているため、それぞれ4個のデータが得られることになる。両側の尺骨神経、正中神経のDMCVおよびDSCVを合計したものを統計処理に用いた。

サブグループ間の比較のために、運動神経最大伝導速度 (MCV)、DMCV、知覚神経最大伝導速度 (SCV)、DSCVのそれぞれの平均速度を求めた。

尺骨神経と正中神経の間で、障害の程度に差があるか否かの検討では、神経別のDSCV、DMCVの比較を行った。

すべての測定前に皮膚温度が30℃以上であることを確

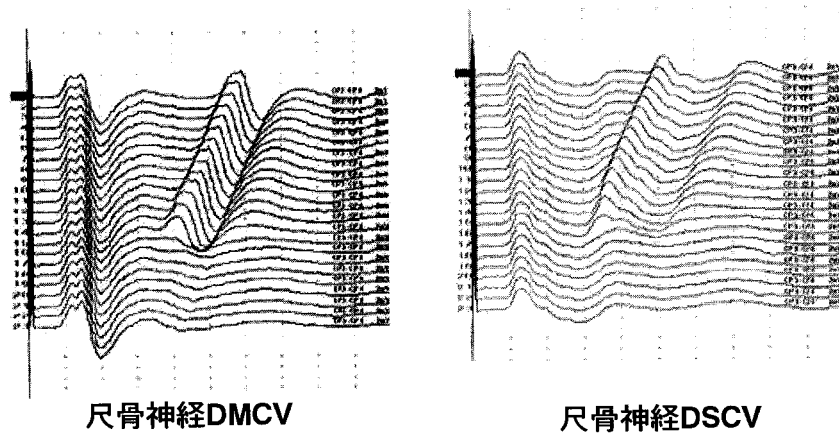


図1 計測の1例
正常対照者で測定した尺骨神経のDSCV、DMCVの1例を示す。コリジョンにより誘発波形が変化していく過程が観察できる。図の上段から下方になるにつれて刺激間隔が短くなっている。

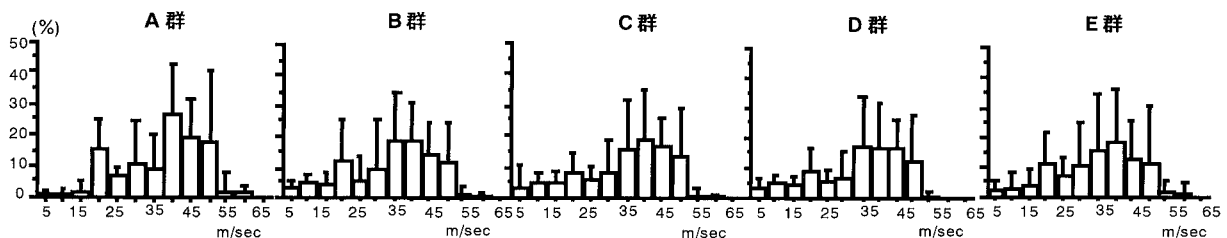


図2 対照群における各年代別にみたDMCVのパターン
対照群における各年代別にみたDMCVのパターンを示す。A群は20～29歳、B群は30～39歳、C群は40～49歳、D群は50～59歳、E群は60～69歳の各年代群で、各グループは20名で構成されている。横軸は伝導速度、縦軸は各伝導速度の成分が占める割合を示す。詳細は本文参照。

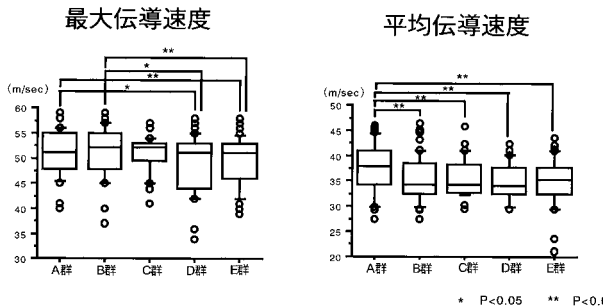


図3 対照群における各年代別にみた MCV および DMCV の平均速度の比較

図の右は MCV の平均速度, 左は DMCV の平均速度の比較を示す. Y 軸は DMCV, DSCV の平均速度を示し, X 軸は対照群のサブグループ A, B, C, D, E の各群を示す. 詳細は本文参照.

*P < 0.05 **P < 0.01

認した. Dunnett, Scheffe の方法を用いて分散分析で統計学的検討を行った.

結 果

I. 計測した波形の代表例

図1は正常対照者で測定した尺骨神経の DSCV, DMCV の1例を示す. コリジオンにより誘発波形が変化していく過程が観察できる.

II. 対照群における変化

1 運動神経線維に及ぼす加齢の影響

(1) DMCV に及ぼす影響

対照群で年代別に見た両側の尺骨神経, 正中神経の DMCV の合計値とした伝導速度分布を図2にそれぞれ示す. 図2に示した DMCV では, 20歳代の A 群では大まかに観察すると2峰性のパターンである. 加齢と共に, 速い伝導速度成分が相対的に減少し, 伝導速度の遅い成分が相対的に増加するために, 2峰性のパターンが次第に崩れ1峰性のパターンになる傾向が示されている.

(2) 運動神経最大伝導速度に及ぼす影響

対照群の各年代間での運動神経の最大伝導速度 (MCV) の比較を図3の左図に示す. 運動神経最大伝導速度をみると, A 群では 51.1 ± 4.2 m/sec, B 群では 51.3 ± 5.2 m/sec, C 群では 50.6 ± 3.4 m/sec, D 群では 49.5 ± 5.7 m/sec, E 群では 49.1 ± 4.8 m/sec であった, 群間比較で有意差は A 群と D 群, A 群と E 群の間, B 群と D 群, B 群と E 群の間でそれぞれ認められた.

(3) DMCV の平均速度に及ぼす影響

対照群の各年代間での DMCV の平均速度の比較を図3の右図に示す. 平均速度は A 群 37.5 ± 5.0 m/sec, B 群 35.5 ± 4.5 m/sec, C 群 35.4 ± 3.6 m/sec, D 群 34.8 ± 3.6 m/sec, E 群 34.9 ± 5.0 m/sec であり, 群間比較で有意差はグループ A 群と B, C, D, E 群の各群間でそれぞれ認められた.

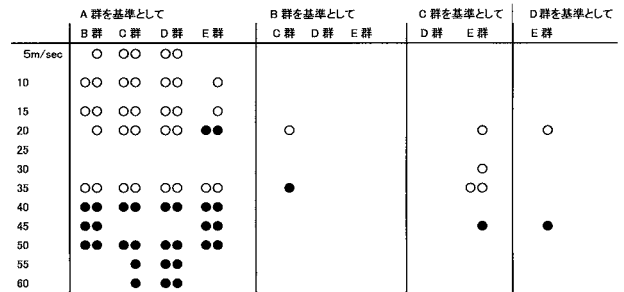


図4 対照群における各年代間での DMCV の各成分ごとの群間比較

年齢の若い方を基準とした. 伝導速度の各成分の占める割合を各群間で比較を示す. 詳細は本文参照.

○: 増加 ●: 減少 ○: P < 0.05 ○○: P < 0.01

●: P < 0.05 ●●: P < 0.01

(4) DMCV の各成分ごとにみた群間比較

運動神経の伝導速度の各コンポーネントが加齢によりどのように変化しているかを詳しく検討した結果を図4に示す. 図の右端は20歳代の A 群を基準として B, C, D, E 群の各コンポーネントの変化を示したものである. ○印は A 群の値よりも有意な増加, ●印は有意な減少を示している. A 群と比較すると, B, C, D, E 群では伝導速度の遅い成分が有意に増加し, 一方, 伝導速度の速い成分が減少していることが示されている. 30歳代の B 群を基準とした時は他の年代グループとの比較で有意差をみたのは C 群との間で伝導速度 20 m/sec, 35 m/sec の2つの成分だけであり, 前者では C 群の値が有意に増加し, 後者では有意に減少していた. 40歳代の C 群を基準とした時に有意差をみたのは E 群との間で伝導速度 20, 30, 35, 45 m/sec の4つの成分だけであり, 前者3つでは E 群の値が有意に増加し, 45 m/sec の成分は E 群の値が有意に減少していた. 50歳代の D 群を基準とした時は有意差をみたのは E 群との間で伝導速度 20, 45 m/sec の2つの成分だけであった.

2 知覚神経線維に及ぼす加齢の影響

(1) DSCV に及ぼす影響

図5は対照群の年代別に見た DSCV のパターンを示しているが, 図2の DMCV のパターンでみられた傾向がより明確となり, 加齢と共に伝導速度の速い知覚神経線維が占める割合が減少し, 相対的に伝導速度の遅い知覚神経の占める割合が増加していることが示されている.

(2) 知覚神経最大伝導速度に及ぼす影響

対照群の各年代間での知覚神経の最大伝導速度 (SCV) の比較を図6の左図に示す. 知覚神経最大伝導速度をみると, A 群 64.2 ± 3.9 m/sec, B 群 63.5 ± 4.2 m/sec, C 群 62.2 ± 3.7 m/sec, D 群 61.7 ± 4.3 m/sec, E 群 60.9 ± 3.9 m/sec であり, 群間比較で有意差はグループ A 群と C, D, E 群の間, B 群と D, E 群の間でそれぞれ認められた.

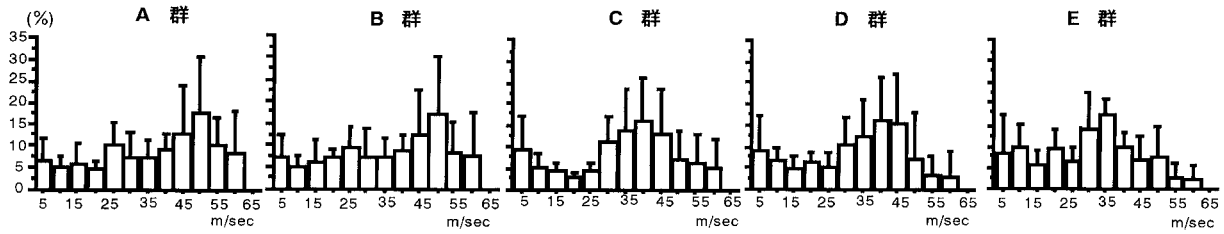


図5 対照群における各年代別にみたDSCVのパターン
縦軸、横軸の関係は図2と同様である。詳細は本文参照。

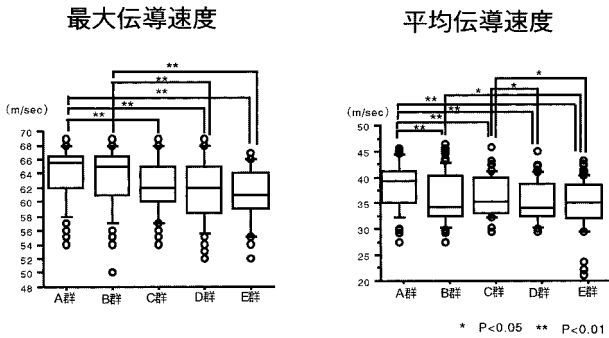


図6 対照群における各年代別にみたSCVおよびDSCVの平均速度の比較
図の左はSCVの平均速度、右はDSCVの平均速度の比較を示す。Y軸はSCV、DSCVの平均速度を示し、X軸は対照群のサブグループA, B, C, D, E群を示す。詳細は本文参照。*P<0.05 **P<0.01

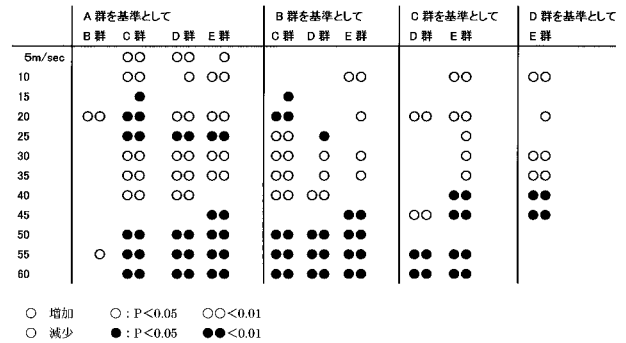


図7 対照群における各年代間でのDSCVの各成分ごとの群間比較
年齢の若い方を基準とした。伝導速度の各成分の占める割合を各群間で比較を示す。詳細は本文参照。

(3) DSCVの平均速度に及ぼす影響

対照群の各年代間でのDSCVの平均伝導速度の比較を図6の右図に示す。平均速度はA群38.1 ± 4.8 m/sec, B群36.3 ± 4.8 m/sec, C群36.2 ± 3.8 m/sec, D群35.0 ± 3.9 m/sec, E群34.7 ± 4.9 m/secであり、群間比較で有意差はA群とB, C, D, E群の各群間で、B群とD群の間、C群とD, E群の間でそれぞれ認められた。

図に示されているように、年齢が進むにつれて、DMCV, DSCVいずれにおいても平均速度は低下することが示されているが、この低下はDSCVにおいて顕著であった。

(4) DSCVの各成分ごとにみた群間比較

上述の変化をさらに詳細に、伝導速度の各コンポーネントが加齢によりどのように変化しているかを図7に示す。図の右端は、20歳代のA群を基準としてB, C, D, E群の各コンポーネントの変化を示したものである。○印はA群の値よりも有意な増加、●印は有意な減少を示している。A群との比較をグローバルにみるとC, D, E群では伝導速度の遅い成分が有意に増加し、一方、伝導速度の速い成分が減少していることが示されている。加齢と共に伝導速度の遅い成分が相対的に増加し、速い成分が減少するとの仮説に反する現象は、以下の項目で観察できた。A群とB群との比較では伝導速度20m/sec

と55m/secの成分でB群の値が有意に増加していた。A群とC群との比較では伝導速度15, 20, 25m/secの成分でC群の値が有意に減少していた。A群とD, E群との比較では伝導速度25 m/secの成分でD, E群の値が有意に減少していた。B群を基準にして各成分の年代間の比較ではC群との間で15, 20 m/secの成分でC群の値が有意に減少し、D群との間では25 m/secの成分で有意に減少していた。

III. 振動工具使用者群における変化

1 振動工具使用が運動神経に及ぼす影響

(1) 振動工具使用がDMCVの分布パターンに及ぼす影響

振動曝露がDMCVに及ぼす影響を図8に示す。図には対照群の60歳代のE群、振動工具使用者群のV-0, V-1およびV-2+3群のDMCVを示す。それぞれのパターンの比較からは、図で示されているように明確な差は認められなかった。

(2) 振動工具使用が運動神経の最大伝導速度に及ぼす影響

図9の左図に示した運動神経の最大伝導速度(MCV)をみると、E群49.1 ± 4.8m/sec, V-0群51.2 ± 3.2 m/sec, V-1群48.1 ± 3.5 m/sec, V-2+3群47.2 ± 3.2 m/secであり、E群とV-1, V-2+3群の間、V-0群とV-1, V-2+3群の間で有意差があり、症度が進行するにつれて運動神経

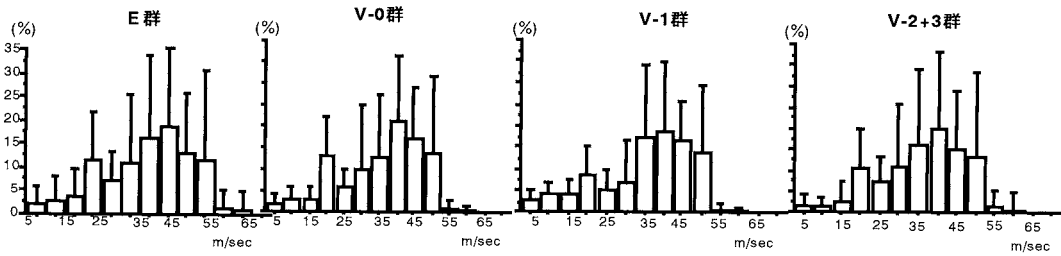


図8 振動工具使用がDMCVのパターンに及ぼす影響

図の中のE群は対照群の中の年齢61歳から69歳の20例からなる最年長グループを示し、V-0群は12例からなるストックホルムスケールのStage-0群、V-1群は13例からなるStage-1群、V-2+3群は10例からなるストックホルムスケールのStage-2+Stage-3群を示す。X軸、Y軸の関係は図2と同様である。

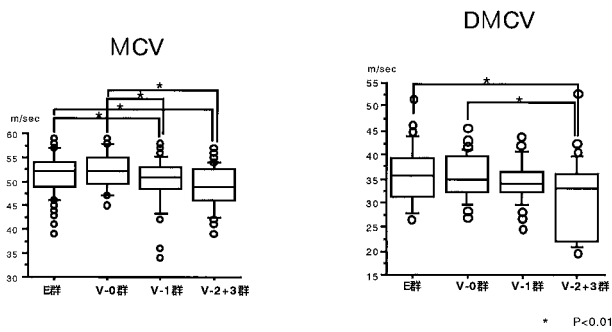


図9 振動工具使用者群におけるMCVおよびDMCVの平均速度の比較

図の左はMCVの平均速度、右はDMCVの平均速度の比較を示す。Y軸はMCV、DMCVの平均速度を示し、X軸のE群、V-0群、V-1群、V-2+3群の関係は図8と同様。詳細は本文参照。

*P<0.05 **P<0.01

最大伝導速度は低下していた。なお、振動工具使用者群全体としての運動神経の平均最大伝導速度は50.1 ± 4.0 m/secであり、E群のそれは49.1 ± 4.8 m/secで差はなかった。

(3) 振動工具使用がDMCVの平均伝導速度に及ぼす影響

それぞれのサブグループ間でのDMCVの平均速度の比較を図9の右図に示す。各群のDMCVの平均速度は、対照群のE群 34.7 ± 5.0 m/sec、V-0群 35.1 ± 3.8 m/sec、V-1群 32.1 ± 4.8 m/sec、V-2+3群 29.8 ± 3.1 m/secであり、対照群のE群とV-2+3群の間、V-0群とV-2+3群の間でのみ有意差が認められ、いずれも後者の値が有意に低かった。V-2+3群の値が極端に低下していた。

(4) DMCVの各成分ごとにみた群間比較

上述の変化をさらに詳細に、DMCVの各コンポーネントが振動工具使用によりどのように変化するのかの検討を、V-0群対V-1群、V-0群対V-2+3群、V-1群対V-2+3群間で比較した結果を図10の左図に示す。○印は症度の軽い方を基準として有意な増加、●印は有意な減少を示している。有意差が認められたのは、V-0群とV-1群の間では伝導速度 5, 10, 15 m/secの成分のみが有

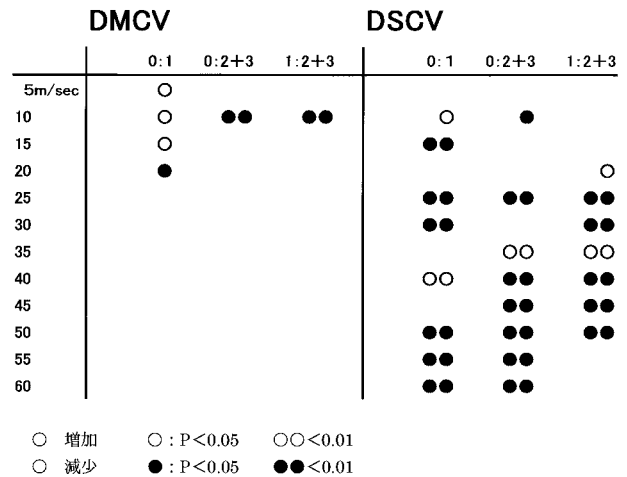


図10 振動工具使用者群におけるDMCV、DSCVの各成分ごとにみた群間比較

症度の軽い方を基準とした。伝導速度の各成分の占める割合を各群間での比較結果を示す。0：1はV-0群とV-1群の比較、0：2+3はV-0群とV-2+3群の比較、1：2+3はV-1群とV-2+3群の比較を示す。詳細は本文参照。

意に増加し、20 m/secの成分は有意に減少していた。V-0群とV-2+3群間、V-1群とV-2+3群間では伝導速度10m/secの成分のみに有意差が認められた。

2 振動工具使用が知覚神経に及ぼす影響

(1) 振動工具使用がDSCVの分布パターンに及ぼす影響

振動工具使用がDSCVに及ぼす影響を図11に示す。図には対照群の60歳代のE群、振動工具使用者群のV-0、V-1およびV-2+3群のDSCVを示す。それぞれのパターンの比較からは、E群のパターンとV-1およびV-2+3群のパターンが明らかに異なることが示されている。E群のパターンと比較し、V-0、V-1とV-2+3の各群のパターンは、伝導速度の速い知覚神経線維が占める割合が減少し、相対的に伝導速度の遅い知覚神経の占める割合が増加しているために、パターンが異なっていることが示されている。

(2) 振動工具使用が知覚神経の最大伝導速度に及ぼす影響

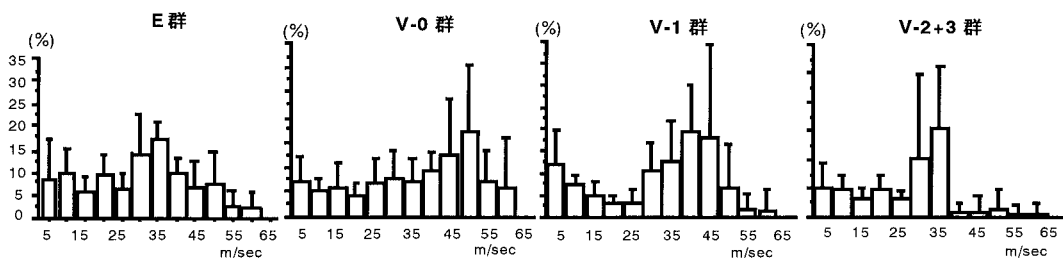


図11 振動工具使用がDSCVのパターンに及ぼす影響
X軸, Y軸の関係は図8と同様である. 詳細は本文参照.

図12の左に示した知覚神経の最大伝導速度 (SCV) をみると, E群 60.9 ± 3.9 m/sec, V-0群 61.1 ± 4.0 m/sec, V-1群 58.7 ± 3.7 m/sec, V-2+3群 57.2 ± 3.4 m/sec であり, E群とV-1, V-2+3群の間, V-0群とV-1, V-2+3群の間で有意差があり, 症度が進行するにつれて知覚神経最大伝導速度は低下していた. しかしながら, 振動工具使用者群全体としての知覚神経最大伝導速度は 58.1 ± 4.5 m/sec, であり, E群のそれは 60.9 ± 3.9 m/sec で有意差はなかった.

(3) 振動工具使用がDSCVの平均伝導速度に及ぼす影響

それぞれのサブグループ間でのDSCVの平均速度の比較を図12の右に示す. E群 34.7 ± 4.9 m/sec, V-0群 35.2 ± 5.1 m/sec, V-1群 32.1 ± 4.7 m/sec, V-2+3群 30.4 ± 4.6 m/sec であり, E群とV-1, V-2+3群の間, V-0群とV-1, V-2+3群の間, V-1群とV-2+3群の間で, それぞれ有意差があり, 症度が進行するにつれてDSCVの平均伝導速度は低下していた.

(4) DSCVの各成分ごとにみた群間比較

DSCVの各コンポーネントが振動工具使用によりどのように変化するのかの検討を, V-0群対V-1群, V-0群対V-2+3群, V-1群対V-2+3群間で比較した結果を図10の右図に示す. ○印は症度の軽い方を基準として有意な増加, ●印は有意な減少を示している. 右図で示したDMCVの場合と異なり群間比較で有意差が認められたのは, V-0群とV-1群の間では伝導速度10, 15, 25, 30, 40, 50, 55, 60m/secの成分であり, 5, 40 m/secの成分のみが有意に増加し,他の成分は有意に減少していた. V-0群とV-2+3群間の比較では, 10, 25, 35, 40, 45, 50, 55, 60 m/secの成分で有意差があり, 35 m/secの成分のみが有意に増加していた. V-1群とV-2+3群間では伝導速度成分20~50 m/seの範囲で変化がみられ, 20, 35 m/seの成分のみ有意な増加がみられ, 25, 30, 40, 45, 50 m/secの成分では有意な減少が認められた.

IV 尺骨神経と正中神経の比較

尺骨神経または正中神経の, どちらが振動工具使用の影響をより強く受けているかを検討するために, 症例全体として, 尺骨神経, 正中神経のDMCV, DSCVの左

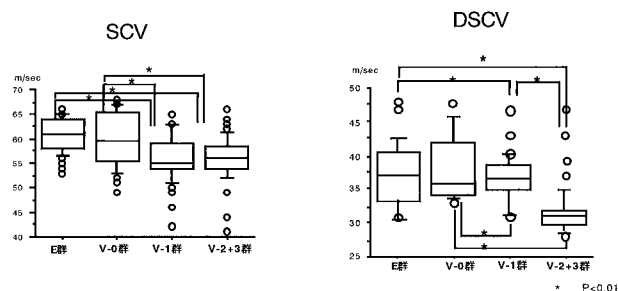


図12 振動工具使用者群におけるSCVおよびDSCVの平均速度の比較

図の左はSCVの平均速度, 右はDSCVの平均速度の比較を示す. Y軸, X軸の関係は図9と同様である. 詳細は本文参照.

*P<0.05 **P<0.01

右の値を合計し比較検討した. 図13で示されているように, 2つの神経間では明らかな差はなく, また, 平均速度においても有意差はなかった.

考 察

最大伝導速度の低下は加齢に伴って生じることは良く知られている事実である. 加齢による神経伝導速度低下の病態には, 多くの因子が関与している. 20代以降において, 末梢神経の伝導速度における変化は, 全身的な加齢現象の進行過程の部分現象としてのaxonal membraneに生じる緩徐な変化によるものと言われている. しかしながら, 60歳以降ではinter-nodal lengthのshortening, 神経線維のfocal demyelinationがcontributing factorsであると考えられている^{7)~9)}.

振動工具使用者の末梢神経の組織学的研究では, 振動に曝露された手の末梢神経では脱髄性変化がdominantであったとされている^{10)~12)}. 軸索の脱髄と変性がウサギでKarpova¹³⁾とHo and Yu¹⁴⁾によって, ラットではChang, et al.¹⁵⁾によって示されている. 神経内浮腫が線維化になる可能性が高く, その結果としての絞扼性神経障害が実験的に観察されている¹⁶⁾. さらに, 有髄神経, 無髄神経の両者そしてSchwann細胞のような非神経細胞が振動曝露によって影響を受け, その結果, 末梢神経に機能的変化が生じることが実験的に示されている^{17)~19)}.

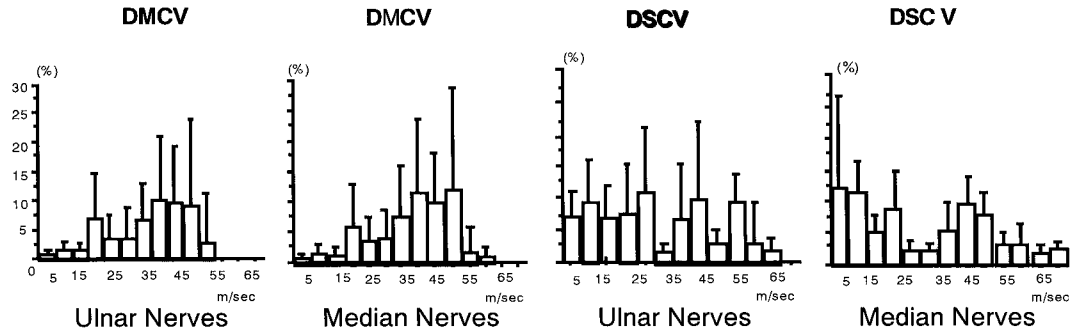


図13 振動工具使用者群における尺骨神経と正中神経との間でのDMCVとDSCVの比較
縦軸、横軸の関係は図2と同様である。詳細は本文参照。

今回の臨床実験で得られ事実は以下に述べる内容であった。

正常対照群では、尺骨神経、正中神経のDMCV、DSCVの伝速度分布パターンおよび平均速度に及ぼす加齢の影響を図2, 3, 5, 6に示した。これらの変化は速い伝導速度を有する神経線維の占める割合が相対的に減少し、一方、遅い伝導速度を有する神経線維の占める割合が相対的に増加することによって生じていることが図4, 7で示されていると考える。

振動工具使用者群で観察された事実としては、対照群の中のサブグループEの平均速度と振動工具使用者群のV-0, V-0, V-2+3群との間での平均速度の比較で、振動工具使用者群の値は対照群のE群の値よりもより小さく、また、末梢神経障害のストックホルムスケールの程度が進行するに連れて、平均速度が徐々に低下していた。この現象はDMCVよりもDSCVにおいて著明であった。それゆえ、振動工具使用者群のDMCV、DSCVの変化は対照群のそれよりもより強いと言える。これらの変化はDMCVでのAraki's^{20)~22)}と那須²³⁾の所見と一致している。以上のことから、組織学的研究で得られている事実と一致する結果が電気生理学的検査で証明でき、かつ、加齢現象の評価の可能性が示唆されたと考えている。

対照群でみられたDSCV、DMCVの加齢による変化は速い伝導速度を有する神経線維の占める割合が相対的に減少し、一方、遅い伝導速度を有する神経線維の占める割合が相対的に増加することによって生じていることであったが、もし、上述の観察事実が理論的に正しいとするならば、振動障害者群の中でストックホルム症度の進行につれて、上記のことが観察されねばならないが、しかしながら、図10の中で、幾つかの組み合わせがこの理論に一致していなかった。振動工具使用者のサブグループの症例数が少なかったことがその原因である可能性が高いと考えている。

この研究ではDMCVよりもDSCVにおける変化がより大きかった。その理由はこの研究では明らかにできな

かった。活動電位の検出法がDMCVとDSCVでは異なることに、その原因があるのか、原因は別として、一般に整形外科における頸椎、腰椎の手術における自覚症状の回復過程をみると、運動神経の回復は知覚神経の回復よりも数段優れていることから、知覚神経線維の方がより損傷を受け易く、回復しがたいのかもしれない。

正中神経と尺骨神経との間で、知覚神経、運動神経の障害の程度に有意差はなかった。

振動障害の治療の観点から、振動曝露を離れ、かつ長期間経過し、そして種々の治療が行われているにもかかわらず、手指のしびれ、いたみ等の自覚症状が、痛覚閾値、振動覚閾値、尺骨神経・正中神経の知覚および運動神経の最大伝導速度のような他覚的所見と同様に、改善しない傾向にあることを経験する²⁴⁾。このことはこの神経伝導速度分布パターンの研究で示唆された非可逆性の変化と関係があると思われる。

(本研究の要旨は2001年6月に行われた第9回国際手
腕振動会議—フランス—で発表したものに、対照例を増し検討を追加したものである。)

文 献

- 1) Cummins KL, Perkel DH, Dorfman LJ: Nerve fiber conduction-velocity distributions. Estimation based on the single-fiber and compound action potentials. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 46: 634—346, 1979.
- 2) Baker AT, Brown B, Freeston I: Determination of conduction velocities in human nerve trunks. *IEEE Transaction on biomedical engineering* 26 (3) 76—81, 1979.
- 3) 中西孝雄: 新しい神経伝導速度測定を試み。 *学術月報* 39(4) 246—251, 1986.
- 4) 玉城允之, 中西孝雄: Collision法による末梢神経伝導速度測定法。 *脳神経* 39(9) 817—824, 1987.
- 5) Arasaki K, Iijima M, Nakanishi T: Normal maximal and motor nerve conduction velocities in adults determined by a collision method. *Muscle & Nerve* 14 (6): 647—653, 1991.
- 6) 廣瀬源二郎: 神経伝導障害の新しい検査法。 *脳神経* 44

- (8) : 699—708, 1992.
- 7) Arnold N, Harriman DCF : The incidence of abnormality in control human peripheral nerves studied by single axon dissection. *J Neuro Neurosurg Psychiatr* 33 : 55—61, 1970.
- 8) Lascelles RG, Thomas PK : Changes due to age in internodal length in the sural nerve in man. *J Neuro Neurosurg Psychiatr* 29 : 40—44, 1966.
- 9) Tohgi H, Tsukagoshi H, Toyokura Y : Quantitative changes with age in normal sural nerves. *Acta Neuropathol (Berl)* 38 : 213—220, 1977.
- 10) Stömberg T, Dahlin LB, Brun A, Lundborg G : Structural nerve changes at wrist level in workers exposed to vibration. *Occup Environ Med* 54 : 307—311, 1997.
- 11) Takeuchi T, Futatsuka M, Imanishi H, Yamada S : Pathological changes Scand *J Work Environ Health* 1986; 12 : 280—283. observed in the finger biopsy of patients with vibration-induced white finger.
- 12) Takeuchi T, Takeya M, Imanishi H : Ultrastructural changes in peripheral nerves of the fingers of three vibration exposed persons with Raynaud's phenomenon. *Scand J Work Environ Health* 14 : 31—35, 1988.
- 13) Karpova NI : Histopathology of the peripheral nerve stems subjected to the action of vibration. *Arkh Pahtol* 7 : 49—53, 1963.
- 14) Ho ST, Yu HS : Ultrastructural changes of the peripheral nerve induced by vibration: an experimental study. *Br J Ind Med* 46 : 157—164, 1989.
- 15) Chang KY, Ho ST, Yu HS : Vibration induced neurophysiological and electron microscopical changes in rat peripheral nerves. *Occup Environ Med* 51 : 130—135, 1994.
- 16) Lundborg G, Dahlin LB, Danielsen N, et al : Intraneural edema following exposure to vibration. *Scand J Work Environ Health* 13 : 326—329, 1987.
- 17) Dahlin LB, Necking LE, Lundström R, Lundborg G : Vibration exposure and conditioning lesion effect in nerves: an experimental study in rats. *J Hand Surg (Am)* 17 : 858—861, 1992.
- 18) Bergman S, Widerberg A, Danielsen N, et al : Nerve regeneration in nerve grafts conditioned by vibration exposure. *Restorative Neurol Neurosci* 7 : 165—169, 1995.
- 19) Strömberg T, Lundborg G, Holmquist B, Dahlin LB : Impaired regeneration in rat sciatic nerves exposed short term vibration. *J Hand Surg (Br)* 21 : 746—749, 1996.
- 20) Araki S, Koyama K, Murata K : Assessment of the effects of occupational and environmental factors on all faster and slower large myelinated nerve fibers: A study of the distribution of nerve conduction velocities. *Environ Res* 62 : 325—332, 1993.
- 21) Araki S, Yokoyama K, Aono H, Murata K : Determination of the distribution of nerve conduction velocities in chain saw operators. *Br J Ind Med* 45 : 341—344, 1988.
- 22) Araki S, Yokoyama K, Murata K : Assessment of the effects of occupational and environmental factors on all faster and slower large myelinated nerve fibers. A study of distribution of nerve conduction velocities. *Environ Res* 62 : 325—332, 1993.
- 23) 那須吉郎, 田草清治, 石垣宏之, 黒沢洋一 : 振動工具使用者の尺骨神経における運動神経伝速度分布. 末梢神経 2 : 81—85, 1991.
- 24) 黒沢洋一, 那須吉郎, 石垣宏之, 篠原泰司 : 振動障害患者の血管と末梢神経障害の15年間のfollow-up. 日本職業・災害医学会誌 49 (5) : 457—477, 2001.
(原稿受付 平成14. 10. 18)
-
- 別刷請求先 〒683-8605 米子市皆生新田1-8-1
山陰労災病院振動障害センター
那須 吉郎
- Reprint request:**
Yoshiro Nasu
Clinical Center for Vibration Syndrome, San-in Rosai Hospital, 1-8-1
Kaike-shinden, Yonago, Japan

EFFECTS OF AGING AND USING VIBRATORY TOOLS ON THE DISTRIBUTION PATTERNS OF MEDIAN AND ULNAR NERVE CONDUCTION VELOCITIES

Yoshiro NASU¹⁾, Hiroyuki ISHIGAKI¹⁾ and Youichi KUROZAWA²⁾¹⁾Clinical Center for Vibration Syndrome, San-in Rosai Hospital, Yonago, Japan²⁾Department of Public Health, Faculty of Medicine, Tottori University, Yonago, Japan

Using a computer-assisted collision method, patterns of conduction velocity of motor and sensory nerves (DMCV, DSCV) of the median and ulnar nerves were measured on a normal control group and a group of workers using vibratory tools. In the collision method, a VIKING IV, an EP-plus as a stimulator and an EP-value as a computer program (Nicolet Co.) were used respectively. The stimulation induced was a single square pulse of 0.2 msec in duration and of supramaximal strength. The inter-stimulus interval of the two stimuli was started at 14 msec, and the intervals were then shortened successively by 0.5 msec increments between 0 and 30 m/sec of conduction velocity, by 0.2 msec increments between 31 and 50 m/sec, and by 0.1 msec increments between 51 and 70 m/sec, respectively. The final interval was 2.9 msec. To measure the distribution pattern of motor nerve conduction velocity (DMCV), stimulation was applied to the ulnar and medial nerve trunk at the elbow and at the wrist of both arms. Recording electrodes were placed at the thenar muscle and the hypothenar muscle, respectively. A surface electrode was used for stimulation and for recording. Summation was not made for DMCV. To measure the distribution pattern of sensory nerve conduction velocity (DSCV), electrical stimulation was similarly applied. Recording was made at the distal interphalangeal joint of the little and index fingers using a ring electrode. Potentials obtained were summated 5 times. In this study, the sums of DMCV and DSCV at the bilateral median and ulnar nerves were used in a broad way, because of the small number of subjects.

The control group consisted of 100 healthy males free from any disease influencing the peripheral nerves. The group was divided into 5 subgroups: Group A, 20 men aged 20 to 29 years old; Group B, 20 men 30 to 39 years old; Group C, 20 men 40 to 49 years old; Group D, 20 men 50 to 59 years old; and Group E, 20 men 60 to 69 years old. In the afflicted group, among 91 workers using vibratory tools and who had received annual compulsory examination of the syndrome during the winter season in 1999, only 35 cases (mean age: 65.4 ± 2.2 years old) were available for the study since we excluded cases with carpal or cubital tunnel syndrome or with compound motor nerve action potentials and sensory nerve action potentials that were impossible to detect. Of these cases, 12 cases were at Stage-0 on the Stockholm Scale (63.5 ± 4.1 years old), 13 were at Stage-1 (66.9 ± 7.4), and 10 were at Stage 2 or 3 (72.0 ± 4.2). For statistical analysis, the sums of DMCV and DSCV at the bilateral median and ulnar nerves were used in a broad way, because of small number of subjects.

The effects of aging were studied with a comparison of DMCV and DSCV as patterns, with a comparison of mean velocities of DMCV and DSCV, and with a comparison of each component of conduction velocities among the 5 subgroups. According to the increase in age, relative decrements of the rate of faster fibers and relative increments of rate of slower fibers were observed. The phenomena were more dominant in DSCV than in DMCV. The changes of DMCV and DSCV in the workers group were greater than those in the control group. The changes became more prominent on the advanced Stockholm Scale in both DMCV and DSCV, especially in DSCV. There was no difference in changes of DMCV and DSCV between the median and ulnar nerve.

The relationship between histological changes which have been previously reported and the evidence obtained in this study is discussed. The clinical evidence that neurological symptoms are not improved even long after the cessation of using vibratory tools and after some medical treatment, is also discussed with respect to possible irreversible changes of the nerve conduction velocities as shown in this study.
