

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合事業）
総括研究報告書

振動工具作業者における労働災害防止対策等に関する研究

研究代表者 大神 明

産業医科大学 産業生態科学研究所 作業関連疾患予防学 教授

研究要旨

振動工具取扱い者における振動障害の早期スクリーニングに対する NCV 検査の有用性、非侵襲的かつ客観的な測定が簡便といった特徴をもつレーザー血流画像化装置による血流検査の有効性について、調査を3年間に渡って継続し、振動ばく露量と振動障害の病態の相関を解明し、特殊健康診断での早期発見・早期治療に活用することについて検討を行った。

分担研究者

池上和範 産業医科大学・産業生態科学研究所・作業関連疾患予防学 講師

足立弘明 産業医科大学・神経内科学 教授

大成圭子 産業医科大学・神経内科学 講師

研究協力者

道井聡史 産業医科大学・産業生態科学研究所・作業関連疾患予防学

菅野良介 産業医科大学・産業生態科学研究所・作業関連疾患予防学

安藤肇 産業医科大学・産業生態科学研究所・作業関連疾患予防学

A 研究の目的

我が国の振動障害に関する研究では、健常者と振動障害患者を対象とした横断研究や振動障害の診断を受けた患者を対象とした症例対象研究が

主流であり、健常者における振動工具取扱いによる振動ばく露量と末梢循環障害・末梢神経障害の関連を調査した研究は少ない。また、振動工具の取扱い業務に係る特殊健康診断では、爪圧迫検査・指尖振動感覚閾値検査といった検査者の主観や、被験者の検査への協力が必要となる検査が用いられており、客観性や再現性に乏しいのが実情である。

振動障害患者における神経伝導速度(NCV)検査は有用であるが、振動工具を取り扱う健常者については一定の見解が得られていない。振動工具使用者と対照者を対象とした横断調査で NCV が有意に低下した（久永ら 産業医学 1982）ことを報告したのもあれば、振動工具使用者と対照者を対象としたコホート調査で振動ばく露量と NCV に量反応関係は見られなかったこと（Sanden H. J occup med toxic 2010）を報告するものもある。振動工

具取扱い者における振動障害の早期スクリーニングに対するNCV検査の有用性を提供することを調査目的の一つとする。

また、末梢循環障害の評価方法としてマルチチャンネル・プレスチモグラフによる冷却負荷手指血圧(FSBP%)検査の有用性が示されている(振動障害の検査指針検討会：厚生労働省，2006.)。しかし、装置が高価である点や血流再開時のカフ圧の読み取りに技術が要する点から健康診断への導入は進んでいない。今回の調査では非侵襲的かつ客観的な測定が簡便といった特徴をもつレーザー血流画像化装置に着目し装置の妥当性を検証する。

従来、特殊健康診断で使用されている職歴調査票については労働省の通達(昭和50年基発609号)では取り扱い工具の1日使用時間・機械の状況(名称・馬力・取扱った期間)を被験者自身が記載するようになっているが、振動工具の種類や作業工程の多様化に対応できておらず記載内容から振動ばく露量を予測することは困難である。従来の調査票に加え、1秒間の作業回数や連続作業時間、総延作業時間といった情報を追加することで振動障害の病態に強く関与する因子を見つげ出すこととする。

上記の調査を3年間に渡って継続

し症例を収集し、振動工具取扱いに対する評価とともにNCV等の他覚的検査を併用することで従来不明であった振動ばく露量と振動障害の病態の相関を解明し、特殊健康診断での早期発見・早期治療に活用することを検討する。

B 研究の方法・内容

<対象となる被験者の募集>

糖尿病・高血圧や外傷・整形外科疾患等の末梢神経障害・末梢循環障害を生じさせる基礎疾患がない成人を募り参加者を選定した。募集方法としては、()「産業医科大学病院を受診し、振動工具の取扱いが一定以上ある患者」、()「健康診断を実施する労働衛生機関、或いは製造業など振動工具を取り扱っている事業所の協力のもと特殊健康診断の対象者となりうる労働者」を対象とし合計100名を目標とした。なお、可能な場合は過去に業務上で振動工具を一度も取り扱ったことがない労働者を正常群に割り当て、施設内検査機材の基準値作成も検討した。被験者には事前に本研究の目的や意義について実施者より十分に説明を行い、本研究への参加同意書が得られた者のみをエントリーとした。

<問診票による調査>

被験者に対し、健診機関等で主に使用されている特殊健診の問診票に加え

て、振動工具使用に関する作業状況を詳細に聴取することを想定し、以下の項目に関する質問票を配布し回答頂いた。

職歴；事業所規模、職種、産業保健体制

取り扱い機械の状況：使用している工具の種類・使用年数、振動ばく露時間(連続使用時間・1日合計使用時間等)、保護具使用、作業環境、使用工具の整備状況、

病歴：手指のレイノー現象などの自覚症状についての発症時期や経過を聞く。

生活歴：喫煙歴、飲酒量、趣味(日曜大工での工具取り扱いやオートバイなどの乗用車による振動ばく露の有無)、家族歴

本研究において、各工具における振動ばく露量を自記式質問紙の記載内容より以下のように定義した。

振動ばく露量 $[m/s^2 \cdot h]$ = 周波数補正振動加速度実効値 $[m/s^2]$ × 1日の合計作業時間 $[h]$ × 使用頻度

各年齢で使用した全ての工具類に対して、個人ごとに式1を用いて振動ばく露量を算出した。さらに、その累積量(総和)を生涯振動ばく露量と定義し、解析に使用した。

生涯振動ばく露量 $[m/s^2 \cdot h]$ = (各年齢における使用した全ての工具類の振動ばく露量)

< 理学的所見及び神経学的所見 >

被験者に対し、神経内科医による診察を行い振動障害に関する所見を取り記録した。神経学的な所見としては、具体的に筋力、筋萎縮、深部腱反射、感覚障害、運動失調症状等に関し所見を得た。筋力に関しては徒手筋力テスト0~5段階で評価し、握力も測定した。筋萎縮に関しても部位と程度を記載した。感覚に関しては、異常感覚や冷感の部位、表在感覚(触覚・痛覚)、深部感覚(振動覚・位置覚)を調べた。神経伝導検査は産業医科大学病院内で日本光電社のニューロパック X1を用いて実施した。

検査方法は通常の神経伝導検査に準じ、両側の正中神経及び尺骨神経をそれぞれ運動神経伝導速度と感覚神経伝導速度について神経線維に沿って2箇所以上で皮膚上に電極を設置し電氣的刺激を行い、画面上で活動電位を確認し活動電位の波形の潜時から、それぞれの神経伝導速度を計算した。また、運動神経と感覚神経の活動電位の振幅も測定した。なお、検査時の室温・皮膚温・測定部位については一定の基準を設け、測定誤差を少なくするよう努めた。

<レーザー血流画像化装置による皮膚血流検査>

末梢循環障害の病態を把握するためにレーザー血流画像化装置による皮膚血流検査を実施した。末梢循環機能は検査室温の影響を受けるため、人工気候室を用いて温度・湿度を一定の環境に調整した上で行った。食事時間や飲酒・喫煙後に一定の時間を設ける。

測定回数は季節による変動を考慮して一年間に2回(夏期、冬期)測定することとした。

C 研究結果

1) 対象となる被験者の募集

福岡県内の事業所及び労働衛生機関に調査協力を依頼し、研究への参加同意が得られた成人男性65名を対象とした。対象者を、「取扱い群」(振動工具取扱い作業経験がある成人男性35名:平均年齢 34.9 ± 11.4 歳)と、「対照群」(過去の業務で振動工具を一度も取り扱ったことがない成人男性30名:平均年齢 42.3 ± 11.6 歳)の2群に分けた。

2) 取扱い群の振動工具取扱い作業歴および生涯振動ばく露量

取扱い群の振動工具作業歴について、作業者ごとの使用経験のある工具数(表6)および振動工具ごとの取扱い者数(表7)に示す。被験者35名中、1種類のみ振動工具を取り扱った者

は8名(22.9%)であり、5種類以下の振動工具を使用した者は30名(85.7%)であった。振動工具取扱者が複数の工具を取り扱っている者が多数であった。また取り扱った工具の種類の中で頻出のものはグラインダーとインパクトレンチであった。今回の被験者は生涯振動ばく露量として $20000[m/s^2 \cdot h]$ 以下の者が大半であった。

3) レーザー血流画像化装置(LSFG)による皮膚血流検査による血流変化

LSFGによる皮膚血流検査における結果では、浸水後の最低血流値、5分回復率、10分回復率、10分値の各々に対してStudent's t-testによる比較したところ、最低血流値及び5分回復率、10分回復率は全ての測定領域で取扱い群と対照群の間で有意差を認め、対照群の方が高値を示した。

4) 神経伝導検査

神経伝導検査の結果では、右上肢は尺骨神経 MCV 遠位潜時・正中神経 SCV 伝導速度・尺骨神経 SCV 伝導速度・正中神経 MCV 遠位潜時にて有意差があり、対照群と比較して取扱い群の方が伝導速度低下や遠位潜時遅延を認めた。左上肢は正中神経 SCV 伝導速度・尺骨神経 MCV 伝導速度(肘下-肘上)にて有意差があり、右上肢と同様に取扱い群の伝導速度低下を認めた。

D 考察

LSFG による血流測定では、取扱い群と対照群との減少率の比較ではいずれの指の末節部領域でも冷水浸漬中に有意差を認め、取扱い群の方が対照群より冷水による血流変化が小さいという結果が見られた。冷水浸漬中の減少率が上昇した要因には、取扱い群は振動ばく露により血管収縮の反応性が低下しているため血液量は減少しにくい。LSFG により算出される MBR はあくまで相対値であり個人間の比較ができないため、取扱い群は安静時から手指の血流量の低下を認めており冷水浸漬によるさらなる低下は起こりにくい。取扱い群と対照群の年齢構成や喫煙状況といった基本属性の違いがある、など三つの要因が考えられた。

振動工具曝露群について、生涯振動曝露量と相関がみられた右正中神経 MCV および左正中神経 SCV と、生涯振動曝露量、年齢、喫煙の有無、自覚症状の有無等の項目とで重回帰分析を行ったところ、どちらも年齢の項目で負相関がみられた。NCV は加齢によって低下することが知られており、重回帰分析ではその影響を大きく受けたと考えられた。

E 結論

LSFG を用いた検査と質問紙によ

る評価方法は、予防的観点からその有用性が高いことが示唆された。

振動曝露量による神経伝導速度への影響について弱い負相関傾向が見られた。今後、振動曝露量をより正確に調査し、季節変動、身長、体重、現病歴などの情報を組み合わせることによって、曝露量による振動障害と神経伝導速度・循環障害との精緻な分析が期待できると思われた。

F 健康危険情報

特記事項無し。

G 学会発表

本年度は本研究結果に関わる発表無し。

H 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

本年度は特記事項無し。

