

者の方法)が望ましいとしているが、検査装置の制限があれば利き手において症状が最も強い手指を冷却測定すること(上記前者の方法)が適当とされている。

負荷は冷水温度の高い順から行ない、15℃の負荷で vasospasm が観察された場合、10℃の負荷は不要であるとされている。

なお、FSBP%法で現在、世界的に合意されている事項としては、1994年の Stockholm Workshop において、レイノー現象の客観的診断方法の一つとして、FSBP%法がゼロの場合にレイノー症状の存在を確認できるとされている。

3 末梢神経系検査の国際標準化作業

ISOでは、「振動感覚閾値検査」の標準化が行われており、測定法及び評価法について国際規格が示されている。測定対象は手指尖であり、他の身体部位は対象にしていない。

また、一過性の閾値変動の測定も対象にされていない。ISO規格の指尖における振動感覚閾値の測定では、手指尖に分布するとされる SAI (Merkel disks)、FAI (Meissner corpuscles)、FAII (Pacini corpuscles) の3種類の機械受容器の機能を測定するために、代表的な検査周波数を 4Hz、31.5Hz、125Hz としている。その際、振動子の周囲に対照板 (surround) を設置せず測定する方法(A法)、対照板 (surround) を設置して測定する方法(B法)が示されている。

測定方法については、刺激強度を上昇させ測定する方法(上昇法)と刺激強度を減じて閾値を測定する方法(下降法)があるが、各測定値間の差は 10dB 以内で両方法における平均値の差は 6dB 以内であることが求められている。

検査室温は、20℃から 30℃の範囲とされ、検査部位の皮膚温は、27℃から 36℃であることが要求されている。

評価法については、同一被験者に対して異なる日に繰り返し測定された振動感覚閾値を用いての再現性や測定結果の表示法が示されている。後者については、同一被験者の知覚鈍麻の進行や回復過程を経時的に追跡するための「相対閾値変動」(relative threshold shift) と健常者の閾値からの差を評価するための「基準閾値変動」(reference threshold shift) を、検査周波数と「閾値変動」の図(tactogram)で表す様式が示されている。

さらに、SAI、FAI、FAII の3種類の機械受容器それぞれについて、対応する検査周波数における「相対閾値変動」(relative threshold shift) 又は「基準閾値変動」(reference threshold shift) の平均値を用いて表す「総合閾値変動」(population threshold shift) の表示方法が示されている。

なお、参考として 30 歳の健常者における振動感覚閾値が、2.5、15、50、85、97.5 percentile で示されており、50 percentile 値を「基準閾値変動」(reference threshold shift) の算出・評価に用いることが推奨されている。

V 現行検査手技の医学的妥当性と有効性の限界

1 特殊健康診断と現行検査手技

さく岩機、チェンソー等の振動工具を取り扱う労働者に発生する振動障害の業務上外の判断は、昭和52年5月28日付け基発第307号「振動障害の認定基準について」に基づき行われることとされており、抹消循環障害、末梢神経障害及び運動機能障害の把握は、原則として、当該認定基準の別添1「振動障害に関する検査項目及び検査手技について」に掲げる検査によるものとされている。

なお、サーモグラフィー、血管撮影、筋電図、神経伝導速度検査等個々の事案に応じて医師が有効であると判断する方法により、抹消循環障害、末梢神経障害及び運動機能障害の検査を行っているときは、その結果を参考とすることとされている。

ところで、現行の検査方法は、振動障害の予防のための検査方法「振動障害の取扱い業務に係る特殊健康診断の実施手技について」（昭和50年10月20日付け基発第609号）をほとんど採用したのとなっている。

チェンソー等、手持ち振動工具を取扱う作業者に生じる振動障害の主たる障害が末梢循環障害、末梢神経障害、運動機能障害であることが明らかにされ、その予防対策として、振動対策、作業時間管理、保温等の環境対策のいわゆる一次予防対策と平行して、二次予防対策として、障害の有無を判定するため、いわゆる振動障害特殊健康診断が行われるようになった。

健康診断の項目は、多くの研究から抹消循環障害、末梢神経障害及び運動機能障害の病態把握に有効な検査項目が採択されたのであるが、多くの振動工具取扱い作業者を対象とする健康診断であること、振動による身体影響の有無をスクリーニングする健康診断であること等から、比較的手技が簡易で、被検者の協力を前提とした検査が大部分を占めている。

したがって、振動障害の業務上外の認定、即ち、振動障害の病態の把握、診断、治療の要否を判定する際において、これらの検査方法の中には、その有効性の限界が存在する項目も含まれている。

2 現行検査手技に係る指摘事項

振動障害に関する検査項目、検査手技、指摘事項については、次のとおりである。

(1) 末梢循環機能検査

A 皮膚温（常温・冷却負荷）

① 検査手技

常温、冷却負荷中（6分から1分毎に）、冷却負荷直後、5分後、10分後に皮膚温計により手指の皮膚温を測定する。

② 指摘事項

環境条件、とくに室温、室内の空気の流れや季節の影響、また、測定時の被検者の肉体的、精神的条件に大きく左右される。

冷却時に強い疼痛が生じるので、冷却と疼痛の相乗効果として全身血圧の著明な上昇が起こり、心血管系に危険を及ぼす可能性がある。

冷却と疼痛による血管収縮が同時に生じているものと考えられ、単純に冷却効果を反映しているとはいえない。

B 爪圧迫（常温・冷却負荷）

① 検査手技

常温、冷却負荷直後、5分後、10分後に、被検者の爪の部分を検者の手の拇指と示指で挟み10秒間強く押さえ、はなした後、爪の退色が元に戻るまでの時間を測定する。その際、被検者の手の高さは心臓の高さとする。

② 指摘事項

検者の肉眼で判定しているため、客観性に欠ける。

検者の巧緻の差に左右される。

測定値の再現性に問題があり、精度管理の困難さが指摘されている。

被検者が検査時に手指に力を入れていると、血色の回復時間は延長する。

(2) 末梢神経機能検査

A 痛覚（常温・冷却負荷）

① 検査手技

常温、冷却負荷直後、5分後、10分後に、手指の皮膚の薄い部位の小範囲について痛覚計の先で軽く4~5回突き、痛覚の有無を検査する。その際、被検者に軽く目を閉じさせる。

② 指摘事項

被検者の皮膚の角質層の厚さ、角化の程度や加齢により痛覚閾値への影響が生じる。

B 指先の振動覚（常温・冷却負荷）

① 検査手技

常温、冷却負荷直後、5分後、10分後に、手掌を水平に保ち、指を軽くのばし、指先を軽く振動子に接触させて検査する。その際、被検者に軽く目を閉じさせる。

② 指摘事項

被検者の応答に依存する振動子への指の圧迫力等の測定条件等、検査の客観性に乏しい。

加齢による閾値の上昇が生じる。

(3) 運動機能検査

A 握力（最大握力、瞬発握力）

① 検査手技

直立し、腕を伸ばした状態で左右とも最大努力させ、5秒間隔で2回測定する。
(5回法の最初の2回値でよい。)

② 指摘事項

被検者の最大努力が評価の前提となり、検査結果の客観性が問題視される。

B 維持握力（5回法）

① 検査手技

直立し、腕を伸ばした状態で左右とも最大努力させ、5秒間隔で左右交互にこれを5回繰り返し、1回目及び2回目の値のうち大きい方の値と4回目及び5回目の値のうち小さい方の値との差を測定する。

② 指摘事項

被検者の最大努力が評価の前提となり、検査結果の客観性が問題視される。

C 維持握力（60%法）

① 検査手技

椅座位で握力計を机の上ののせ、肘を約90°に曲げた姿勢で手掌を上に向け、瞬発握力の60%の値を被検者に針を見せながら保持させ、維持できる時間を測定する。

なお、検査は5回法の実施後、10分以上の時間をあけて行うこと。

② 指摘事項

被検者の握力の大小により、負荷握力に差が生じ、検査値として測定される維持握力時間が必ずしも筋の持久力を反映したものではない。

D つまみ力

① 検査手技

拇指を下に測定指を上にし、測定指の遠位指節関節を伸展させ、他の指を軽く伸ばした状態で拇指と示指及び中指間のつまみ力を測定する。

② 指摘事項

被検者の最大努力が評価の前提となり、検査結果の客観性が問題視される。

E タッピング

① 検査手技

タッピング測定器を用い、椅座位で左手、右手を交互に示指及び中指を1指ずつ30秒間できるだけ早く打たせ、30秒値を測定する。

② 指摘事項

本人の意思、指機能の器用さ等に左右され、必ずしも指機能を反映した検査所見とは言い難い。

VI 新たな検査手技に係る評価基準の策定

本検討会において実施した①冷水浸漬手指皮膚温検査、②レーザードップラー血流計による皮膚灌流圧測定、③レーザー血流画像化装置による皮膚血流測定、④局所冷却による指動脈血圧測定（FSBP%）、⑤振動感覚閾値検査、⑥正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査、⑦MRIによる筋の機能評価検査に係る実証検査結果は以下のとおりである。また、平成14年度から平成16年度において実施された委託研究結果についても各実証検査結果の中で概説する。

1 実証検査の実施状況

(1) 実証検査の実施計画

振動障害の検査指針検討会における検査指針の検討に当たっては、労災認定において現行の検査手技に替わり得る有用な検査手技としての可能性が示唆された検査手技及びISOにおける国際標準化作業が進められている検査手技について、検査手技の実効性を評価し、検討するための資料の収集が必要である。

このため、同一の被検者に対して、次に掲げる検査手技による実証検査を実施し、その結果の分析と評価を行った上で検査体系について検討することとした。

実証検査を行う検査手技は、末梢循環機能検査として、冷水浸漬手指皮膚温検査、レーザードップラー血流計による皮膚灌流圧測定、レーザー血流画像化装置による皮膚血流測定、局所冷却による指動脈血圧測定（FSBP%）、末梢神経機能検査として、振動感覚閾値検査、正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査、運動機能検査として、MRIによる筋の機能評価の7検査である。

(2) 実施医療機関及び実施時期

実証検査は、独立行政法人労働者健康福祉機構岩見沢労災病院及び美唄労災病院（以下「労災病院」という。）並びに徳島健康生活協同組合徳島健生病院（以下「徳島健生病院」という。）で実施することとした。

また、実証検査の実施時期は、労災病院は平成16年12月～平成17年2月、徳島健生病院は平成16年11月～12月に実施することとした。

(3) 検査対象者（被検者）の選定基準

被検者の選定基準は、性別は男性で、年齢は70歳未満の者とした。

また、振動障害療養者群については、振動障害の治療歴が10年未満（可能な限り短期間）であって、鑑別疾患の認められない者、コントロール群については、振動業務の従事歴がなく、鑑別疾患の認められない者とした。

(4) 検査対象者（被検者）数

実証検査の予定被検者数については、選定基準に基づいた被検者の確保等を考慮して総数で80名～100名とし、振動障害療養者55名～65名、コントロール25名～35名とした。

また、医療機関別では、労災病院は45名～55名とし、振動障害療養者30名～35名、コントロール15名～20名とした。また、徳島健生病院では35名～45名とし、振動障害療養者25名～30名、コントロール10名～15名とした。

(5) 被検者への説明と健康状態等の把握

実証検査の実施に際して、被検者には事前に説明書を用いて検査目的、検査方法、予想される健康影響、個人情報取り扱い等について説明し、実証検査への参加の同意を得た上で検査を実施した。

検査の実施に先だて、被検者の健康状態等を把握するため、診察、血圧測定等を実施するとともに、振動障害療養者に対しては、振動業務従事歴、振動業務の内容、傷病等の有無とその状態、喫煙や飲酒の有無等について、コントロールに対しては、業務内容、振動工具の使用の有無、傷病等の有無とその状態、喫煙や飲酒の有無等について、調査票を用いた調査を実施した。

また、振動障害療養者については、診察所見、自覚症状、振動工具使用歴等から末梢循環障害、末梢神経障害、運動器障害についての症度分類を行うこととし、末梢循環障害及び末梢神経障害については、労働省労働基準局の「振動障害の治療指針」（昭和61年10月）の自覚症状・身体所見の症度区分表のS0～S3を用いることとした。

これと同時にストックホルム・ワークショップスケールによる症度と比較することとした。

(6) 実施状況と実施結果

徳島健生病院における実証検査は、平成16年11月13日～12月12日の間に振動障害療養者30名、コントロール10名の計40名に実施した。

また、労災病院における実証検査は、美唄労災病院では、平成16年12月20日～平成17年1月28日の間に振動障害療養者13名、コントロール10名の計23名に実施し、岩見沢災病院では、平成17年2月5日～2月26日の間に振動障害療養者16名、コントロール12名の計28名に実施した。

これにより、実証検査における総被検者数は、振動障害療養者59名、コントロール32名の計91名である。

なお、一部の検査において被検者の健康状態等の理由によって実施できないものがあった。

2 分析対象者の属性

(1) 分析対象者

実証検査は、振動障害療養者 59 名、コントロール 32 名の計 91 名に対して実施されたが、投薬、年齢、振動障害以外の疾患等による被検者の検査数値への影響を排除するため、個別症例ごとに投薬、年齢、他疾患等の影響について精査し、①検査当日に服薬のないこと、②振動障害類似の疾患がないこと、③振動障害療養者とコントロールの平均年齢をマッチングさせることを分析対象者の選定要件とした。

この結果、分析対象者は、振動障害療養者が 33 名、コントロールが 25 名となった。

また、投薬の影響を考慮して分析対象者から除外した振動障害療養者 12 名、コントロール 2 名は、投薬の影響を排除できる検査項目においてのみ採用することとし、振動障害療養者とコントロールの平均年齢をマッチングさせるために除外した振動障害療養者 11 名、コントロール 4 名は、分析対象者群とは別に年齢の影響も考慮した分析において採用することとした。

なお、他疾患等の影響を考慮し、振動障害療養者 3 名、コントロール 1 名を分析対象から除外することとした。

(2) 分析対象者（振動障害療養者）の年齢、振動工具使用年数、症度区分等

分析対象とした振動障害療養者 33 名の年齢、業種、職種、振動工具使用年数、使用した主な振動工具、治療期間、症度区分（末梢循環障害、末梢神経障害に係る労働省の症度区分（VS、NS）及びストックホルム・ワークショップスケールの症度分類（SWS-R、SWS-N）は、別表 1 のとおりとなっている。

これによれば、分析対象者の年齢は、50 歳～68 歳であり、平均年齢±標準偏差は 60.6 ±5.1 となっている。

業種等については、建設業が 22 名、林業が 7 名、その他として鉱業など 4 名となっている。

振動工具の使用年数については、15 年～43 年であり、平均は 31 年となっている。

使用した主な振動工具については、パイプレーター、ピックハンマー、チェーンソー、さく岩機などとなっている。

治療期間については、6 か月～〇年であり、平均は〇年となっている。

症度区分については、労働省の末梢循環障害による自覚症状・身体所見では、S1 が 9 名、S2 が 16 名、S3 が 8 名となっており、末梢神経障害による自覚症状・身体所見では、S1 が 4 名、S2 が 15 名、S3 が 14 名となっている。

一方、ストックホルム・ワークショップスケールの抹消循環障害（レイノー現象）では、症度 0 が 21 名、症度 1 が 1 名、症度 2 が 6 名、症度 3 が 5 名となっており、末梢神経障害（知覚神経機能）では、症度 0 が 1 名、症度 1 が 3 名、症度 2 が 21 名、症度 3 が 8 名となっている。

(3) 分析対象者（コントロール）の年齢、職種等

分析対象としたコントロール 25 名の年齢、職種は、別表 2 のとおりとなっている。これによれば、分析対象者の年齢は、50 歳～68 歳であり、平均年齢±標準偏差は 59.5 ±5.1 となっている。

また、職種については、事務職のほか、運転手、農業従事者等が含まれている。

3 実証検査結果

(1) 冷水浸漬手指皮膚温検査

(2) レーザードップラー血流計による皮膚灌流圧測定

① はじめに

閉塞性動脈硬化症・バージャー病などの四肢末梢循環障害症例に対する評価法の一つとして皮膚灌流圧(SPP)測定を導入され、皮膚の循環動態および viability を表す臨床に即した指標として利用されている。

またこれまでの研究で、寒冷刺激法を用いた皮膚灌流圧測定がレイノー症状の評価に有効であることが報告されている。今回、振動工具取扱者における皮膚灌流圧を、寒冷刺激法を用いて測定し、振動障害の評価法としての本法の利用法について検討した。

② 対象および方法

徳島県及び北海道在住の林業及び採掘業従事者。年齢、投薬の影響、特殊な患者背景により検討から除外することが適当と判断された以外の患者（振動障害群）及び対照被検者（対照群）。振動障害群 33 例 66 肢（年齢：平均 60.6±標準偏差 5.1 歳；以下同様に示す）、対照群 24 例 48 肢（59.7±5.0 歳）。本検査法の検討においては皮膚灌流圧（SPP）が 200mmHg 以上となった症例が対照群に 1 例 2 肢あり、これは測定限界を超えたと判断し除外した。

皮膚灌流圧測定は兼高らの報告した測定方法に従い、Vasamedics 社製の Laser Dopp PV-2000 を用い、室温 25 度の検査室で仰臥位にて測定を行った。まず左右第 3 指の安静時皮膚灌流圧を測定し、続いて右手関節以遠を 0 度の氷水に 1 分間暴露、暴露終了 5 分後に右第 3 指の皮膚灌流圧を測定した。左側も同様の手順で測定を行ったのち、両側の上腕動脈血圧を測定した。

以下の 9 項目につき分析・検討した。

SPP: 皮膚灌流圧

BP : 上腕動脈血圧（体血圧）

(検討項目)

- (1) 寒冷刺激前後における振動障害群 SPP 絶対値変化
 - (2) 寒冷刺激前後における対照群 SPP 絶対値変化
 - (3) BP 絶対値の比較
 - (4) 左右いずれか高い方の BP 比較
 - (5) 寒冷刺激前 SPP 絶対値の比較
 - (6) 寒冷刺激後 SPP 絶対値の比較
 - (7) 寒冷刺激前 SPP/BP の比較
 - (8) 寒冷刺激後 SPP/BP の比較
 - (9) 寒冷刺激後 SPP/寒冷刺激前 SPP の比較
 - (10) 寒冷刺激後 SPP 絶対値変化量の比較
- (1)と(2)においては各群における寒冷刺激前後の SPP 値を比較検討した。
(3)-(10)においては振動障害群と対照群を比較検討した。

さらに、(3)-(10)について振動障害群のうちレイノー症状を示すとされた症例と対照群を比較検討した。

レイノー症状については、被検者の問診票を参考にした上、実証検査時にストックホルム・ワークショップスケールによる症度分類において症度 1 以上と医師が判断した例及び患肢（明らかな例のみ）をレイノー症状を示す群とした（10 例 18 肢、年齢 62.0 ± 4.9 歳）。

統計学的検討については有意水準 $\alpha=0.05$ とし、等分散性を検討した後 t 検定にて評価した。

③ 結果

1) 振動障害群と対照群の比較について

これらのうち、有意差を持って違いが示されたのは寒冷刺激前後における振動障害群 SPP 絶対値変化、寒冷刺激後 SPP/BP の比較、であった。また、寒冷刺激後 SPP 絶対値の比較については有意水準 $\alpha=0.05$ とした場合 $p=0.0609$ のため、統計学的有意とは言えないものの違いがある傾向が示唆された。

寒冷刺激後 SPP 絶対値変化量の比較については有意差を認めず、対照群のうち寒冷刺激後 SPP 変化が 30mmHg 以上の症例を除外し、新たな対照群（18 例 36 肢、年齢： 60.3 ± 5.1 歳）として統計学的検討を加えた際の p 値は 0.15 であった(*)。

- (1) 寒冷刺激前後における振動障害群 SPP 絶対値変化 $P=0.000308$ (Fig. 1)
- (2) 寒冷刺激前後における対照群 SPP 絶対値変化 $P=0.08676$
- (3) BP 絶対値の比較 $p=0.861$
- (4) 左右いずれか高い方の BP 比較 $p=0.904$