

資料

振動障害の診断ガイドライン 2013

日本産業衛生学会振動障害研究会

I. はじめに

振動障害の診断に求められる機能は、振動曝露影響の出現あるいは軽症な障害の早期発見、発症者の治療による経過観察と社会復帰のための評価、業務上疾病としての行政認定などの目的により異なる。振動障害（手腕振動症候群, hand-arm vibration syndrome）の主要な症状は、上肢の末梢循環障害、末梢神経障害、運動器障害である。また、振動工具取扱作業に随伴する騒音や寒冷、作業姿勢による負担や加齢の影響は、振動曝露に起因する影響に加重され身体機能の低下をもたらす。これらの障害の背景に自律神経・内分泌系など全身調節系を介する機序が関与することも振動障害の診断において考慮する必要がある。したがって、振動作業に随伴する要因による影響は振動曝露そのものによる障害と併せて、総合的に診断評価する必要がある。

わが国における振動障害の診断体系は 30 年以上前に確立され、労働省通達として国内で広く使用されており、振動曝露歴、現病歴、既往歴に関する問診、全身的な理学的所見を得るための診察、上肢の末梢機能検査、他疾患との鑑別のための検査などで構成されている。しかし、振動障害対策の進展による障害の軽症化、振動工具使用者と振動障害患者の高齢化により、従前のような典型的な症状は少なくなり、加齢による身体機能の低下、同じく加齢による合併症の増加のために、症状は様々な修飾を受けることが目立ってきた。また、この間の振動障害診断研究の進歩、臨床医学における診断方法の新しい研究成果も少なくない。

そこで、本研究会では、このような背景のもと診断体系に関するワーキンググループが組織され、振動障害の新しい診断体系を検討してきた。2013 年 5 月 15 日に松山で開催された日本産業衛生学会振動障害研究会で提案され了承されたので、「振動障害診断ガイドライン 2013」として報告する。

ワーキンググループメンバー

原田規章（山口大学医学部、ワーキンググループ座長）
石竹達也（久留米大学医学部、研究会代表世話人）
久米行則（勤労者医療生協佐伯診療所）
黒沢洋一（鳥取大学医学部）
榊原久孝（名古屋大学医学部）

佐藤修二（札幌ワーカーズクリニック）

樋端規邦（徳島健生病院）

宮下和久（和歌山県立医科大学）

平田 衛（関西ろうさい病院）

研究協力者

Hossain Md Mahbub（山口大学医学部）

II. 振動障害の定義

これまでの日本産業衛生学会振動障害研究会や振動障害委員会¹⁾での議論などを踏まえて、振動障害を以下のように定義する。

振動障害とは、工具・機械・装置などの振動が主として手腕を通して人体に伝達されて生じる健康障害をいう。振動障害の病像は、振動面と接触する人体の部位、振動の周波数、強度、曝露時間によって異なり、振動曝露に随伴する騒音、寒冷などの条件、工具や機械の重量や作業姿勢その他の随伴因子によって病像は修飾される。

通常、障害はまず振動に直接曝露される身体部位の症状として始まる。主要な障害は、上肢の末梢循環障害、末梢神経障害、筋骨格系（運動器）障害である。

自律神経系などの全身調節系を介する影響が障害を修飾することや、随伴因子の影響も加わって聴力障害や腰痛などの上肢以外の症状を伴うことがある。

III. わが国における振動障害診断の歴史と現状

わが国で一般に行われている振動障害の診断方法は、1975 年 10 月の労働省・基発第 609 号（昭 50）「振動工具の取り扱い業務に係る特殊検診の実施手技について」²⁾に詳細にまとめられている。また、業務上疾病としての認定の基準が、1977 年の通達（昭和 52 年、基発第 307 号、振動障害の認定基準について）³⁾で示されている。すなわち、振動業務に相当期間従事した後の発症で、(1) 手指、前腕等にしびれ、痛み、冷え、こわばり等の自覚症状が持続的又は間欠的に現われ、かつ、手指、前腕等の末梢循環障害、同末梢神経障害、同筋骨格系（運動器）障害が認められる、あるいは、そのいずれかが著明に認められる疾病、(2) レイノー現象の発現が認められた疾病、とされた。症度区分については現在では労働省から示された区分（昭和 61 年基発第 585 号、振動障害の治療指針について）⁴⁾が一般的に使用されている。この症度区分は末梢循環障害及び末梢神経障害を自覚症状と検査結果によりそれぞれ 4 段階に分類し、別に運動器障害の有無で区分するものであり、肘関節症については外科的手術の必要性の有無で判定される。

労働省の通達（昭和 48 年基発第 45 号⁵⁾、昭和 50 年基発第 609 号²⁾）では、振動障害特殊健診はスクリーニングのための 1 次健診と 2 次健診から構成されている。1 次健診は、職歴等調査、問診、医師による診察に加え

表 1. 振動障害のレイノー現象の症度分類
(ストックホルム・ワークショップスケール：レイノー現象)⁸⁾

症度	程度	症 状
0		発作なし
1 _V	軽度	1本ないし数本の手指尖にのみ散発する発作
2 _V	中等度	1本ないし数本の手指の末節や中節, 稀に基節に散発する発作
3 _V	重度	ほとんどの手指の全節に頻発する発作
4 _V	最重度	症度3に加えて, 手指尖の皮膚に栄養障害が発生

表 2. 振動障害の末梢神経障害の症度分類
(ストックホルム・ワークショップスケール：末梢神経機能)⁹⁾

症度	症 状
0	振動曝露があるが症状はなし
1 _{SN}	間欠的なしびれ, 異常感覚もありうる
2 _{SN}	間欠的または持続的なしびれがあり, 知覚機能低下あり
3 _{SN}	間欠的または持続的なしびれがあり, 触覚判別能および/または巧緻性の低下

て, 握力検査, 血圧検査, 末梢循環機能検査, 末梢神経機能検査から構成されている。末梢循環機能検査としては手指皮膚温測定と爪圧迫テスト(爪を10秒間圧迫し, 圧迫終了後の血流の回復を観察), 末梢神経機能検査としては手指の振動感覚(振動覚)閾値測定と痛感覚(痛覚)閾値測定が行われる。手指皮膚温測定にはセンサー部の小さなサーミスタ温度計, 振動覚閾値測定にはリオン社製 AU-02B, 痛覚検査には注射針型やペンシル型装置が用いられることが一般的である。

2次健診では冷水に片手を浸漬する検査などを加えて上肢の末梢機能検査をより詳しく行い, さらに必要に応じて心電図, X線などの検査を行うものとされている。なお, 冷水浸漬検査に関する労働省の通達では, 5℃の冷水に10分間, 片手を浸漬する方法が示されているが, 手指の痛みが強いため最近では5℃冷水のかわりに10℃冷水を用いる方法が一般的に行われている。

振動障害の診断は, 上記の1次健診および2次健診における職歴・問診, 診察, 末梢機能検査, その他の検査を総合的に評価して行われる。しかし, 特に末梢機能検査の判定基準についてはいくつか提案されてきたが, 統一した判定基準は定まっておらず, 健診機関や診療施設によって異なる基準を用いている状況がある。なお, 10℃10分冷水浸漬手指皮膚温検査については, 本研究会による判定基準が2008年に示されている⁶⁾。

IV. 振動障害診断に係わる国際的研究動向

振動障害の診断と評価の方法には各国および医師・研究者により差異があるが, 国際手腕振動学会(International Conference on Hand-arm Vibration)や個別シンポジウムなどでの研究交流や国際的な統一をはかるための検討が進んできた。前者は1972年連合王

国(ダンディ)での第1回会議⁷⁾から3-4年毎に欧米諸国およびわが国でも開催されている。後者には, スウェーデンでの1986年Stockholm Workshop^{8,9)}, 同じく1994年Stockholm Workshop¹⁰⁾, 連合王国での2000年Southampton Workshop¹¹⁾, スウェーデンでの2006年Goteborg Workshop¹²⁾などがあり, 振動障害の診断と評価に関する集中的な検討が行われその成果が公表されている。前2者の会議においては, 振動起因性白指および知覚神経障害についてのストックホルム・ワークショップスケール(表1, 2)がそれぞれ提案された。

一方, 検査方法の国際標準化作業が国際標準化機構(ISO/TC108/SC4, 機械衝撃と衝撃の人体への影響)において取り生まれ, 知覚機能検査法の振動感覚閾値検査について2001年に国際標準¹³⁾が示されるとともに2003年に評価法¹⁴⁾も示されている。末梢循環機能検査法である冷水浸漬手指皮膚温検査と冷却負荷手指血圧検査については2005年に国際標準が示された^{15,16)}。また, 特に末梢循環機能検査結果に対する被検者の体格, 体質, 人種, 気候などの生活環境の影響について配慮することの必要性が指摘されている¹⁷⁻¹⁹⁾。

V. 振動障害診断からみた上肢における症状と病態機序

1. 末梢循環障害

手持ち振動工具から発生する振動の物理的エネルギーによる手腕の末梢血管に及ぼす直接的影響と皮膚血管を支配する交感神経活動への間接的影響により手指など手腕の末梢血流が障害されることによって発生する。

手指レイノー現象(白指)とは, 一過性に手指血管が攣縮して手指血流が途絶し, 境界明瞭な手指の蒼白化を来した状態であり, 振動障害による末梢循環障害の代表的症状である。典型的な手指色調の時間的变化は蒼白,

暗紫色, 発赤であり, それらの病態としてはそれぞれ手指動脈の発作性攣縮, 毛細血管・小静脈の拡張によるうっ血, 反応性の充血状態と考えられる. この発作は全身の寒冷曝露により誘発されやすく, 一般には5-15分間持続することが多い. 発症範囲と頻度は末梢循環障害の重症度を示す指標となっている^{8, 20, 21}. しかし, レイノー現象の確認は容易ではなく, 医師が直接視認できる例は少ない. 1994年のStockholm Workshopでのレイノー現象の有無の確認についての国際的協議では, 医師による確認, 顔とレイノー現象がある手指を同時に撮影した写真での確認および冷却負荷手指血圧(FSBP%)検査の値が0の場合とされている. 国際的には末梢循環障害の症度分類としてストックホルム・ワークショップスケール⁸(表1)が広く使用されている.

手指の冷えは手指血管の易攣縮性を反映する一症状である²². 潜在性の末梢循環障害の存在を示唆し, 臨床研究により振動障害の初発症状として意義があることが報告され, 早期の末梢循環障害の指標としての有用性が指摘されている²³⁻²⁶. 日本で用いられている症度区分(表3)では, 手指の冷えは, その出現頻度により軽度~高度異常に区分されているが, 他覚的所見のない自覚症状であるため評価が難しい面がある.

これらの末梢循環障害の病態生理学的特徴は, 寒冷に対する血管収縮反応の亢進(易攣縮性)である. 振動障害患者は寒冷に対して過敏であり, 血管攣縮を起こして

レイノー現象が発症すると考えられている. レイノー現象を発症しない場合でも, 血管収縮反応の亢進で手指の冷えや皮膚温低下がみられる. こうした血管の易攣縮性をもたらす機序として, 交感神経系の活動亢進と末梢血管の局所的障害の両者の関与が指摘されている²⁰. 発作的な血管収縮であるレイノー現象に対して, 手指の冷えの症状については局所の持続的な血管拡張性の低下と血管内腔の狭小化が関与しているとの指摘がある²⁰.

2. 末梢神経障害

振動障害における末梢神経障害は, 振動の手腕への直接打撃による神経浮腫・栄養障害によってもたらされた, 手指末端優位のびまん性の末梢神経障害が主と考えられる. それに, 手根管症候群や肘部管症候群などの絞扼性神経障害が併発していると考えられる. 末梢神経障害による症状・所見としては, 手指のしびれ, こわばりなどの症状, 感覚鈍麻(振動覚, 痛覚, 温冷覚, 触覚など), 手指巧緻性の低下, 握力低下などがあげられる.

びまん性の末梢神経障害の病理学的所見は, 「神経線維の消耗消失を伴う脱髄性末梢神経障害」であり, 脱髄性病変に伴う軸索消耗再生をきたす比較的強い脱髄性ニューロパチーが主要所見である. これは髄鞘変性消耗に伴う脱髄性病変であり, 強い変化のものに軸索消失があり, 神経線維の著しい消耗がみられる²⁷.

振動障害の末梢神経障害では, 知覚神経の障害が現れ

表3. 日本の症度区分⁴⁾

末梢循環障害 (V)			
自覚症状・身体所見 (S)		検査成績 (L)	
S0	レイノー現象が陰性で手指の冷え, しびれ等の症状が一過性にある.	L0	常温下皮膚温・爪圧迫, 冷水負荷皮膚温・爪圧迫: 正常又は極く軽度異常
S1	レイノー現象が時々出現する又は手指の冷え, しびれ等の症状が間欠的にある.	L1	常温下皮膚温・爪圧迫, 冷水負荷皮膚温・爪圧迫: 軽度異常
S2	レイノー現象が頻発する又は手指の冷え, しびれ等の症状が一定期間持続的にある.	L2	常温下皮膚温・爪圧迫, 冷水負荷皮膚温・爪圧迫: 中等度異常
S3	レイノー現象が年間を通じて出現する又は手指の冷え, しびれ等の症状が常にある.	L3	常温下皮膚温・爪圧迫, 冷水負荷皮膚温・爪圧迫: 高度異常

末梢神経障害 (N)			
自覚症状・身体所見 (S)		検査成績 (L)	
S0	知覚鈍麻が陰性で手指前腕のしびれ, 痛み等の症状が一過性にある.	L0	常温下痛覚・振動覚, 冷水負荷痛覚・振動覚: 正常又は極く軽度異常
S1	知覚鈍麻が軽度にある又は手指前腕のしびれ, 痛み等の症状が間欠的にある.	L1	常温下痛覚・振動覚, 冷水負荷痛覚・振動覚: 軽度異常
S2	知覚鈍麻が中等度にある又は手指前腕のしびれ, 痛み等の症状が一定期間持続的にある.	L2	常温下痛覚・振動覚, 冷水負荷痛覚・振動覚: 中等度異常
S3	知覚鈍麻が高度にある又は手指前腕のしびれ, 痛み等の症状が常にある.	L3	常温下痛覚・振動覚, 冷水負荷痛覚・振動覚: 高度異常

やすく、手指のしびれや痛みなどの症状や感覚鈍麻が生じやすい。初期には一時的な軽度のしびれ感であるが、次第に症状は強く、持続的になり、また手指の末節から基節までと範囲が拡大してくる。運動神経が障害されると、筋力低下や筋萎縮などが生じることになる²⁸⁾。

3. 筋骨格系障害（運動器障害）

発生頻度が高いとされる筋・骨格系（運動器）の障害には、上肢の骨・関節の障害、筋・腱の障害、手指の巧緻性障害等が知られている²⁹⁾。それらは労働能力を低下させるだけでなく、生活の質（QOL）も低下させる³⁰⁾。

関節の障害は打撃工具による衝撃波が原因となることが多く、特に発生頻度が高い関節は肘関節（変形性肘関節症）である。その他手関節でもしばしば認められる。これらは関節軟骨の退行性変性に反応性の増殖性変化が加わったもので、関節の変形、関節可動域の減少、運動痛、関節腫脹、こわばりなどが発生する。また、肘関節の障害は肘部管症候群（cubital tunnel syndrome）の原因になることがある³¹⁾。しかし、このような関節の変形性変化は振動（特に衝撃波）だけが原因となるわけではなく、過重な関節の動きや、関節に加わる工具の重さが関与するとされている。

関節の障害と同様に、筋力（握力・つまみ力）の低下や筋萎縮も発生頻度が高い^{32,33)}。筋の障害は、振動曝露によって発生した末梢神経障害の結果、二次的に出現すると考えられている。また、肘部管症候群による手内在筋（主として背側骨間筋）の萎縮や、手根管症候群（carpal tunnel syndrome）による拇指球筋の萎縮はそれぞれ拘縮性神経障害の結果である³¹⁾。しかし、振動が繰り返し加えられることにより筋線維が直接障害を受ける可能性も指摘されている³⁴⁾。筋力の低下は行動の不自由さや日常生活動作の困難として現れる。具体的には「ものをしっかり掴めない」、「工具が手からすっぽ抜ける」などがある³⁵⁾。

手指の巧緻性障害は「ボタンの掛け・外しに時間がかかる」、「コインなどの小さいものを拾えない」など手先の細かな動作がうまくできないという症状として振動障害患者に高頻度に認められる³⁶⁻³⁸⁾。巧緻性障害の発生機序も、先行する末梢神経障害が原因であると考えられている³⁹⁻⁴¹⁾。

これ以外に、非振動曝露者と比較して発生率が高いと言われている筋骨格系（運動器）障害、または振動曝露の影響を無視できないとされる筋骨格系（運動器）障害を以下に示した。しかし、これらの障害は上述した筋骨格系（運動器）障害よりもさらに特異性が低く、振動曝露の影響の他に、振動業務における人間工学的作業負担や、年齢、性、体質、他疾患の影響等さまざまな要因が関与していると考えられている。

- ・ 肩関節部と頸項部の痛み^{42,43)}
- ・ 外側または内側上顆炎等上肢の腱（又は腱鞘）の炎症性痛み⁴³⁻⁴⁵⁾
- ・ デュプイトラン拘縮^{46,47)}
- ・ 月状骨軟化症（Kienböck病）・舟状骨軟化症^{28,48)}

以上のように、振動曝露を受けた労働者にしばしばみられる筋骨格系（運動器）障害には様々なものがあるが、いずれも振動曝露の影響だけでなく、作業態様等の多様な要因が複雑に関与して発症したと考えられている。

したがって、振動工具を扱う労働者にしばしば認められる筋骨格系（運動器）障害、すなわち手や肘の関節障害、筋力の低下および筋萎縮、巧緻性の低下については、振動障害の主要な障害である末梢循環障害や末梢神経障害が明らかに認められる場合に、「振動障害に関連する疾患」として筋骨格系（運動器）障害を位置づけるのが妥当であり、末梢循環障害や末梢神経障害がない場合には、それを「振動障害に関連する疾患」とはせず、振動曝露とは独立した筋骨格系（運動器）障害として取り扱うのが妥当である。

VI. 新しく提案する診断体系

わが国における現行の一般的診断体系を再検討し、新しい検査手法を組み入れた診断体系を提案する（表4）。

職場での振動障害予防のための健康管理としての健診は1次健診と2次健診で構成する。1次健診は産業職場で広く実施できるように簡略化する。1次健診対象者の目安としては、使用している振動工具の振動レベル（日振動ばく露量であるA(8)）が 2.5 m/s^2 以上とする。ただし、一日振動工具使用時間が2時間を超える場合は、日振動ばく露量A(8)が 2.5 m/s^2 未満であっても健診対象者とするのが望ましい。

2次健診は振動障害としての臨床診断と経過観察に使用できる内容を持つものとし、臨床診断においては必要に応じて精密検査を行うこととする。ただし、2次健診における問診項目は、健康管理に使用する場合には被験者を含めた職場での予防対策に反映する項目、臨床診断に使用する場合には治療方針と臨床経過観察に反映する項目を重視する。これらの診断体系は標準化された評価方法として振動障害の疫学研究への適用も期待される。健診の時期については、雇用時、配置時、初診時に行なうとともに、経過観察のための定期検査については年に1回、寒冷期（秋～冬）に実施することとし、寒冷期以外に検査を実施した場合は、評価において季節影響に留意すべきである。

健康管理のための1次健診、2次健診は、病歴、自覚症状、診察所見、末梢機能検査（循環系、神経系、運動系筋骨格系）、必要に応じて追加される検査から構成される。振動が直接伝搬する上肢等の身体部位のみでなく

表 4. 新しい診断体系の構成

診断目的	健康管理 1次健診	健康管理／臨床診断 2次健診	臨床診断 精密検査
病歴	簡略化病歴	現病歴, 曝露歴, 職歴 既往歴, 家族歴	
循環系	自覚症状 理学所見 検査所見 白指, 冷え, など [§] 皮膚温常温下左右1指 [§] 爪圧迫常温下左右1指	白指, 冷え, など 皮膚温 (常温下全指, 10℃ 10 min 負荷片手5指) 爪圧迫 (常温下全指, 10℃ 10 min 負荷終了直後) [§] 脈波	冷却負荷指血圧検査 (ISO方式, 片手4指) その他 (血管造影, サーマグラフィ)
神経系	自覚症状 理学所見 検査所見 しびれ, 痛み, 感覚鈍麻, など 視触診, [§] 痛覚, [§] 反射 振動覚 (AU02/125 Hz, 左右2, 5指)	しびれ, 痛み, 感覚鈍麻, など 視触診, 痛覚, 反射 Tinel sign (肘・手関節) Phalen test 上肢・下肢深部腱反射, 病的反射 振動覚 (AU02/125 Hz, 左右全指) [§] 温冷覚, [§] 神経伝導速度, [§] モノフィラメント検査	振動覚 (ISO方式, 全指) 温冷覚 (HVLab装置など), segmental 神経伝導速度, その他 (針筋電図検査, SEP検査など)
運動系	自覚症状 理学所見 検査所見 関節痛, 筋力低下, 脱力, 巧緻性 関節可動域 握力 (隣発握力)	関節痛 関節可動域 (手・肘・肩関節) 及び運動痛 Purdue Pegboard 検査 (または豆移し検査) [§] つまみ力, [§] X線検査	X線検査, MRI (またはCT) 検査
その他	自覚症状 理学所見 検査所見	不眠, めまい, 頭痛, 難聴, 肩こり 視触診 [§] 心電図, [§] 聴力検査 (簡易)	[§] 聴力検査 (精密)
鑑別 診断	自覚症状 理学所見 検査所見	視触診, 神経学的検査 [§] 末梢血検査, [§] X線検査	

[§]: 医師が必要と認める場合.

体系的, 系統的に自覚症状を聴取する. 振動障害発生予防の観点からの自覚症状の把握が重要である. 健康管理のための1次健診における末梢機能検査は常温下のみで行う. 2次健診では10℃ 10分冷水を用いた冷水浸漬検査を含む. 2次健診は原則としてそのみで臨床診断が可能な内容であり, 臨床診断における精密検査は, 必要と認められる場合に補足的に実施される検査である. 検査結果の指間差については, 最も悪い所見の指の結果を評価に用いることとする. ただし, 自覚症状との乖離がある場合は, 再検査の実施も考慮すべきである.

1次健診, 2次健診実施に使用する問診票, 診察所見票, 職歴調査票などの参考例はウェブ上の資料に示す. (別添資料1~4: 以下のURLをご参照ください. <http://joh.sanei.or.jp/j/index.html>)

1. 1次健診

(1) 問診

1次健診における問診は, 振動障害を疑わせる特徴的

な項目に焦点をあて, 振動工具使用状況の概略と冷え, 手指のレイノー現象, しびれ感, 痛み, こわばり, 脱力等を聴取する. 振動曝露の初期症状として, 振動作業中や作業後しばらくの間, 手指にしびれ感や手指の感覚が鈍くなるなどの症状が発現し, さらに振動曝露が進めば, 作業終了後も異常な感覚が残り, 夜間の手のしびれ感が発現する⁴⁹⁾等の症状に留意する.

(2) 診察

1次健診では簡略化した診察として上肢の視触診, 上肢の関節の可動域障害, 運動痛, 上肢の知覚障害の有無をチェックする.

1次健診で振動障害所見が疑われる場合には, 2次健診を実施して障害の診断を行い, 健康管理区分を決定する.

2. 2次健診

2次健診では職業歴・生活歴, 自覚症状, 現病歴・既往歴・家族歴を詳しく聴取する. 2次健診においては当該職場での予防対策を進めるための労働条件についての

聴取も重視する。

(1) 問診

問診は詳細にわたることから、労働者本人による記入が困難な場合には医療者が聞き取り記入する。またプライバシーに十分配慮して行う。

1) 職業歴・生活歴

振動曝露作業のみでなく他の有害因子への曝露状況を含めた職業歴、それまでの生活歴を聴取する。

最初の就労から現在までの職業歴における、労働時間、作業環境（騒音、寒冷）、化学物質の使用、作業態様、通勤方法、賃金形態、安全衛生教育の有無、健康診断実施の有無、兼業の有無を聴取する。特に振動作業については、使用した工具・機械装置の種類と名称、使用開始と終了の時期、1日使用時間、年間使用日数、使用年数、防振装置の有無、保温対策、保護具の使用の有無、休憩時間等を聴取する。なお、多種類の工具・装置を使用する場合は主要なものを明記する。

生活習慣に関して、喫煙歴、飲酒歴、日常生活でのバイク使用の有無、特に寒冷曝露との関連で、つり、狩猟、スポーツなどの趣味等を聴取する。

2) 自覚症状

上肢の主要症状として、手指のレイノー現象（白指）、手指から上肢の冷え、しびれ、痛み（自発痛、運動痛）、手指のこわばり、上肢のだるさがある。手指のレイノー現象、手指から上肢の冷え、しびれ、痛みについて発現季節、発現頻度も聴き取る。

レイノー現象については、部位、頻度、好発季節、境界の鮮明の有無、持続時間などを聴取して医学的な判断を行うが、診察時の医師による視認が困難であり、問診時に適切な視覚資料を使用することが望ましい。そのために VIBRISKS⁵⁰⁾ を参考に、わが国における振動障害患者の典型的発作の写真を用いた標準写真集を参考とする（別添資料5：<http://joh.sanei.or.jp/j/index.html>）。レイノー現象についての医学的な問診情報に基づく診断と比較して、標準写真集を活用した場合に診断精度が改善することが報告されている^{51, 52)}。また、手指の冷えの程度と他の症状検査所見との関連性についてはレイノー現象の有病率や手指皮膚温と有意な関連があることが報告されている²⁶⁾。

随伴因子との関連も含めて振動作業と関連のある自覚症状として、①寒さに弱くなった、②疲れやすくなった、③睡眠障害、④肩こり、⑤腕に力をいれにくい、⑥細かい手指の動きがしにくい、⑦頭痛、⑧耳鳴り、などが指摘されており、聴取が必要である。聴力や腰痛に関する症状の聴取も必要である⁵³⁻⁵⁵⁾。

自覚症状の聴取においては、主要な訴えを聴取するとともに、その症状の程度として、作業遂行に支障があるか、もしくは日常生活動作（例えばタオルを絞る、背中

を洗う、箸を使用する、シャツのボタンかけ等）で困難があるか否かを聴取する。症状は、振動曝露後に発現し、曝露の長期化とともに進展、夜間臥床時や寒冷期に増悪することもある^{37, 39, 56)}。

3) 現病歴・既往歴・家族歴

受診時の症状について作業歴と対応させながら経年的に聴取する。それまでの振動障害特殊健康診断の受診状況と健診結果、騒音や粉塵等の有害作業に関する特殊健康診断の受診状況と結果、一般疾患についての医療機関への受診・治療状況も必要である。既往歴としては、上肢の循環系症状や神経系症状、筋・骨格系症状を来す疾患や負傷の既往が鑑別診断のために特に重要である。高血圧、糖尿病、脂質異常症、痛風、心疾患、頸椎疾患、胸郭出口症候群、血液疾患、関節リウマチをはじめとした膠原病、肝疾患、凍傷、耳疾患、結核性関節炎、閉塞性動脈硬化症、バージャー病、脈なし病、レイノー病等の他の疾病に関する既往歴、さらには鉛などの重金属中毒、有機溶剤中毒等の有害物質曝露による健康障害の既往、外傷に関して、受傷時の年齢、受傷の態様、部位、入院歴、後遺症の有無を聴取する。家族歴として糖尿病、脂質異常症、動脈硬化性疾患の有無などを聴取する。

(2) 診察

2次健診では通常の理学的所見に加えて、上肢を中心に全身の視触診を行う。上肢では、爪の異常、皮膚の色調、硬結、手掌発汗、その他の性状の異常、筋や神経溝の圧痛、筋萎縮、関節の腫脹や可動域または運動制限、運動痛、さらに全身の腱反射や病的反射の有無、触覚・痛覚の異常を調べる。

骨・関節に関するものとして、関節可動域（肘・手関節・指）障害の有無、腫脹や圧痛の有無及び運動痛の有無、頸椎・肩関節との関連で結髪動作能力、上肢の挙上動作能力、結帯動作能力を調べる。さらに、筋力の低下に関するものとして、徒手筋力検査（整形外科学会基準）も有用である。

診察項目としては以下の点に留意して所見をカルテに記載する

手・指：①関節変形の部位、程度（可動域）、②巧緻性、③萎縮の有無、部位、④知覚、⑤手掌発汗、⑥振戦の有無、程度、⑦運動痛の有無、程度、⑧皮膚の色、温度、⑨爪の色、厚さ、形

手関節：①変形の部位、程度（可動域）、②運動痛の有無、程度（疼痛時の運動方向）、③神経学的所見（Tinel sign, Phalen test, Froment's sign 等）

肘関節：①変形の部位、程度（可動域）、②運動痛の有無、程度（疼痛時の運動方向）、③神経学的所見

前腕・上腕・上肢帯：①筋萎縮の有無、程度、②知覚障害の有無、部位、程度、③圧痛の部位、程度

肩関節：①変形の部位、程度（可動域）、②運動痛の有

無, 程度 (疼痛時の運動方向), ③圧痛の部位, 程度

頸部: ①可動域, ②運動痛の有無, 程度 (疼痛時の運動方向), ③神経学的所見

腰部・背部・下肢: ①視触診, ②変形の有無, ③筋力
 一般的身体所見: ①身長, 体重, ②血圧, 脈拍, 体温,
 ③聴打診他の内科的診察所見

その他の所見: ①外傷痕, 欠損部位, 手術, ②上肢・下肢深部腱反射, 病的反射

他に特記すべき所見を記載する。

最後に医師総合所見として, 振動障害に係る症度区分, 診断結果, 事後措置に対する意見 (健康管理区分) を記載する。

3. 末梢循環検査

末梢循環機能は検査室温の影響を強く受けるので, 正確な検査データを得るためには十分に管理された手法や測定環境で実施されなければならない。国際標準化機構 (ISO)^{15, 16)} で規格化された検査条件に準拠することを推奨する。それによると検査室温は $21 \pm 1^\circ\text{C}$ (従来の $20\text{--}23^\circ\text{C}$ ではなく, 目標温度を固定し温度幅を 2°C 以内とする) とし, 検査室内は緩徐な気流で攪拌し室温の均一化をはかるとともに, 被検者に気流が直接影響しないように留意する。冷水浸漬検査の水温は $10^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内とし, 恒温槽内の水温均一化のために検査中は攪拌する。検査は原則として寒冷期 (秋から冬) に, 午前9時から午後6時の間に実施する。食後1時間以内および食後4時間以降の検査は避け, 検査結果に影響する急性疾患罹患時も避ける。検査12時間前以降は禁酒, 検査結果に影響する薬剤の使用は可能な範囲で同12時間前から中止, 最終の振動曝露からも12時間以上をあける。検査3時間前以降は禁煙, カフェインなどの刺激物の摂取も避ける。検査時の服装は上下各2枚 (上着は長袖シャツと長ズボンとするが, 防寒性の強いものは不適), 靴下は着用とし, 検査前は検査室温下で30分以上安静とする。他の冷却負荷検査からは少なくとも3時間をあける。検査装置が適切に精度管理されていることも必要である。

(1) 1次健診

1次健診における末梢循環機能検査は医師が必要と認める場合に常温下 ($21^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$) における左右1指の皮膚温検査と爪圧迫検査を行う。検査は循環症状の強い指に対して行い, 症状がない場合には原則として第3指に対して行う。

(2) 2次健診

2次健診では現場適用性を重視し, 診断施設におけるこれまでの検査体制との整合性も考慮して, 下記の検査手技を実施する。

1) 手指皮膚温検査⁵⁷⁾ (常温下および冷水浸漬 10°C 10分法)

我が国で一般に行われてきた常温下および冷水浸漬 10°C 10分法による手指皮膚温検査を行う。まず常温下で全10指の皮膚温を測定し, その後片手を手関節まで 10°C 冷水に10分間浸漬して浸漬中および浸漬後10分後まで1分ごとに浸漬側5指の皮膚温を測定する。循環症状の強い手を選択して浸漬し, 左右の症状が同程度であれば利き手を浸漬する。本検査については振動障害研究会において2007年に判定基準⁶⁾が示されている。この基準はわが国の検査データの解析に基づくもので有用である。一方, その限界としてレイノー現象陰性の振動障害者群についてはこの判定基準が妥当であるかの評価はなされていないことである。ISO¹⁵⁾ では手指冷水浸漬温度として 12°C が推奨されているが, 水温設定については $10\text{--}15^\circ\text{C}$ でさらに検討の余地があるとされている。評価指標については, 手指皮膚温実測値, 前値に対する回復率, 一定皮膚温値までの回復時間などが検討されているが, ISOでもまだ統一したものはない。わが国での検査データ (冷水浸漬 10°C 10分法) に基づく検討⁶⁾ では, レイノー症状を有する振動障害患者群の感受度は70%程度で, 特異度は75%程度であった。

2) 爪圧迫検査

振動障害の検査指針検討会報告書⁵⁸⁾によると, この検査の判定が検者の肉眼で行われているため, 客観性に欠けること, また検査者の手技に左右されることなど, 測定結果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。そのため爪圧迫検査については手技による影響に留意し, 既述の手指皮膚温検査の結果を優先して判断すべきである。しかし, 現場レベルでの手指末梢循環障害評価のスクリーニング検査としては簡便であり利点大きい。爪圧迫検査は, まず常温下で全10指において行い, ついで冷水浸漬 10°C 10分法において浸漬終了直後, 5分後, 10分後に浸漬側の最も循環症状の強い1指に対して行う。方法は1指ごとに, 検者の手の親指と示指で被験者の爪の部分をつまみ, 10秒間強く押さえ, 離れた後, 爪の退色が元に戻るまでの時間をストップウォッチで測定する。被験者の手の高さは, 心臓の高さとし, 指の力を抜かせた状態で行なう。指間で症状に差が無い場合には原則として第3指を用いる。レイノー陽性患者群と対照群の判別性としては, 振動障害患者群の感受度は56%, 特異度は92%で良好とする報告がある⁵⁹⁾。

3) 指尖容積脈波検査⁶⁰⁾ (医師が必要と認めた場合)

光学的手法等により指尖部における血液変動を脈波として描出する。測定パラメータは波形の形態分類, 波高と頂点時間が重要である。血液量そのものを示すものではないが, 脈波振幅の増大は血液量の増加と解釈されている。末梢動脈の異常により波形形態の変化や振幅の減

少の所見を示すが疾患特異性はない。脈波は室温や湿度や騒音レベル等に影響されやすいので厳密な測定条件の設定が必須である。

(3) 精密検査

2次健診で軽度の所見しか認めないが振動障害が強く示唆される場合やレイノー現象の確認が十分でない等、確実な診断のための検査が必要な場合に実施する。

1) 冷却負荷手指血圧 (FSBP%) 検査^{16, 57)}

この検査はレイノー現象の評価における有用性の高い負荷検査法として約30年前に開発され、2005年にはISOにより本検査法の実施等に関して国際標準規格が示された¹⁶⁾。検査手指に装着した圧カフで血流を遮断し、圧力を漸減し、手指末節に装着したplethysmography sensorを用いて、血流再開による容積変化を感知しはじめの最大圧をFSBP (finger systolic blood pressure)として測定し、還流水の温度が30℃でのFSBPに対する15℃のFSBPの百分率をFSBP%とした。ISOでは冷却負荷に用いる還流水の温度として15℃、10℃が示されており、冷却時間は5分とされている¹⁶⁾。Olsen^{61, 62)}によると、カットオフ値がFSBP% 60前後でレイノー現象陽性群の敏感度は81-100%、特異度は93-100%と、ともに高い精度があることが報告されている。また、Bovenzi⁶³⁾は振動曝露群847人と対照群455人についてFSBPを測定し、カットオフ値がFSBP% 60で敏感度が87%、特異度が94%と良好であったことから、カットオフ値として60%を提案している。

一方、わが国でのデータに基づく検討⁵⁸⁾では、カットオフ値がFSBP% 70では振動曝露群の敏感度は72.5%、特異度は92.7%。カットオフ値をFSBP% 65にすると敏感度68.1%、特異度97.1%、さらにカットオフ値がFSBP% 60では、敏感度60.4%と特異度98.6%であったと報告されている。また、那須⁶⁴⁾らは、全国多施設研究により、異なる室温(21℃と23℃)の影響を検討している。室温21℃ではFSBP%のカットオフ値がFSBP% 75では敏感度73.9%と特異度82.5%であり、室温23℃では敏感度65.2%と特異度87.5%と検査室温が21℃から23℃へ2度高くなることで敏感度が約6%低くなることを示し、検査環境の管理が重要であることを指

摘している。わが国のFSBP%のカットオフ値としては、60-70%であることが妥当であると報告している⁵⁸⁾。また、この時のデータで特異度95%と特異度70%となるFSBP%のカットオフ値はそれぞれ65.0%と82.5%であり、わが国のカットオフ値として65%が妥当である。

1994年のストックホルムワークショップでのレイノー現象の有無についての国際的協議では、医師による確認、顔とレイノー現象がある手指を同時に撮影された写真での確認、およびこの検査でFSBP%の値が0の場合に確認できるとされており、この検査はレイノー現象発作の評価法として価値が高い。

2) レーザー血流画像化装置による皮膚血流検査、サーモグラフィー検査

わが国での検査データに基づく検討⁵⁸⁾では、末梢循環障害の評価法としては有用であると報告されているが、判定基準を含めて複数の施設における多数例での検討が必要とされる。

3) 血管造影検査

侵襲性の高い検査ではあるが、他疾患による末梢血管障害との鑑別が必要な場合には価値のある検査である。造影上の重症度は血管の狭窄の程度で0型-4型の5タイプに分類されている⁶⁵⁾。

(4) 末梢循環検査に関する課題

2007年振動障害研究会で策定された10℃10分法手指冷水浸漬検査について我が国で検査データを集約・解析して判断基準⁶⁾を示したように、その他の検査法(爪圧迫検査、指尖容積脈波検査、局所冷却による指動脈血圧(FSBP%)検査、レーザー血流画像化装置による皮膚血流検査)についてはより妥当な判定基準の作成のために対照例を含めて検査症例の収集とそれに対する分析作業の継続が不可欠である。

4. 末梢神経系検査

各種刺激に対する皮膚感覚における受容器、神経線維、さらに対応する知覚検査との関係を表5に示す。

(1) 1次健診

1次健診における神経系検査は常温下における左右第2, 5指の振動感覚閾値検査(125 Hz)のみとする。

表5. 皮膚感覚における受容器・神経線維と対応する知覚検査

受容器	神経線維	振動覚	痛覚	温冷覚	MF
SAI (メルケル細胞)	Aβ	< 15 Hz (4 Hz)			X
FAI (マイスナー小体)	Aβ	5-50 Hz (31.5 Hz)			
FAII (パチニ小体)	Aβ	> 50 Hz (125 Hz)			
痛覚 (自由神経終末)	Aδ/C		X		
温覚 (自由神経終末)	C			X	
冷覚 (自由神経終末)	Aδ/C			X	

MF: モノフィラメント検査。

(2) 2次健診

2次健診では、常温下における全指尖部の振動感覚閾値 (125 Hz) を測定する。

指尖振動感覚閾値検査は、 $A\beta$ の比較的太い有髄神経が関与しており、国際標準化機構 (International Organization for Standardization) の ISO 13091-1:2001¹³⁾ および ISO 13091-2:2003¹⁴⁾ により国際的に標準化され、さらに ISO 規格に準拠した日本工業規格 (JIS 規格) として JISB7763-1⁶⁶⁾ および JISB7763-2 が制定されている⁶⁷⁾。現行のリオン AU02 型振動覚計でも ISO 規格と同程度の判別性が示されており使用可能である。振動障害患者群の敏感度は 70-98% 程度で、特異度は 90-100% 程度と、高い敏感度、特異度を有することが報告されている⁶⁸⁾。なお、振動感覚閾値は皮膚温の影響を受けるため、ISO 規格および JIS 規格では、測定室温は 20°C から 30°C で、手指皮膚温が 27°C から 36°C の状態での測定を推奨している。手指皮膚温が 27°C 未満の場合は、手指皮膚温を至適範囲にするために室温設定を上げる対応が必要である。

(3) 精密検査

2次健診で軽度の所見しか認めないが振動障害が強く示唆される場合や確実な診断のためにさらなる検査が必要になる場合に実施する。

1) 指尖振動覚閾値検査 (ISO 規格に準拠した測定機器使用)

現在リオン社製 AU-02 型の振動覚計による測定が一般的であるが、ISO 規格 (JIS 規格) に準拠した振動感覚閾値検査機器も開発されており、精密検査として利用可能である。再現性の向上など測定精度の向上が期待される。FAII (パチニ小体) が関与する 125 Hz での測定が推奨される。さらに 31.5 Hz での測定で FAI (マイスナー小体) の関与が、4 Hz の測定では SAI (メルケル細胞) の関与が評価できる。

2) 指尖温冷覚閾値検査

温冷覚には、 $A\delta/C$ の細い有髄神経および無髄神経が関与している。痛覚検査と神経線維が重複しており、針刺激による検査に伴う感染可能性などで問題となる痛覚閾値検査の代わりに検査として使用する。振動障害患者群の敏感度は 90% 程度で、特異度は 90% 程度と報告されている⁶⁹⁾。検査方法について振動感覚閾値検査のように ISO 等で標準化されたものはない。しかし、わが国でも検査装置が開発市販されており、それをを用いた振動障害患者を対象とした臨床研究によると、温覚閾値については敏感度 70% 程度、特異度 80% 程度でありカットオフ値は 45°C 程度が妥当と報告されている⁷⁰⁾。また、温痛覚閾値は敏感度 70% 程度、特異度 80% 程度でありカットオフ値は 50°C を提案している⁷⁰⁾。本検査は医師の判断により必要時には二次健診でも実施することがで

きる。

3) モノフィラメント (Semmes Weinstein monofilament) 検査

非侵襲的に触覚鈍麻の定量的評価が可能な検査法であり、糖尿病性神経障害のスクリーニング検査としても有用性が指摘されている⁷¹⁾。振動障害の国際的症度区分であるストックホルム・ワークショップスケール (末梢神経障害) では、手指しびれ症状があり、かつ触覚鈍麻および/または手指巧緻性低下がある場合を 3SN (重症) としている。なお手指巧緻性の評価には、Purdue Peg-board 検査がある。

4) 末梢神経伝導速度検査 (NCV, 正中・尺骨神経)

臨床的な客観的検査法であり、医師の判断により必要時に実施する。しかし、軽度な神経障害、および神経終末部の感覚器の障害は検出できない可能性がある。

手指神経障害や手根管症候群などの検出力の向上に分節測定 (インチング法を含む) などが有効である。指部分の知覚神経の分節測定で、対照群の特異度を 90% 程度とすると、振動障害患者群の敏感度は 40% 程度であったとの報告⁷²⁾ がある。

5) 針筋電図検査

神経-筋原性障害を検出する感度は高く、障害の存在を示すには有効であるが、検査時の疼痛が大きく、また専門医による検査実施が必要となる。

6) SEP (感覚神経誘発電位) 検査

上肢の感覚神経を電氣的・機械的に刺激して、末梢神経から大脳皮質に至る感覚神経上から誘発される電位の測定検査である。末梢神経から大脳皮質に至る長い神経路の機能障害の検索などに用いられる。専門的検査で、振動障害による末梢神経障害では感度の低さが問題となる。

(4) 神経系検査に関する課題

振動感覚閾値検査では ISO 規格^{13, 14)} に合致した測定装置が国外で生産されており、また同規格を翻訳した JIS 規格 (JISB7763)^{66, 67)} が制定され国内において同規格準拠の装置が開発されている。温冷覚閾値検査においては測定機器として国外製品があるが、その有効性の検討、判定基準値の設定など、測定方法の標準化の検討が必要である。これらの検査装置は高価であり、より安価で利便性の高い機器の開発が望まれる。

5. 筋骨格系 (運動器) 検査

筋骨格系 (運動器) 障害の診断に当たっては、問診や理学所見とともに、必要に応じて X 線検査等の検査手技を用い、個々の病態を明らかにすることが重要である。特に筋骨格系の障害は振動曝露とは直接関係しない全身疾患や中枢神経系の疾患、事故や外傷の影響など、他要因による障害との鑑別診断が重要である。また先行

する末梢神経障害の関与等も十分考慮した上で個々の病態を明らかにすることが必要である。このような病態の解明は治療の要否の決定やその後の健康管理にも極めて重要である。すなわち仮に振動曝露に原因しない筋骨格系（運動器）障害が認められた場合であっても、当該労働者の障害に振動曝露がどのように影響しているか、今後振動曝露がそれにどのような影響を与える可能性があるかの検討も必要である。

(1) 1次健診

問診結果を参考にしながら、①上肢関節の障害（痛み・可動域障害の有無）、②筋や腱の障害（筋萎縮有無を含む）、③巧緻性の障害、④その他の運動器障害の有無を確認する。1次健診としての検査は瞬発握力のみとする。

(2) 2次健診

1次健診の問診・理学所見から筋骨格系（運動器）の障害が疑われる場合には、関節可動域測定・結髪動作能力・結帯動作能力・徒手筋力検査・つまみ力検査等の整形外科的検査を実施する。また、必要に応じてX線検査を追加する。また、巧緻性障害が疑われる場合はPurdue Peg-board検査または豆移し検査を実施する。

(3) 精密検査・鑑別診断

頸椎症や中枢神経障害等との鑑別診断を要する場合には、必要に応じてより精密なX線診断法やMRI・CT検査を実施する。

(4) 筋骨格系（運動器）検査の課題

振動曝露によって発生する筋骨格系（運動器）の障害は工具の改良や労働条件の改善によって、重い障害は減少している。しかし、関節の障害、筋・腱の障害、巧緻性の障害はいったん発症するといずれも難治性であり、労働者（特に高齢期）のQOL低下に繋がる。したがって、筋骨格系（運動器）のさまざまな障害はいずれも振動障害としての特異性が低いとは言え、早期の正確な診断とその後の適正な健康管理が必要である。そのためにはMRI等の最新の検査法が必要になることもある。なお、筋骨格系（運動器）障害には手術が必要なケースがあり、そのような場合には手術時期を失しないことが重要である。

6. 全身的検査

振動作業とその随伴因子による障害を全身的に評価するとともに、他の疾患による障害を鑑別するために必要に応じて全身的な問診、診察、検査を行う。そのための検査としては、筋骨格系疾患に関して手指、手、手関節、肘関節、頸椎、胸椎、腰椎のX線検査、CT検査、MRI検査など、SLE、RA、PSSなどの自己免疫疾患、パーキンソン病、閉塞性動脈硬化症などの血管疾患、糖尿病、中枢性神経障害などについての血液検査、聴力検査など

を必要に応じて実施する。

VII. 検査判定基準

1. 末梢循環系検査

(1) 手指皮膚温検査

① 常温下

1. 異常なし：30.0℃以上
2. 軽度異常：26.0℃以上 30.0℃未満
3. 中等度異常：24.5℃以上 26.0℃未満
4. 高度異常：24.5℃未満

② 冷水浸漬（10℃ 10分法）

前値（冷水浸漬前）、5分値（冷水浸漬終了5分後）、10分値（冷水浸漬終了10分後）の3時点の指標で判定する（図1⁶⁾）。

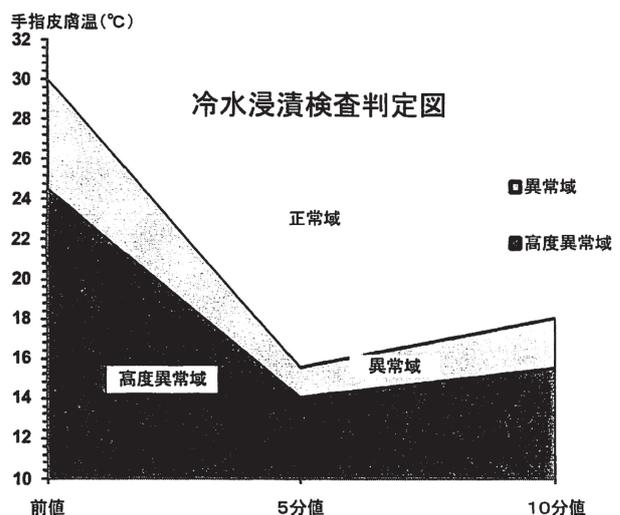
1. 異常なし：3時点の全てが「正常域」の場合
2. 軽度異常：いずれか1時点が「異常域」で他の2時点が「正常域」の場合
3. 中等度異常：1時点が「正常域」で2時点が「異常域」の場合
4. 高度異常：いずれかの時点で「高度異常域」の場合

(2) 爪圧迫検査⁵⁹⁾

① 常温下

1. 異常なし：2.0秒未満
2. 軽度異常：2.0秒以上 2.5秒未満
3. 中等度異常：2.5秒以上 3.0秒未満
4. 高度異常：3.0秒以上

② 冷水浸漬（10℃ 10分法）



前値	5分値	10分値
30.0℃ ≤ 正常域	15.5℃ ≤ 正常域	18.0℃ ≤ 正常域
24.5℃ ≤ 異常域 < 30℃	14.0℃ ≤ 異常域 < 15.5℃	15.5℃ ≤ 異常域 < 18.0℃
高度異常域 < 24.5℃	高度異常域 < 14.0℃	高度異常域 < 15.5℃

図1. 冷水浸漬検査（10℃ 10分法）判定図

表 6. 爪圧迫（冷水浸漬）の判定表

前値	浸漬終了直後
正常域 < 2.0 秒	正常域 < 3.5 秒
2.0 秒 ≤ 異常域 < 3.0 秒	3.5 秒 ≤ 異常域 < 5.0 秒
3.0 秒 ≤ 高度異常域	5.0 秒 ≤ 高度異常域

前値と直後値（冷水浸漬終了直後）の指標で判定する⁵⁹⁾（表 6）。

1. 異常なし：2 時点の全てが「正常域」の場合
 2. 軽度異常：いずれか 1 時点が「異常域」の場合
 3. 中等度異常：2 時点の全てが「異常域」の場合
 4. 高度異常：いずれか 1 時点で「高度異常域」の場合
- 精密検査である冷却負荷手指血圧（FSBP%）検査について判定基準を参考までに示す。

(3) 冷却負荷指動脈血圧検査：

1. 異常なし：FSBP% ≥ 80%
2. 軽度異常：75% ≤ FSBP% < 80%
3. 中等度異常：65% ≤ FSBP% < 75%
4. 高度異常：FSBP% < 65%

2. 末梢神経系検査

(1) 振動感覚閾値検査（125 Hz, リオン AU02 型）⁷³⁾

一般に普及している林災協全国調査による常温下での参考値を挙げる。50 歳以上では + 2.5 dB の補正を行う。

1. 異常なし：7.5 dB 未満
2. 軽度異常：7.5 dB 以上-12.5 dB 未満
3. 中等度異常：12.5 dB 以上-17.5 dBdB 未満
4. 高度異常：17.5 dB 以上

3. 筋骨格系（運動器）検査

筋骨格系（運動器）障害に用いる諸検査の判定は概ね整形外科テキストに従うのが妥当であるが、握力検査、ペグボード検査、豆移し検査の評価基準について以下に示した。

握力検査は文部科学省「平成 14 年度国民の体力・運動力調査」結果を対照集団とし、年齢階層別に、その測定下限より 5 パーセントタイル値と 30 パーセントタイル値を基準とし、「高度異常域」、「異常域」、および「正常」に分類した。この場合、カットオフ値が 5 パーセントタイル値のときの敏感度と特異度はそれぞれ 42%、95%であった。また、カットオフ値が 30 パーセントタイル値のときの敏感度と特異度はそれぞれ 75%、70%であった（表 7）。また、ペグボード検査、豆移し検査についても、健常者を対照群とした測定値をもとに、握力検査と同様に 2 つのカットオフ値を設定した。この場合の敏感度（特異度）はペグボード検査がそれぞれ 62%（95%）、91%（70%）であり、豆移し検査ではそれ

表 7. 握力検査（瞬時握力）の判定基準

1) 男性			
年齢階層	高度異常	異常	正常
30 ~ 49	≤36	36 ~ 43	43<
50 ~ 59	≤34	34 ~ 40	40<
60 ~ 69	≤29	29 ~ 34	35<
70 ~ 75	≤25	25 ~ 30	31<
2) 女性			
年齢階層	高度異常	異常	正常
30 ~ 49	≤21	21 ~ 25	25<
50 ~ 59	≤19	19 ~ 23	23<
60 ~ 69	≤17	17 ~ 21	21<
70 ~ 75	≤15	15 ~ 19	19<

①立位で測定する（測定器具は問わない）。②事前に測定する意義を説明し、力を集中してもらうこと。

表 8. 巧緻性検査の判定基準

1) ペグボード検査（30 秒間）

高度異常	異常	正常
≤12 本	13 本または 14 本	15 本 ≤

2) マメ移し検査（30 個）

高度異常	異常	正常
50 秒 ≤	50 秒 ~ 44 秒	≤44 秒

① 巧緻性検査は手先作業の早さを検査するものであり、その旨を十分理解してもらうこと。② それぞれの検査は 3 回実施し、最初の測定値を除いた後の 2 回の平均値を評価する。

ぞれ 79%（95%）、98%（70%）であった（表 8）^{74, 75)}。

上肢の関節障害の有無は、肘・手関節等の関節可動域における左右差等の異常の有無の確認、および、肘関節・手関節の X 線検査での異常所見の有無の確認により行う。

VIII. 症度区分と総合評価

1. 厚生労働省の通達

厚生労働省（旧労働省）の通達では、健診成績により管理区分 A, B, C に分けて判定することになっている。昭和 61 年までは、要療養とされる管理区分 C はさらに症度 1 から 4 に分類することが示されていた。これは治療方針をたてるための目安として主として自覚症状をもとに作成されたものであるが、当時見られていた過大な振動曝露により強い症状を持つ患者の存在が反映されていたと考えられる。しかし、その後の予防対策の確立により重症者がほとんど見られなくなったこと、また研究の進展によって現在ではほとんど用いられなくなり、特に行政的には厚生労働省（旧労働省）から示された新し

い症度区分（昭和 61 年，基発 585 号，振動障害の治療指針について）⁴⁾ が使用されている。この症度区分は末梢循環障害及び末梢神経障害を自覚症状と検査結果によりそれぞれ 4 段階に分類し，別に運動器障害の有無で区分するものである（表 3）。表には示していないが，肘関節症については外科的手術の必要性の有無で判定される。

2. Stockholm Workshop Scales

欧米では，手指レイノー現象すなわち振動起因性白指および手指の知覚障害の広がり・強さと日常生活への影響を指標とする症度区分が提案された^{76,77)}（Taylor-Pelmeur 分類）。この分類は，英国の産業災害補償専門委員会（Industrial Injuries Advisory Council）の依頼による研究プロジェクトにおいて纏められたもので，日常生活影響が重視されている。

その後，Taylor-Pelmeur 分類は 1986 年にストックホルムで開かれたシンポジウムにおいて修正され，手指レイノー症状（振動起因性白指，VWF）に関する Stockholm Workshop Scales として採用された⁸⁾。また，その時に提案された知覚神経障害（sensori-neural）に関する症度分類⁹⁾も，その後，1994 年にストックホルムで開かれたワークショップにおいて Stockholm Workshop Scales（表 1，2）として合意された¹⁰⁾。これらは国際的な症度分類として現在，使用されている。

3. 新しい症度区分（表 9）

(1) 末梢循環障害

末梢循環障害の症度区分は自覚症状と検査結果をもとに判定を行う（表 9-1）。自覚症状では振動障害の軽症例の検出を目的として手指の冷えを独立させて，評価を行う。検査成績は皮膚温と爪圧迫試験の結果（判定基準を参照）に基づき総合的に行う。

表記の方法例としては，S1（R1，C1）L2（ST1，NP1）とする。

レイノー現象の評価において有用性の高い精密検査法である冷却負荷手指血圧（FSBP%）検査を施行した場合は，判定基準を参考に検査の評価を行い症度区分判定に活用する。

(2) 末梢神経障害

末梢神経障害の症度判定は，自覚症状と検査結果をもとに，表 9-2 を参照する。なお振動覚検査の評価において 50 歳以上の場合には + 2.5 dB の補正を行う。

振動障害の国際的な症度区分であるストックホルム・ワークショップスケール（末梢神経障害）では，手指しびれ症状があり，かつ触覚鈍麻および／または手指巧緻性低下がある場合を 3 SN（重症）としている。触覚評価にはモノフィラメント検査が，手指巧緻性評価には Purdue Peg-board 検査があり，これらの検査結果により症度判定を補強可能である。また温冷覚閾値検査では，細い神経線維の障害を検出できる可能性がある。

(3) 筋骨格系（運動器）障害

振動障害における筋骨格系（運動器）障害は前述のと

表 9. 新しい症度区分

1) 末梢循環障害 (V)

	自覚症状 (S)			検査成績 (L)	
	レイノー現象 (R)	手指の冷え (C)		皮膚温 (ST)	爪圧迫 (NP)
S0	レイノー現象は陰性である。	手指の冷えが一過性にある。	L0	異常なし	異常なし
S1	レイノー現象が 1 本ないし数本の手指の先端部に散発する。	手指の冷えが寒冷期にある。	L1	軽度異常	軽度異常
S2	レイノー現象が 1 本ないし数本の手指の末節や中節（稀に基節）に散発する。	手指の冷えが寒冷期以外にも常にある。	L2	中等度異常	中等度異常
S3	レイノー現象が 1 本ないし数本の手指の末節や中節（稀に基節）に頻発する。		L3	高度異常	高度異常

2) 末梢神経障害 (N)

自覚症状・身体所見 (S)		検査成績 (L) 振動覚	
S0	しびれ症状なし	L0	異常なし
S1	しびれ症状が間欠的にある	L1	軽度異常
S2	しびれ症状が一定期間持続的にある，または中等度感覚鈍麻を伴う	L2	中等度異常
S3	しびれ症状が持続的にある，または高度感覚鈍麻を伴う	L3	高度異常

おり、肘関節を含む手指前腕に何らかの障害が認められ、かつ末梢循環障害・末梢神経障害が明らかに認められる場合に「振動障害の関連疾患としての筋骨格系（運動器）障害」として位置づける。したがって、末梢循環障害・末梢神経障害が認められ、さらに上肢の筋骨格系（運動器）障害が認められた場合には筋骨格系（運動器）障害の具体的な病態を記載し、事後措置の要否を区分する（表8）。なお、その障害が明らかに振動曝露以外に原因するものであっても、振動業務の継続によって症状・病態の悪化が懸念されるものがあることから、同様に扱う。

(4) 総合評価

1) 総合評価にあたっての考え方

振動作業者に係る特殊健康診断の目的は振動作業による健康影響とその程度を医学的に評価すること、また振動作業の可否、治療や休業の要否を判断することである。この場合、振動作業による身体症状については自覚症状、検査所見とも個人差があり、様々な病像を呈するため、特に末梢循環障害および末梢神経障害に関する症状、検査成績の評価はそれぞれ厳密に行い、客観的数値表現で症度を決定されなければならない。なぜならば特殊健康診断の結果に基づいて振動作業継続要否および治療、休業要否の判定という、「健康管理上の措置」が必要となるからである。すなわち、振動障害に該当するかどうかという「医学的診断」と同時に、「健康管理上の措置」に関する意見を述べなければならない。したがって、「健康管理上の措置」が決定される根拠としての「医学的診断」に関しては、障害の程度（症度）に応じた合理的判断の目安が示される必要がある。

これまで30年余りにわたり振動作業者の特殊健康診断は従来の方式で行われ、最近でも毎年約5万人の労働者が受診している。また振動障害患者の診療を行う医療機関でも従来の方式に基づいて検査・診断が行われている。新しい診断体系は1次健診に関しては従来方式よりも簡便に実施され、必要な場合には2次健診によって精密かつ正確な評価ができるように改良・見直しを行った。今回の提案の背景には振動工具の改良による振動障害患者の軽症化傾向、振動工具種類および作業者の増加、検査技術の進歩など今日の振動作業をめぐる情勢変化があり、それに応じた健康診断内容の見直しが必要とされたことが挙げられる。新しい診断体系の導入により、受診率の増加、診断精度の向上と迅速化、予防対策の向上などが期待できる。

「健康管理上の措置」に関して、わが国では有害作業における多くの特殊健康診断の事後措置として健康診断結果に基づいて健康管理区分を決定して行われている。従来、労働安全衛生法等では有害業務作業者の健康管理について管理A～Cと区分してそれぞれの健康管理指

針が示されており、実際の産業保健現場でも有害作業を行う労働者の健康管理区分をA～Cに分類して管理しているのが一般的である⁷⁸⁾。日本産業衛生学会頸肩腕障害研究会が示した「頸肩腕障害（非特異的障害）の病像2007」においても区分表記をA～Cの区分で行っている⁷⁹⁾。管理Aは有害作業による健康障害がない場合、管理Bは有害作業による健康障害の兆候が見られ、予防的措置が必要である場合、管理Cは当該有害作業に従事することを禁止して治療（療養）を行うことが必要な場合とされている。わが国では特殊健康診断におけるこの健康管理方式が定着しているため、振動障害診断における総合評価にも同様に用いることが理解を容易にすると考えられる。

以上の観点から、現在行われている健康管理との整合性を考慮し、新しく整理された検査法、医学的評価に基づく健康管理の目安を下記の通り提案する。

2) 症度区分による医学的診断（評価）（図2）

健診結果の医学的診断（評価）は前述通り末梢循環障害、末梢神経障害、筋骨格系（運動器）障害についてそれぞれ新しい症度区分に従って行う。すなわち末梢循環障害はVS0～3（R0～3, C0～2）VL0～3（ST0～3, NP0～3）の形式、末梢神経障害はNS0～3（0～3）NL0～3（0～3）の形式で記載する。筋骨格系（運動器）障害についてはその内容、程度を記載する（V：末梢循環、N：末梢神経、S：自覚症状／身体所見、L：検査成績、R：レイノー現象、C：手指の冷え、ST：皮膚温、NP：爪圧迫）。S、Lの0～3評価は（ ）内の2種類の指標数値のうち高い値を優先して行うが、それら4段階の数値で3段階以上の差が生じている場合には、精密検査、医師が必要と認めた検査所見、診察所見を含めた臨床的診断が必要である。ただし、（ ）内の数値はそれぞれ別の病態を評価しているものとも考えられることを考慮すべきである。また、自覚症状／身体所見（S）と検査所見（L）との間で前述同様に3段階以上の差が生じている場合には自覚症状に対する詳細な確認、検査所見に矛盾がないか等の再点検が必要である。

症度区分および他の鑑別診断所見を総合的に勘案して、振動障害に係る特殊健康診断の結果として「異常なし」～「高度異常」の4段階で振動障害の医学的診断（評価）を行う。また、他疾患と診断される、あるいは他疾患が疑われる場合にはその医学的診断内容等を記載する。

3) 健康管理区分の決定方法

健康管理区分の決定方法は下記の2つの作業プロセスを経て行う。すなわち、健診結果に基づいて末梢循環障害、末梢神経障害の症度区分から一次的な健康管理の区分けを行う（図2-1, 2）。次に末梢循環障害、末梢神経障害の一次的な区分けから作成した表に基づき、さらに筋

1) 末梢循環障害症度による区分け

	VL0	VL1	VL2	VL3
VS0	VA	VA	VB	VC1
VS1	VA	VB	VC1	VC2
VS2	VB	VC1	VC2	VC3
VS3	VC1	VC2	VC3	VC3

2) 末梢神経障害症度による区分け

	NL0	NL1	NL2	NL3
NS0	NA	NA	NB	NC1
NS1	NA	NB	NC1	NC2
NS2	NB	NC1	NC2	NC3
NS3	NC1	NC2	NC3	NC3

3) 振動障害健康診断結果に基づく健康管理区分

症度	VA	VB	VC1	VC2	VC3
NA	A	A	B	B*	C
NB	A	B	B*	B*	C
NC1	B	B*	B*	C	C
NC2	B*	B*	C	C	C
NC3	C	C	C	C	C

B*：筋骨格系（運動器）障害を伴う場合は、Cとする。

図2. 末梢循環障害と神経障害の症度区分による健康管理区分

V：末梢循環，N：末梢神経，S：自覚症状／身体所見，L：検査成績，VS（0～3）：末梢循環障害（自覚症状／身体所見）の症度区分，VL（0～3）：末梢循環障害（検査成績）の症度区分，NS（0～3）：末梢神経障害（自覚症状／身体所見）の症度区分，NL（0～3）：末梢神経障害（検査成績）の症度区分，VA～VC3：末梢循環障害の一次健康管理区分，NA～NC3：末梢神経障害の一次健康管理区分，A，B，C：健康管理区分。

特定化学物質等予防規則第39条を例にあげると管理Aは「健康診断の結果，異常が認められず，事後措置を要しない場合」，管理Bは「健康診断の結果，管理Cには該当しないが，当該因子によるかまたは当該因子による疑いのある異常が認められる場合で医師が必要と認める検診又は検査を医師が指定した期間ごとに行い，必要に応じて就業制限」，管理Cは「健康診断の結果，当該因子による疾病にかかっている場合」で「当該業務への就業禁止および療養を必要とする」，管理Rは「健康診断の結果，当該因子による疾病または異常を認めないが，当該業務に就業することにより増悪するおそれのある疾病にかかっている場合または異常が認められる場合」で「当該業務への就業制限，当該疾病および異常に対する療養その他の措置」，管理Tは「健康診断の結果，当該因子以外の原因による疾病にかかっている場合または異常が認められる場合（管理Rに属するものを除く）で「当該疾病に対する療養その他の措置を必要とする」とされている。

骨格系（運動器）障害の程度を加味して総合的な判定を行い，健康管理区分を決定する。

1次健康診断において2次健康診断「不要」の場合は1次健康診断結果で症度区分，健康管理区分が決定されることになる。自覚症状があり，かつまたは診察所見および検査結果で異常を認める場合には2次健康診断を実施すべきであろう。すなわち，2次健康診断「不要」と判定されるケースは自覚症状，診察，検査結果が全て異常なし，または極く軽度の異常を認める場合であることに留意する必要がある。

末梢循環障害，末梢神経障害はそれぞれ単独に症度区分が決定され，それに筋骨格系（運動器）障害に関する判定を行うが，振動障害の場合にはそれらの障害が複合的に関連する病像を呈する場合が多い。特に上記3障害が重なり合う程度が多いほど，障害の程度や作業能力低下等に影響すると考えられる。したがって，総合的な評価は上記3障害，特に末梢循環障害と末梢神経障害の症

度を組み合わせ，筋骨格系（運動器）障害の程度を勘案して行うことが重要である。

具体的には末梢循環障害で自覚症状，検査成績ともに異常なしの場合はVA，自覚症状，検査成績のいずれかが軽度異常の場合はVB，自覚症状，検査成績の中等度から高度異常の場合は症度区分に従ってVC1～3として下表のように振り分ける。同様に末梢神経障害で自覚症状，検査成績ともに異常なしの場合はNA，自覚症状，検査成績のいずれかが軽度異常の場合はNB，自覚症状，検査成績の中等度から高度異常の場合は症度区分に従ってNC1～3として図2のように振り分ける。縦横にそれらの症度区分を入れた表を作成し，図2の基準に沿って健康管理区分を決定する。

健康管理区分の決定は振動作業を安全に遂行するための適性および治療（療養）必要性の観点から行う。末梢循環障害が異常なし（VA）で末梢神経障害が中等度以上の異常がある場合，逆に末梢神経障害が異常なし

(NA) で末梢循環障害が中等度以上の異常がある場合、筋骨格系（運動器）障害を伴う場合には健康管理区分上は C と決定する。末梢循環障害、末梢神経障害の症度が両方とも異常なしの場合、あるいは末梢循環障害、末梢神経障害の症度がいずれかが軽度、もう一方が異常なしの場合などのケースについては筋骨格系（運動器）障害の程度および末梢循環障害、末梢神経障害の症度を総合的に勘案して図 2 のとおり健康管理区分を決定する。末梢循環障害、または末梢神経障害が単独でも症度が VC3 または NC3 であれば、健康管理区分は C とする。末梢循環障害または末梢神経障害のどちらか一方、または両方とも症度が 1 程の場合、あるいは VC2 または NC2 であり、もう一方が異常なし、または軽度異常の場合は筋骨格系（運動器）障害の有無および程度を勘案して健康管理区分を決定する。この場合、筋骨格系（運動器）障害が明らかな場合には振動作業の適性および治療（療養）の必要性から管理区分は C とすべきである。筋骨格系（運動器）障害が著しい場合には末梢循環障害、末梢神経障害が認められる場合のみ健康管理区分は C（図 2-3 の B*）とする。ただし、末梢循環障害、末梢神経障害が無い軽度の場合（図 2-3 の A または B）で筋骨格系（運動器）障害が著しい場合には、健康管理区分は R とする（図 2 脚注）。これらの場合は振動作業が健診結果の異常に影響を与えているか否かに関して、振動作業以外の重筋作業の影響等についても別途検討が必要である。

4) 健康管理区分決定後の措置に対する考え方

健康管理区分 A と決定された労働者は通常の振動作業継続可とする。健康管理区分 B と決定された労働者に対しては振動曝露軽減措置、作業環境改善を図り、症状増悪の有無に関する慎重な経過観察が必要である。健康管理区分 C と決定された労働者に対しては振動作業を禁止し、必要に応じて治療（療養）を行う。健康管理区分 B および C と決定された者で今後も振動作業従事が予定される労働者に対しては定期的（必要に応じて随時）に 2 次健康診断を実施し、健康管理区分変更の検討を行う。

IX. 今後の課題

従来、末梢機能検査結果の統一的な判定基準がないために、一部に混乱を生じさせていたため、本ガイドラインでは一部の検査について判定基準を示した。しかし、これらの全てがわが国において標準化された検査条件による十分な測定データに基づくものではなく、今後もさらに標準化された測定データに基づき、鋭敏度、特異度、さらには ROC 解析等による検討を継続していくとともに各検査の診断意義を明確にすることは重要な課題である。また、女性の振動工具使用者に関する研究報告

は十分ではないが、振動刺激に対する感受性に性差の問題が指摘されており、判定においては性差に留意すべきである^{80,81)}。

また、本ガイドラインでは末梢循環障害と末梢神経障害の症度区分と筋骨格系障害の程度を総合して健康管理区分（A～C）を示した。この作成に当たっては実際の症例を用いて妥当性を検討したが、今後はこれを現場で適用しながらさらにシンプル（現場適応性の高い）ものに改良する必要がある。正確な医学的診断労働災害補償や社会復帰への判断指標となる ADL、労働能力の評価法の確立の確立も残された課題である。

X. まとめ

わが国における振動障害の診断体系は 30 年以上前に確立され、労働省通達として国内で広く使用されてきた。しかし、振動障害対策の進展による障害の軽症化、振動工具使用者と振動障害患者の高齢化により、従来のような典型的症状は少なくなるなど、従来の振動障害の診断体系では十分対応できなくなってきた。

振動障害研究会では、振動障害の新しい診断体系を確立するために WG を設置し、検討を続けてきた。その中で特に職域における従来の 1 次健康診断と 2 次健康診断のあり方や代表的な検査の判定基準の提案、および新しい症度区分や健康管理区分について報告した。

1 次健診は現行の特殊健康診断を受診していない振動作業者に受診の機会を広げる趣旨で簡略化をはかり、2 次健診では検査の診断有効性に関するこの間の研究の蓄積を反映した内容とし、さらに 2 次健診において診断が困難な場合には精密検査を実施することを提案した。

判定基準や新しい症度区分および総合評価として健康管理区分についても現時点での知見をもとに提案したが、今後も継続した検討が必要である。

XI. 文 献

- 1) 日本産業衛生学会振動障害研究会報告, 1980.
- 2) 労働省労働基準局. 振動工具の取り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 年度, 基発 609 号, 1975.
- 3) 労働省労働基準局. 振動障害の認定基準について. 昭和 52 年度, 基発 307 号, 1977.
- 4) 労働省労働基準局. 振動障害の治療指針について. 昭和 61 年度, 基発 585 号, 1986.
- 5) 労働省労働基準局. 振動工具（チェーンソー等を除く）の取り扱い等の業務に係る特殊健康診断について. 昭和 48 年度, 基発 45 号, 1973.
- 6) 日本産業衛生学会振動障害研究会: 振動障害における 10℃ 10 分法冷水浸漬皮膚温検査判定基準に関する報告. 産衛誌 50: A57-66, 2008.

- 7) Taylor W ed. The vibration syndrome. Academic Press, London, New York, 1974.
- 8) Gemne G ed. Symptomatology and diagnostic methods in the hand-arm vibration syndrome, Scand J Work Environ Health 1987; 13: 271-8.
- 9) Brammer A, Taylor W, Lundborg G. Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. Scand J Work Environ Health 1987; 13: 279-83.
- 10) Gemne G ed. Stockholm Workshop 94, Hand-arm vibration syndrome: diagnostic and quantitative relationships to exposure. Arbete Och Hälsa vetenskaplig skriftserie 1995.4, Solna: National Institute of Occupational Health, 1995.
- 11) Griffin MJ, Bovenzi M. The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. Int Arch Occup Environ Health 2002; 75: 1-5.
- 12) Bovenzi M, Griffin M, Hagberg M ed. Diagnosis of injuries caused by hand-transmitted vibration — 2nd International workshop 2006. Report no. 114. Occupational and Environmental Medicine. Göteborg (Sweden).
- 13) International Organization for Standardization. Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 1: Methods of measurement at the fingertips. ISO 13091-1, 2001.
- 14) International Organization for Standardization. Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 2: Analysis and interpretation of measurements at the fingertips. ISO 13091-2, 2003.
- 15) International Organization for Standardization: Mechanical vibration and shock — cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature. 2005; 14835-1.
- 16) International Organization for Standardization: Mechanical vibration and shock — cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure. 2005; 14835-2.
- 17) Ohara K, Okuda N, Takada S. Thermoregulatory responses to heat and exercise in Japanese and Caucasians. Int J Biometeor 1975; 19: 99-107.
- 18) Harada N, Iwamoto M, Laskar MS, et al. Effects of room temperature, seasonal condition and food intake on finger skin temperature during cold exposure test for diagnosing hand-arm vibration syndrome. Ind Health 1998; 36: 66-70.
- 19) Schiefer RE, Kok R, Lewis MI, Meese GB. Finger skin temperature and manual dexterity — Some inter-group differences. Applied Ergonomics 1984; 15: 135-41.
- 20) 山田信也, 二塚信編著. 手腕振動障害—その疫学・病態から予防まで— (労働科学叢書 111). 川崎: 労働科学研究所出版部, 2004: 106-18.
- 21) 那須吉郎, 岡田 晃, 有泉 誠. 振動障害～35年の軌跡～. 東京: 労働調査会, 2003: 93-5.
- 22) 後山尚久. 冷え症の病態の臨床的解析と対応. 医学のあゆみ 2005; 215: 925-9.
- 23) Ishitake T, Kihara T, Matoba T. Application of Stockholm criteria to patients with hand-arm vibration syndrome in a follow-up study. Centr Eur J Pub Health 1995; 3 (Suppl): 31-3.
- 24) Sakakibara H, Akamatsu Y, Miyao M, et al. Correlation between vibration-induced white finger and symptoms of upper and lower extremities in vibration syndrome. Int Arch Occup Environ Health 1988; 60: 285-9.
- 25) Yamada S, Sakakibara H, Futatsuka M, Harada N, Nakamoto M. Correlations among examination findings, subjective symptoms and classification of stages in vibration syndrome. Nagoya J Med Sci 1994; 57: 49-57.
- 26) Ishitake T, Ando H. Significance of finger coldness in hand-arm vibration syndrome. Environ Health Prev Med 2005; 10: 371-5.
- 27) Takeuchi T, Futatsuka M, Imanishi H, Yamada S. Pathological changes observed in the finger biopsy of patients with vibration-induced white finger. Scand J Work Environ Health 1986; 12: 280-3.
- 28) 山田信也, 二塚信編著. 手腕振動障害—その疫学・病態から予防まで— (労働科学叢書 111). 川崎: 労働科学研究所出版部, 2004: 118-22.
- 29) Wong R. The musculoskeletal component of hand/arm vibration syndrome. 11th International Conference on Hand-Arm, Vibration, Bolonia (Italy): 3-7 June 2007.
- 30) Futatsuka M, Oka T. Reduction in manipulative dexterities and activity of daily living in the patients with vibration induced white finger in Japanese Forestry. J Occup Health 2005; 47:

- 82-4.
- 31) ニノ宮節夫ほか (編). 今日の整形外科治療指針第5版, 医学書院, 2004; 456.
 - 32) Färkkilä M. Grip force in vibration disease. *Scand J Work Environ and Health* 1992; 18: 159-66.
 - 33) Neckling LE, Friden F, Lundborg G. Reduced muscle strength in abduction of the index finger; an important clinical sign in hand-arm vibration syndrome. *Scand J Plastic Reconstr Surg Hand Surg* 2003; 37: 367-70.
 - 34) Neckling LE, Lundborg G, Lundström R, Thomell L-E, Fridén J. Hand muscle pathology after long-term vibration exposure. *J Hand Surg Br* 2004; 29: 431-7.
 - 35) House R, Wills M, Liss G, Switzer-McIntyre S, Manno M, Lander L. Upper extremity disability and quality of life in workers with HAVS; The importance of musculoskeletal factors. 11th International Conference on Hand-Arm Vibration, Bologna (Italy), 3-7 June 2007.
 - 36) Isacsson Å, Lundborg G. Hand function in workers with hand-arm vibration syndrome. *J Hand Therapy* 1999; 12: 16-24.
 - 37) Toibana N, Ishikawa N, Sakakibara H. Measurement of manipulative dexterity in patients with hand-arm vibration syndrome. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 106-10.
 - 38) Cederlund R, Isacsson Å, Lundborg G. Hand function in workers with hand-arm vibration syndrome. *J Hand Therapy* January-March 1999; 12: 16-24.
 - 39) Sakakibara H, Hirata M, Toibana N. Impaired manual dexterity and neuro-muscular dysfunction in patients with hand-arm vibration syndrome. *Ind Health* 2005; 43: 542-7.
 - 40) Hirata M, Sakakibara H. A study on relationship between nerve conduction velocity and dexterity among patients with vibration syndrome. 11th International Conference on Hand-Arm Vibration, Bologna (Italy), 3-7 June 2007.
 - 41) Rui F, D'Agostin F, Negro C, Bovenzi M. A prospective cohort study of manipulative dexterity in vibration-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2008; 81: 545-51.
 - 42) Stenlund B, Goldie I, Hagberg M, Hogstedt C, Marions O. Radiographic osteoarthritis in the acromioclavicular joint resulting from manual work or exposure to vibration. *Br J Ind Med* 1992; 49: 588-93.
 - 43) Bovenzi M. Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand-arm vibration. *Ergonomics* 1991; 34: 547-62.
 - 44) Bovenzi M, Fiorito A, Volpe C. Bone and joint disorders in the upper extremities of chipping and grinding operators. *Ind Arch Occup Environ Health* 1987; 59: 189-98.
 - 45) Sluiter JK, Rest KM, Frings-Dresen MHW. Criteria document for evaluating the work-relatedness of upperextremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health* 2001; 27 (Supple 1): 1-102. 和訳: 日本整形外科学会労働産業委員会監修, 上肢骨格障害の診断ガイドライン. 東京: 南江堂, 2004.
 - 46) Cocco PL, Frau P, Rappallo M, Casula D. Occupational exposure to vibration and Dupuytren's disease: a case-controlled study. 1987; 78: 386-92.
 - 47) Liss GM, Stock SR. Can Dupuytren's contracture be work-related?: review of the evidence. *Am J Ind Med* 1996; 29: 521-32.
 - 48) Gemne G. Diagnostics of hand-arm system disorders in workers who use vibrating tools. *Occup Environ Med* 1997; 54: 90-5.
 - 49) 山田信也, 二塚信編著. 手腕振動障害—その疫学・病態から予防まで— (労働科学叢書 111). 川崎: 労働科学研究所出版部, 2004: 107.
 - 50) Griffin MJ, Bovenzi M. Risks of Occupational Vibration Exposures VIBRISKS, Final Technical Report, Protocol for epidemiological studies of hand-transmitted vibration, Appendix 3, Colour charts, European Commission, 19-21, 2007. <http://www.vibrisks.soton.ac.uk/reports/> (2010-03-10 閲覧可能)
 - 51) Maricq HR, Weinrich MC. Diaganosis of Raynaud's phenomenon assisted by color charts. *J Rheumatol* 1988; 15: 454-9.
 - 52) Nego C, Rui F, D'Agostin F, Bovenzi M. Use of color charts for the diagnosis of finger whiteness in vibration-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2008; 81: 633-8.
 - 53) 高松 誠, 的場恒孝. 振動病の診断と治療. 東京: 南江堂, 1976: 41-5.
 - 54) 齋藤和雄編. 職業病としての振動障害. 東京: 南江堂, 1980: 18.
 - 55) Yamada S, Sakakibara H, Futatsuka M, Harada

- N, Nakamoto M. Correlations among examination findings, subjective symptoms and classification of stages in vibration syndrome. *Nagoya J Med Sci* 1994; 57 (Suppl): 49-57.
- 56) 佐藤修二, 若葉金三, 樋端規邦. 聞き取り調査による振動障害認定患者の上肢活動能力. *産衛誌* 1998; 40(臨時増刊号): 310.
- 57) Harada N, Mahbub MH. Diagnosis of vascular injuries caused by hand-transmitted vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2008; 81: 507-18.
- 58) 振動障害の検査指針検討会: 振動障害の検査指針検討会報告書. 厚生労働省, 2006.
- 59) Harada N. Esthesiometry, nail compression and other function tests used in Japan for evaluating the hand-arm vibration syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1987; 13: 330-3.
- 60) 那須吉郎, 岡田 晃, 有泉 誠. 振動障害～35年の軌跡～. 東京: 労働調査会, 2003; 115-9.
- 61) Olsen N. Diagnostic aspects of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 6-13.
- 62) Olsen N. Standardization of finger systolic blood pressure (FSBP) cooling test. *Environ Health Prev Med* 2005; 10: 360-5.
- 63) Bovenzi M. Finger systolic blood pressure indices for the diagnosis of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 20-8.
- 64) Nasu Y, Kurozawa Y, Fujiwara Y, et al. Multicenter study on finger systolic blood pressure test for diagnosis of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 2008; 81: 639-44.
- 65) 本間浩樹, 加地 浩, 高城政久, 本田広樹. 当院における振動障害者の手指動脈造影所見. *日職災医誌* 2006; 54: 123-8.
- 66) JISB7763-1 機械振動—神経損傷の評価のための振動感覚いき(閾)値—第1部: 指先における測定方法. 2009.
- 67) JISB7763-2 機械振動—神経損傷の評価のための振動感覚いき(閾)値—第2部: 指先における測定値の分析方法. 2009.
- 68) 振動障害の検査指針検討会: 振動障害の検査指針検討会報告書. 2006.
- 69) Sakakibara H, Maeda S, Yonekawa Y. Thermotactile threshold testing for the evaluation of sensory nerve function in vibration-exposed patients and workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 90-6.
- 70) 石竹達也, 佐藤修二, 星子美智子. 振動障害患者における温覚・温痛覚閾値検査法の有効性. *産衛誌* 2012; 54(臨時増刊号): 460.
- 71) Kanji JN, Anglin RE, Hunt DL, Panju A. Does this patient with diabetes have large-fiber peripheral neuropathy? *JAMA* 2010; 303: 1526-32.
- 72) Sakakibara H, Hirata M, Hashiguchi T, Toibana N, Koshiyama H. Affected segments of the median nerve detected by fractionated nerve condition measurement in vibration-induced neuropathy. *Ind Health* 1998; 36: 155-9.
- 73) 渡部真也. 振動障害対策の現状. 東京: 労働安全衛生広報, 1975; 7: 26-9.
- 74) 樋端規邦, 平田 衛, 榊原久孝. 振動障害患者の手指巧緻性の検討. *産衛誌* 2005; 47(臨時増刊号): 516.
- 75) 平田 衛, 榊原久孝. 振動障害患者における神経伝導速度と手の巧緻性との関係. *産衛誌* 2007; 49(臨時増刊号): 395.
- 76) Taylor W ed. *The vibration syndrome*. London, New York: Academic Press, 1974.
- 77) Taylor W, Pelmeur PL eds. *Vibration white finger in industry*. London, New York: Academic Press, 1975.
- 78) 東京都予防医学協会年報2011年版. 第40号. p.79-86.
- 79) 日本産業衛生学会頸肩腕障害研究会. 頸肩腕障害の定義2007. *産衛誌* 2007; 49: A15-32.
- 80) Neely G, Burström L. Gender differences in subjective responses to hand-arm vibration. *Int J Ind Ergonomics* 2006; 36: 135-40.
- 81) Jeon B-H, Ajovalasit M, Giacomini J. Effects of gender differences on the subjective perceived intensity of steering wheel rotational vibration based on a multivariate regression model. *Int J Ind Ergonomics* 2009; 39: 736-43.