

平成 18 年 2 月 17 日

振動障害の検査指針検討会報告書（案）

I はじめに

1 検討会の趣旨、目的

さく岩機、チェー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医学的検査は、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」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」及び別添 2「検査成績の評価について」に基づき行われている。

しかしながら、認定基準に示された検査手技は、冷水負荷皮膚温検査（5℃10 分法）では「強い疼痛を伴う」、「心血管系に悪影響を及ぼす」、「診断精度が不十分である」等、また、痛覚検査、振動覚検査、握力検査等では主観性を排除できない等の問題点が指摘されてきた。また、末梢循環障害、末梢神経障害及び運動機能障害を病像とする疾病は振動障害のみに認められる症状ではなく、加齢による影響や他疾患との鑑別診断が重要となっている。更に、近年、労災請求を行う労働者が高齢化していること、振動業務離脱後長期間経過者が増加していること等、振動障害の労災認定を巡る変化にも対応する必要がある。このようなことから、実務に携わる医師等から、よりの確かな精密検査や鑑別診断を行うため、認定基準に示されている検査手技以外で診断に有効な手法を示してほしいという要望が寄せられている。

このため、平成 11 年 10 月に「振動障害の検査手技に係る技術専門検討会」が設置され、平成 13 年 11 月には「振動障害の検査手技に係る技術専門検討会報告書」（以下「平成 13 年報告書」という。）が取りまとめられ新たな検査手技が示されたが、その際課題として、現行の検査手技に代わりうる実用化が可能な検査手技、測定条件、評価基準等について、更に継続的な検討が必要とされたところである。

この報告を踏まえ、平成 14 年度から 16 年度にかけて有用な検査手技としての可能性が示唆された複数の検査手技について厚生労働省の委託研究等において実証検査を実施し、現行の検査手技に代わり得る安全でより客観的な新たな検査手技の可能性が示されたことから、振動障害に係るこれまでの医学的知見の集積と診断機器等の進歩に応じた検査体系の在り方等の検討を行うため、平成 16 年 7 月 5 日、振動障害の検査指針検討会（以下「検討会」という。）が設置された。

2 主な検討事項

検討会には、基礎医学、臨床医学等の専門家が参集した。主な検討事項は、①現行の検査手技の医学的妥当性及び有効性の限界について、②新たな検査手技に係る評価基準の策定について、③新たな検査体系の在り方について、④その他関連する医学的事項についてである。

なお、検討会では②の新たな検査手技に係る評価基準を策定するため、平成13年報告書等に示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のうちから、末梢循環機能検査として、冷水浸漬手指皮膚温検査(12℃5分法)、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検査を選定し、同一の被検者に対して実証検査を実施した。

3 検討会の開催状況

検討会は、平成16年7月から合計15回開催されたが、検討経過等を示すと以下のとおりである。また、検討会は、原則、公開で行ったが、実証検査結果の個別検討においては非公開で行った。

第1回 平成16年7月5日(公開)

- ・ 振動障害の検査手技等について

第2回 平成16年9月13日(公開)

- ・ 実証検査の実施について

第3回 平成16年12月2日(公開)

- ・ 実証検査の実施状況報告
- ・ 現行の検査手技の医学的妥当性及び有効性の限界について

第4回 平成17年2月17日(公開)

- ・ 徳島健生病院における実証検査の結果報告
- ・ 岩見沢及び美唄労災病院における実証検査実施状況の中間報告
- ・ 実証検査結果の分析方法

第5回 平成17年3月25日(前半公開・後半非公開)

(前半)

- ・ 労災病院における実証検査実施結果報告
- ・ 実証検査結果の分析方法

(後半)

- ・ 実証検査結果の個別検討

第6回 平成17年4月22日(非公開)

- ・ 実証検査結果の個別検討

第7回 平成17年5月27日(前半公開・後半非公開)

(前半)

- ・ 実証検査結果に係る検討の経過報告
- ・ 今後の検討会のスケジュール

(後半)

- ・ 実証検査結果の個別検討

第8回 平成17年7月1日(前半非公開・後半公開)

(前半)

- ・ 実証検査結果の個別検討に係る最終確認

(後半)

- ・ 実証検査結果分析に係る結果報告

第9回 平成17年8月26日(公開)

- ・ 実証検査分析結果報告
- ・ 現行検査手技以外の検査手技に係る検討
- ・ 平成16年度委託研究結果の報告等

第10回 平成17年9月26日(公開)

- ・ 実証検査分析結果報告
- ・ 現行検査手技以外の検査手技に係る検討
- ・ 今後の検討会のスケジュール等

第11回 平成17年10月27日(公開)

- ・ 実証検査分析結果報告
- ・ 労災疾病研究センターの研究成果報告
- ・ 検討会の取りまとめに係る検討

第12回 平成17年12月15日(公開)

- ・ 報告書(たたき台)に係る検討

第13回 平成18年1月5日(公開)

- ・ 報告書(素案)に係る検討
- ・ 検査のあり方に係る検討

第14回 平成18年2月17日(公開)

- ・ 報告書(案)に係る検討

第15回 平成18年3月3日(公開)

- ・ 報告書(案)に係る検討

なお、第9回検討会では勤労クリニック院長の近藤真一氏から「人工気候室による全身空冷負荷検査」について、また、第10回検討会では独立行政法人労働者健康福祉機構振動障害研究センター長の那須吉郎氏から「振動障害研究センターにおける研究成果」についてそれぞれヒアリングを行った。

II 振動障害の検査手技に係る検討経過

1 平成13年報告書

報告書は、認定基準に基づいて業務上外を決定する際に使用している検査手技以外

で、振動障害の診断を行う際に利用すれば、よりの確な診断が可能となると思われる検査手技を、その検査手法の特徴を踏まえて、スクリーニングとして有効、精密検査として有効、鑑別診断として有効、の3種に分類した上で紹介している。

(1) 末梢循環障害に係る検査

- ① スクリーニングとして有用な検査手技
 - ・ 皮膚温検査
 - ・ サーモグラフィー
 - ・ 指尖容積脈波
- ② 精密検査として有用な検査手技
 - ・ 局所冷却による指動脈血圧測定法 (FSBP%)
 - ・ レーザードップラー
- ③ 鑑別診断に有用な検査手技
 - ・ 血管造影
 - ・ 血管超音波

(2) 末梢神経障害に係る検査

- ① スクリーニングとして有用な検査手技
 - ・ 神経伝導検査 (感覚神経、運動神経)
- ② 精密検査として有用な検査手技
 - ・ 針筋電図検査
 - ・ 神経伝導検査 (インチング法)
- ③ 鑑別診断に有用な検査手技
 - ・ 後期応答 (F波、H波)
 - ・ 誘発電位 (運動誘発電位、体性感覚誘発電位)

なお、運動機能障害の検査手技については、客観性及び再現性という観点から導入を薦める検査手技とはいえないが、そうした問題点を十分認識した上で、運動機能障害に係る検査手技、知覚 (感覚) 障害に係る検査手技の2つについても検討を加えている。

(1) 運動機能障害に係る検査

- ① スクリーニングとして有用な検査
 - ・ 徒手筋力検査 (MMT)
 - ・ 関節可動域測定
 - ・ 深部反射検査
- ② 精密検査及び鑑別診断として有用な検査手技

- ・ レントゲン検査
- ・ MRI及びCTスキャン

(2) その他の検査手技

- ・ 各種感覚別検査 (温覚、痛覚、触覚、振動覚)

2 委託研究

厚生労働省では、振動障害の検査手技に関して、平成14年度から16年度にかけて委託研究を実施した。すなわち、平成14年度には「振動障害に係る各種検査結果の事例収集等に関する研究」、平成15年度には「振動障害診断のための新たな検査体系の確立に関する研究」、平成16年度には「振動障害診断のための新たな検査体系の確立とその応用に関する研究」である。

平成14年度では、振動障害に係る末梢循環障害、末梢神経障害、運動機能障害のそれぞれの領域ごとに、客観性の高い検査法についての事例収集及び知見の集積が行われ、末梢循環機能検査法として、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が、末梢神経機能検査法として、正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査が、運動機能検査法では、MRIによる筋の機能評価検査が新しい検査法として期待される可能性が示された。

平成15年度では、上記の各種検査について、振動障害患者を含む同一の被検者に対して同一条件下で実施し、それぞれの検査の各障害に対する有効性、並びに相互の検査方法の間での関連性、通達に示されている既存の検査方法との関連性等について検討がなされ、14年度に選定された各検査が、振動障害における末梢循環機能、末梢神経機能、運動機能を客観的に診断することが可能であることが示された。

平成16年度では、これまでの委託研究成果等を踏まえ、上記の各種検査について、室温や冷却温度等の検査条件との関係、あるいは加齢による検査値への影響、振動障害以外の類似疾患との鑑別、さらにそれらを加味した診断のための評価基準の設定等についての検討が行われた。

これらの研究成果は、検討会の実証研究に引き継がれた。

III (独) 労働者健康福祉機構振動障害研究センターの研究成果

厚生労働省は、前記委託研究とは別に、独立行政法人労働者健康福祉機構（以下「機構」という。）に対し、指動脈血圧測定法（FSBP%）に係る診断基準を提出するよう協力を求めたところ、平成17年12月14日、「末梢循環障害の他覚的評価法としてのFSBP%」を研究テーマとした中間報告書による研究成果が機構から厚生労働省に提供された。その概要は以下のとおりである。

1 研究目的及び結果

労災病院グループ研究として6施設（実質5施設）で平成7年4月1日より平成10年3月31日の期間にF S B P %の診断精度に関する研究を行った。今回は中期目標として機構に示された労災疾病等12分野の医学研究・開発、普及事業の課題の一つとして、さらに多くの症例を集積することを目的に、2年計画で6施設（美唄、岩見沢、山陰、愛媛、九州、熊本の各労災病院）によるF S B P %の診断精度に関してのプロジェクト研究として計画された。F S B P %に係わる研究開発計画作成に平成16年4月から着手し、まとまった研究開発計画書を同年11月機構業績評価委員会医学研究評価部会受審、さらに同年12月機構医学研究倫理審査委員会受審を経て研究開発に着手した。

対照群の各年代別に見たF S B P %の分布では、70歳代の症例数が少なかったが、20歳代から60歳代までは、Bovenziの結果[1]と同じで、年代による差はなかった。対照群、振動曝露群を全体としてみた時の比較では両群間にF S B P %の平均値には有意差が認められ、振動曝露群のなかで過去にレイノー現象のなかったグループのF S B P %の平均値と対照群のそれとの間には有意差はなかった。対照者と振動障害者群のサブグループとの間でのF S B P %の平均値の比較では、対照群のF S B P %の平均値に対して有意の差があったのは、過去レイノー現象あり群と現在レイノー現象あり群であり、振動障害者群のサブグループ間でのF S B P %の平均値の比較では、レイノー現象なし群と比較し、過去レイノー現象あり群との間では有意差はなく、現在レイノー現象あり群との間でのみ有意差を認めた。

検査室でのレイノー現象ありと世界的な合意事項であるF S B P %がゼロの症例は、室温が20℃台で65例中6例（9.2%）、室温が21℃台で35例中5例（14.3%）、室温が22℃台で64例中6例（9.4%）、室温が23℃台で38例中2例（5.3%）、室温が24℃台で47例中2例（4.3%）で、室温が24℃以上になるとF S B P %のゼロ例の出現頻度は少なくなると考えられた。結論的に言えば、室温21±1℃、室温23±1℃ではそれぞれ、11名と8名がF S B P %ゼロを示した。また、全例が現在レイノー現象あり群であった。

振動曝露群で、2つの室温条件つまり、室温21℃群（20.0～21.9℃）と室温23℃群（22.0～24.0℃）で測定されたF S B P %の間には有意相関関係が認められ、縦軸に室温21℃群のF S B P %値、横軸に室温23℃群のF S B P %値をとり、散布図の中の相関式では、普通の回帰式 $Y=0.01+0.88X$ （ $R^2=0.572$ ）、関数関係解析では、 $Y=4.33+0.82X$ （ $R^2=0.504$ ）であった。いずれも有意相関を認めた。室温管理の困難な施設も考えられ、室温23±1℃での測定されたF S B P %の値を回帰式により室温21℃群の値に換算することが可能になると考えられた。

診断精度についてみると、室温が変わると、F S B P %の同一cut-off値では、敏感度、特異度が大きく変化する。ここでは、室温21℃群で検討する。

F S B P%の cut-off 値を 70%にすると、対照群における特異度は 92.7%、振動曝露群の特異度は 70.0%、敏感度は 72.5%となる。このような cut-off 値 70%を基準とすると、健康者の約 8%に異常値が見られることになる。振動曝露群の敏感度は 72.5%となり、約 3 割の症例が除外される可能性がある。

cut-off 値を 65%にすると、対照群における特異度は 97.1%、振動曝露群の特異度は 70.0%、敏感度は 72.5%となる。cut-off 値 65%を基準とすると、健康者の約 3%に異常値が見られることになる。振動曝露群の敏感度は 68.1%となり、約 3 割の症例が除外される可能性がある。

cut-off 値を 60%にすると、対照群における特異度は 98.6%、振動曝露群の特異度は 70.0%、敏感度は 60.4%となる。cut-off 値 60%を基準とすると、健康者の約 1.5%に異常値が見られることになり、半面、振動曝露群の敏感度は 60.4%となり、約 4 割の症例が異常と判定されない可能性がある。

レイノー現象の出現頻度は、気候条件、本人の着衣を含めた防寒への工夫により大きく変化する。自覚症状としてのレイノー現象が出現しながら、その基準に満たない例には、再検査を一定の期間後に繰り返し、同じような結果が得られる時には救済する方法もある。また、基準値に満たない場合は軽症であるとも考えることも可能である。

Bovenzi は室温 20~23℃で、冷却温度 10℃、5 分間のクーリングでの F S B P%の測定を対照群 455 例、振動曝露群 847 例で測定し、F S B P%の cut-off 値 60%を提案している [2、3、4]。また、EU 諸国では今後 F S B P%の cut-off 値に対して基準値を決定する方向にあると聞いている。フィンランド、スウェーデン、イギリスでは cut-off 値 60%を採用しており、レイノー現象の臨床症状と一致しない時には、つまり、レイノー現象があるにも関わらず、F S B P%が異常値を示さない場合には、半年、1 年後、2 年後に再検査を行なって判断するとしている。

2 まとめ

- (1) 対照群 87 例、振動曝露群 112 例の F S B P%を 6 施設で測定した。
- (2) 振動曝露群をレイノー現象が過去もなし群 11 例、過去はあったが現在は出現しない群 31 例、現在も出現する群 70 例のサブグループに分類した。
- (3) 測定室温は施設により 2 種類 (21℃、23℃)、または 3 種類 (21℃、23℃、24℃) の室温で測定した。
- (4) 測定時間間隔は最低 30 分以上の間隔をあけた。
- (5) 対照群 (非振動曝露群) では施設間の F S B P%の測定値に有意差はなかった。
- (6) 対照群と振動曝露群を全体として比較すると、室温 21℃群、室温 24℃群のいずれにおいても有意差があり、後者の値が小さかった。
- (7) 対照群と過去レイノー現象あり群との間、対照群と現在レイノー現象あり群との

間にはF S B P%の平均値に有意差を認めたが、対照群とレイノー現象なし群の間ではF S B P%の値に有意差はなかった。

- (8) 振動患者群のサブグループ間では現在レイノー現象あり群と過去レイノー現象あり群およびレイノー現象なし群との間には有意差があり、いずれも現在レイノー現象あり群の値が小さかった。しかしながら過去レイノー現象あり群とレイノー現象なし群との間には有意差はなかった。
- (9) 検査室でのレイノー現象ありと認める、世界的な合意事項であるF S B P%がゼロの症例は、室温が20℃台で65例中6例(9.2%)、室温が21℃台で35例中5例(14.3%)、室温が22℃台で64例中6例(9.4%)、室温が23℃台で38例中2例(5.3%)、室温が24℃台で47例中2例(4.3%)あった。
- (10) 室温21℃群と23℃群で測定されたF S B P%の間には有意相関が認められた。
- (11) 診断精度はF S B P%のcut-off値は70~60%の値にあると考えられたが、EU諸国の動きからcut-off値60%を提案する。

IV 振動障害の検査手技に係る国際標準化の動向

1 国際標準化の現状

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、検査手技の国際標準化作業の取り組みが行われ、知覚機能検査法については2001年に国際標準が示され、2003年には評価法も示されており、また、末梢循環機能評価法についても2005年に国際標準が示されている。

2 末梢循環系検査の国際標準化作業

(1) 冷水浸漬手指皮膚温検査

ISOでの検討では、両手を冷水に浸漬し、手指皮膚温の変動を測定して末梢循環機能を評価する方法が採用されており、その変動の測定は、手指に装着したsensor若しくは赤外線による非接触式のpoint thermometry又は一定の面積の皮膚温を測定する非接触式のthermographyにより行うこととされている。

冷水浸漬検査に用いる冷水温度については12℃、浸漬時間については5分とすることが標準として示されている。

冷水浸漬中は薄い手袋を装着し、浸漬後の水分付着による蒸散熱の影響の除去、浸漬時の冷水刺激による苦痛の軽減を図ることが提案されており、また、少なくとも浸漬前2分から浸漬中(非接触式測定の場合は除く)、浸漬終了後少なくとも15分まで全10指の皮膚温測定を1分以下の間隔で測定し評価することとされている。

なお、評価指標については、手指皮膚温実値、浸漬前値に対する回復率、一定皮膚温値までの回復時間等が文献的に検討されているが、ISOの検討では、まだ特定されていない。

(2) 冷却負荷手指血圧検査

冷却負荷手指血圧検査は、Segmental cooling による指動脈血圧の変化の測定 (FSBP%) により末梢循環機能を評価する方法であるが、その方法としては主に二つあり、一つは、冷水環流カフを検査指の中節に装着し冷却して血圧を測定し、かつ、空気カフを基準となる同側非冷却指(対照指)の中節に装着し血圧を測定する方法である。

もう一つは、同側の 4 本の検査指(通常、人差指から小指)と対照指 1 本を検査する方法で、拇指と小指では基節、他の 3 指は手指中節にカフを装着する。通常、拇指は対照指であり空気カフを用いて血圧を測定し、他の 4 指には冷水環流カフを用いて冷却し血圧を測定する。

手指血圧の検出には、手指末節に装着した plethysmography sensor (strain-gauge、photocell、doppler-shift 等) を用い、手指に装着したカフの圧力を暫減し、血流再開時のカフ圧から求める。

ISO では、冷却負荷に用いる環流水の温度として 30℃、15℃、10℃が挙げられ、冷却時間は 5 分とされているところである。また、室温については 21±1℃の条件が採用されている。

検査は両手で行うことが原則とされている。しかし、片手のみしか検査できない場合は症状の強い手を選択して検査することとされている。

また、測定は拇指を非冷却の対照指、他 4 指を冷却指として同時に行うこと(上記後者の方法)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、国際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、国際的に冷却負荷時の FSBP がゼロの場合には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、同一被検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、同一被検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、チェー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、末梢循環障害、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、末梢循環障害、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ものとなっている。

チェーンソー等、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、低振動工具の選定、点検整備、作業時間の制限、保護具の着用等の作業環境及び作業の管理に加え、振動障害特殊健康診断及びその結果に基づく事後措置等の健康管理が行われている。

健康診断の項目は、多くの研究から末梢循環障害、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

現行の振動障害に係る検査項目、検査手技の問題点として従来から医療関係者や成書等により指摘がなされていた下記の内容について検討したが、検討会では指摘内容は概ね妥当であると考える。

(1) 末梢循環機能検査

ア 皮膚温（常温・冷却負荷）

(ア) 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。

(イ) 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。

イ 爪圧迫（常温・冷却負荷）

(ア) 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。

(イ) 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

ア 痛覚（常温・冷却負荷）

(7) 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。なお、強く突いた場合には痛覚計の針を交換する等感染症対策に留意すべきである。

(4) 指摘事項

被検者の応答に依存する等客観性に乏しい。また、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。

イ 指先の振動覚（常温・冷却負荷）

(7) 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。

(4) 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

ア 握力（最大握力、瞬発握力）

(7) 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。)

(4) 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。

イ 維持握力（5 回法）

(7) 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。