

表 年齢別の正常値の基準

	正中神経				尺骨神経			
	運動神経		感覚神経		運動神経		感覚神経	
	遠位潜時	MCV (前腕部)	遠位潜時	SCV (前腕部)	遠位潜時	MCV (AE-BE)	遠位潜時	SCV (AE-BE)
年齢	正常上限値	正常下限値	正常上限値	正常下限値	正常上限値	正常下限値	正常上限値	正常下限値
45-54	4.3	52	2.8	55	3.1	50	3	49
55-64	4.4	51	2.9	53	3.2	43	3.2	44
65-74	4.5	50	3	51	3.2	43	3.3	44
75-	4.6	50	3.2	49	3.3	43	3.5	44

注 遠位潜時：msec、MCV・SCV：m/sec

表 異常値の個数と症度

基準	異常値の数
0	0個
1	1～4個
2	5～8個
3	9個以上

ウ 症度分類の手順

- ① 対象を年齢層に分類する。
- ② 年齢層別の正常値の基準を用いて各パラメータの異常値を判定する。
- ③ 異常値の個数を数え、異常の数により基準0～3に分類する。

エ 判定方法

代表的な患者の数値（年齢55歳）

	正中神経				尺骨神経			
	運動神経		感覚神経		運動神経		感覚神経	
	遠位潜時	MCV (前腕部)	遠位潜時	SCV (前腕部)	遠位潜時	MCV (AE-BE)	遠位潜時	SCV (AE-BE)
左	4.3	*50.2	*3.0	*51.9	*3.7	58.1	2.8	63.3
右	4.4	*48.3	*3.4	*51.6	*3.7	43.5	2.8	*43.1

注 遠位潜時：msec、MCV・SCV：m/sec

上記の代表患者を判定すると、

- ① 年齢が 55 歳なので年齢別正常値の基準の 55-64 歳の行で判定する。
- ② 上記表の\*を付した数値が異常値となる。
- ③ 異常値が 9 個あるので異常値の数が 9 個以上に該当し、基準 3 となる。

## (7) MRI による筋の機能評価検査

### ア 測定条件等

通常の診療用MRIを使用する。なお、体幹用と異なる前腕・手部撮像用の小コイルが準備できることが望ましい。MRI撮像に関しては室温、安静時間等の測定条件に関し特に厳密に設けることは不要であるが、一般のMRI検査と同様、被検者の禁忌事項として閉所恐怖症、インプラントなどの金属の留置などが挙げられ、検査施行中の約 15 分間検査部位を静止させておくことが必要である。

### イ 具体的な評価数値

MRI検査は現在のところ撮像画像による定性的評価に留まるため、数値として評価することは困難である。骨格筋の評価としては、筋の横断面積の他に T2 強調画像における輝度変化が最も重要な所見で、骨格筋の支配神経に変化が生じると、T2 強調画像で筋が高輝度変化を呈する。

### ウ 個人結果の判定方法

前腕および手掌部のMRI所見では、T2 強調画像における骨格筋輝度変化の程度とそれらの変化がどの骨格筋にみられるかということを判定することになるが、まずそれぞれの骨格筋の輝度変化を正常:(-)、軽度亢進:(±)、中等度亢進:(+)、高度亢進:(++)の 4 段階で評価した。これをそれぞれ運動機能評価としての基準 0、1、2、3 と対応させることとした。さらにMRIで 2カ所以上の骨格筋群に異常所見が見られた場合、例えば尺骨神経領域と正中神経領域の骨格筋群ともに輝度変化が認められた場合などは、輝度変化による基準を 1 段階上げる、即ち Grade 分類で(±)の所見であれば基準 1 とするところ、2カ所の骨格筋群に(±)の所見が見られれば、基準を 2 と判定することとした。

## (8) その他の検査

このほか、平成 13 年報告書に盛り込まれた各種検査手技についても、今回、具体的な評価基準を示すことは出来なかったが、振動障害の有無、程度を検査するうえで有効な手段であるといえる。

平成 13 年報告書で評価した各検査手技については、別添の【参考資料】でこれまでの研究成果を紹介しているので、これらを参考に振動障害の有無について評価すべきである。

## 2 鑑別すべき疾患

振動障害の特徴的な症状であるレイノー現象は、他の多くの疾患によっても発現することが知られている。また、その他の症状又は障害についても非特異的なものであって、種々の基礎疾患、既存疾病等あるいは加齢の影響等により生じている場合もある。このため、振動障害の診断に当たっては、類似疾患の除外診断が重要である。

振動障害と類似の症状を呈することのある疾病の主なものとして、以下に掲げるものがある。

- (1) 既往の外傷に起因するもの（火傷及び凍傷を含む。）
- (2) 振動業務以外の原因に基づくレイノー症候群（レイノー病、血清蛋白異常及び血糖異常）
- (3) 胸郭出口症候群（前斜角筋症候群、過外転症候群、肋鎖症候群及び頸肋症候群）
- (4) 中毒等による末梢神経及び血管の障害（麦角、鉛、砒素、塩化ビニルモノマー等）
- (5) 脈なし病、閉塞性血栓性血管炎（バージャー病）、糖尿病等による血管の障害
- (6) 関節リウマチ、強皮症等の膠原病
- (7) 痛風
- (8) 結核性等の慢性関節炎
- (9) 頸椎の退行性変化に基づく神経炎及び血管の障害
- (10) その他特殊な筋神経系の疾病（筋萎縮性側索硬化症、脊髄性進行性筋萎縮症、進行性神経性筋萎縮症等）

## Ⅷ 新たな検査体系の在り方

### 1 各検査の位置づけ

振動障害を診断するための検査手技について、現行認定基準で示している検査手技については種々問題があることを指摘した。平成13年報告書においては、各種検査手技について整理し、スクリーニングのための検査、精密検査・鑑別診断のための検査という検査の在り方について報告されている。そして、今般、7つの検査手法について振動障害群、対照群に対して実際に検査を実施し、その有効性を確認した。

このことを踏まえ、今後における検査体系の在り方として、平成13年報告書で示されたスクリーニングのための検査、精密検査・鑑別診断のための検査という考え方を導入し、現行認定基準で示されている検査手技、平成13年報告書で評価した検査手技、そして今回の実証検査で評価した検査手技について、実際の診断の場面において実施される検査として当検討会の見解を以下に示すこととする。

なお、スクリーニング検査については、検査手技の簡便性、検査機器の普及状況の観点から採用について検討される必要があり、精密検査のための検査については、スクリーニング検査による結果だけからは患者の病像を正しく把握しきれない場合にお

いて、より精密な検査として実施されるべきである。

## 2 検査精度を上げるための各種検査手技の組み合わせ

### (1) 末梢循環機能検査

現行検査手技において、爪圧迫検査は簡便な検査ではあるが検者の肉眼で確認しているため客観性に欠けること、検者の巧緻の差に左右されることから、必ずしも適切な検査であるとは言えない。また、冷水負荷皮膚温検査（5℃10分法）については、検査に伴う著しい疼痛等の問題もあり、また、実際の労災認定における検査において約7割が10℃10分法で行われているという実態にある。今後、ますます患者の高齢化が進むことが予想され、現行検査手技において示されている冷水負荷皮膚温検査（5℃10分法）については、これを否定するものではないが他の検査に置き換えられることが適切であると考え。

ただし、いずれの方法を採用しても検査の際にいくらかの寒冷刺激を伴わざるを得ないが、検査の客観性、信頼性、患者負担の相対的低下という観点から以下のとおりとする。

#### ア スクリーニング検査

スクリーニング検査としては、常温下皮膚温検査に加えて、冷水負荷皮膚温検査（10℃10分法）を実施することとする。ただし、今後、12℃5分法による冷水負荷皮膚温検査の評価基準がある程度確定された場合には、採用すべきである。

#### イ 精密検査

精密検査としては、皮膚温検査に加えて、局所冷却による指動脈血圧測定（FSBP%）、レーザー血流画像化装置による皮膚血流測定、レーザードップラー血流計による皮膚灌流圧測定を選択的に実施する。

### (2) 末梢神経機能検査

現行検査手技において、痛覚検査は簡便な方法ではあるが、被検者の応答に依存すること、被検者の皮膚の角質層の厚さ、角化の程度や年齢により痛覚閾値への影響が生じるとされており、また、感染症の問題等も指摘されるなどの問題がある。

振動覚検査については、被検者の応答に依存すること、振動子への指の圧力等の測定条件により検査値が異なること、加齢や皮膚の肥厚により閾値の上昇が生じる等の問題点が指摘されているが、一方、ISOによる国際標準化が行われ、評価法等の国際規格が示されている検査であり、正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査と組み合わせることにより、より客観化できることから以下のとおりとする。

#### ア スクリーニング検査

スクリーニング検査としては、振動覚検査（HVLab:35Hz、125Hz 又は LION:125Hz）及び正中・尺骨神経の運動・感覚神経伝導検査を実施する。

#### イ 精密検査

精密検査としては、運動・感覚神経伝導検査（インチング法等）、筋電図検査を実施する。

#### (3) 運動機能検査

現行検査手技において、握力検査（最大握力、瞬発握力、維持握力）、つまみ力検査については、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。また、タッピング検査については、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とは言い難い。運動機能障害の検査手技については客観性、再現性という観点からはいずれの検査も十分であるとは言い難いことから、これらの検査を否定するものではないが、あくまでも診断の参考にとどめるべきである。以上のことから、客観性に問題があるものについては、医師が直接行う次の検査とする。

#### ア スクリーニング検査

スクリーニング検査としては、レントゲン検査、握力検査、関節可動域測定、深部反射検査を実施する。

#### イ 精密検査

精密検査としては、握力検査結果が極端に低下している場合にはMRIによる筋の機能評価検査を実施する。

### IX まとめ

今回検討された検査手技及びこれに基づく検査体系は、最新の医学的知見に基づくものであるが、検討会の出した結論は、多彩で複雑な症状を呈する振動障害を的確に診断できるかという点必ずしもそうではない。しかしながら、昭和53年当時の医学的知見に基づいた検査手技と比較して遙かに精度の高い、客観的な検査手技を提示できたと考えている。今回実証検査を行った7検査については、被検者数の制限はあったものの全体的には患者の症度区分に対応した敏感度等を有するものであり、今回の結果では有意差を示さなかった検査項目についても、今後、さらに症例数を増やし、データを蓄積することによって有意に相関するという結果につながるものと確信する。言うまでもないが、検討会において、スクリーニング検査、精密検査として提案した各検査については、各々その長所、短所、限界等があり、各検査結果から、総合的に振動障害の有無、他疾患との鑑別、及び振動障害の症度を診断すべきである。

なお、実際の労災認定において、今回検討がなされた検査手技のうち、どの検査手技を採用し、また、どのような検査手技を組み合わせで行うかについては、検査機器の普及状況等を踏まえ、行政庁において判断すべきものであることを附記しておく。

## 【参考資料】

平成13年報告書では、検討会報告書に掲記した検査手技以外の検査として、末梢循環障害に係る検査では、皮膚温検査、サーモグラフィー、指尖容積脈波、血管造影、血管超音波、末梢神経障害に係る検査では、針筋電図検査、神経伝導検査(インキング法)、後期応答、誘発電位、運動機能障害に係る検査では、徒手筋力検査(MMT)、関節可動域測定、深部反射検査、レントゲン検査、MRI及びCTスキャンを掲げているが、改めて各検査手技に係る障害の把握のための基準、導入に当たっての留意点等を示すと以下のとおりである。

なお、末梢循環障害に係る検査では、実際の労災認定において、冷水負荷皮膚温検査は10℃10分法で行われることが多いことから、これまでの研究報告等による代表的な評価基準を示したが、血管造影、血管超音波等のほとんど用いられないことがない検査については除くこととした。

また、末梢神経障害に係る検査については、はじめに電気生理学的検査の概要を説明し、その後に各検査手技に係る障害の把握のための基準、導入に当たっての留意点等を示すこととした。

### 1 末梢循環障害に係る検査手技

#### (1) 冷水負荷皮膚温検査(10℃10分法)

冷水浸漬皮膚温検査では、冷水負荷による被検者の苦痛等を軽減するため、実際の労災認定では5℃10分法よりも10℃10分法がより多く採用されている。

検査方法は、冷却負荷用のウォーターバス(簡易にはバット中に氷水で調整)で10℃に水温を調整する。検査部位は問診により、しびれ感、疼痛などの自覚症状のある側の手指を浸漬(冷水負荷)側とする(両側に症状のある場合は左手とする)。皮膚温は中指末節掌側にて多チャンネル式サーミスタ温度計(自動記録式)等を用いて測定する。被検者の中指末節掌側にサーミスタのセンサーをテーピングする。防水剤としてワセリン等を使用する。浸漬用バットの水温のモニターも同時に行う。負荷をはじめる前に、各指で皮膚温の各浸漬前値を測定する。浸漬開始後、手指は手関節まで浸漬し、その際、センサーをつけた中指はバットに触れないように注意する。自動記録装置のない温度計では、1分毎に各被検者の皮膚温を記録する。冷水浸漬10分終了時、すばやくタオル等で被検者の手を清拭する。冷水負荷終了後の回復安静時、浸漬側の手指は、タオル上に掌側を上側にしておく。皮膚温は、負荷中及び負荷終了後10分間1分ごとに測定する。

#### ア 障害の把握のための基準

1978年、井藤、岩田らは、5℃10分法の評価基準をもとに10℃10分法の検査成績を追加し、10℃10分法の評価基準を示した(表1)。

表1 末梢循環・神経機能検査の評価基準（井藤、岩田ら）

項目	評点	常温下前値	直後値	引上げ5分後	引上げ10分後
皮膚温	1	32.5 未満	11.5 未満	15.0 未満	18.0 未満
	2	30.0 未満	11.0 未満	13.0 未満	16.0 未満
	3	27.5 未満	10.5 未満	11.0 未満	14.0 未満

注 皮膚温前値は片手4本の指のうち、最も悪い値で判定する。

一方、宮下らは、1986年から1995年までの10年間のチェンソー取扱者の健康診断データに基づき、10℃10分法を用いた皮膚温の新たな評価基準を検討し、1997年に新たな評価基準が示された（表2）。評価基準では、Aゾーン、Bゾーン、Cゾーン、Dゾーンは、それぞれ評価として、1+、2+、3+、4+、あるいは、評点として、0、1、2、3点と評価できるとしている。

なお、具体的な評価方法は以下のとおりである。

- ・ 冷水への浸漬は、左右いずれか症状の強い側とし、皮膚温検査の対象指は中指とする。
- ・ 前値、直後値、5分後値、10分後値、5分後回復率、10分後回復率の代表値から、Aゾーン：0点、Bゾーン：1点、Cゾーン：2点、Dゾーン：3点と評点して合計する。
- ・ 合計点から、0～4点：所見レベル0、5～8点：所見レベル1、9～11点：所見レベル2、12点以上：所見レベル3とする。

表2 新しい評価基準（宮下ら）

		基準値Ⅰ		基準値Ⅱ		基準値Ⅲ	
		Aゾーン	Bゾーン	Cゾーン	Dゾーン		
皮膚温 (°C)	前値	31.5	28.5	24.5			
	直後値	13.5	11.5	11.0			
	5分後値	17.0	15.5	14.0			
	10分後値	20.0	17.0	15.0			
(%)	5分後回復率	25.0	18.0	13.0			
	10分後回復率	39.0	28.0	21.0			

イ 導入に当たっての留意点

- ・ 寒冷昇圧反応による一過性の血圧上昇に対する高血圧者への配慮が必要である。
- ・ 被検者に強い手指の疼痛感を与える。
- ・ 検査に約20分以上という比較的長い時間を要する。
- ・ 皮膚温は、安静時の値のみならず、回復期も検査室温に影響されるため、検査

室温は、20～23℃に保つことが重要である。

- ・ 検査を行う季節は、症状が顕在化する冬期が望ましい。
- ・ 高血圧、心筋梗塞、冠動脈硬化症又は心不全の既往歴のある者には、心電図等  
でよく検討した上で実施する。また、冷却負荷中、被検者が胸苦しさや狭心痛を  
訴えた場合には直ちに中止する。

## (2) サーモグラフィー

赤外線カメラを用いて体表面からの熱放射を測定することにより得られる体表面の温度分布を二次元的に画像表示する検査手法である。室温馴化の後に単にサーモグラムを撮影することを単純サーモグラフィーというが、実際にサーモグラフィーを施行する際には冷却負荷をかけることが多い。

### ア 障害の把握のための基準

単純サーモグラフィーでは、手背皮膚温の低下の有無、あるいはサーモグラムパターンから循環障害の有無あるいは程度を評価することができる。また負荷サーモグラフィーでは負荷前後の変化、また負荷後の回復過程を指標に循環障害の有無を評価することができる。Nasuら<sup>1)</sup>は振動工具使用者77名を対象にサーモグラフィーによる評価を行った。室温24℃、湿度50%の状態です30分間の室温馴化の後、両手背のサーモグラムを記録しそのパターン(図1)をtype1)正常、type2)手背平均温度の左右差が1℃以上であるもの、type3)手指末梢に向かうに従って皮膚温が低下するもの、type4)各手指間で皮膚温度差を生じるもの、type5)手指平均温度が30℃以下であるものの5型を基本形とし、それらの組み合わせで分類した。サーモグラムパターンのうちtype1のみを正常とした場合、感度は85.3%、特異度は46.5%であった。

### 「図1」

von Bierbrauerら<sup>2)</sup>は冷水浸水負荷サーモグラフィーにより振動障害者における循環障害を評価した。室温22℃での20分間の室温馴化の後、12℃、3分間の冷水負荷を両手掌に行い、負荷前、負荷直後、以後経時的に全手指のサーモグラムを検討した。負荷前のサーモグラムでは健常者と振動障害者との間に差は認められなかったが、負荷後一定時間が経過した後、負荷前の皮膚温に回復しない手指が1指でも存在した場合を振動障害が存在すると仮定した場合の各時間における感度、特異度を検討すると、15分後ではそれぞれ91.7%、66.7%、30分後では58.3%、100%であった。

### イ 導入にあたっての留意点

- ・ 常温下皮膚温検査と同様、厳密な測定条件の設定が必要である。
- ・ 客観性が高く、非侵襲的で特殊技能は不要だが、器械は安価とはいえない。
- ・ 他の器質的末梢循環障害との鑑別は困難である。



### (3) 指尖容積脈波

光学的手法により指尖における血液変動（単位体積当たりのヘモグロビン量の変化）を脈波として描出する。光電脈波センサーは、小型で測定部位に密着させるだけでよく、簡単に計測、記録できる。

#### ア 障害の把握のための基準

パラメータは波形の形態分類、波高と頂点時間の計測であるが、波高の校正方法が無いために、絶対値は測定できない。正常と異常の判定は頂点時間の計測と波形分析で行う（図 2～4）。正常な波形では立ち上がりが急峻で心収縮期上昇脚は直線的となる。明瞭な頂点 P に続いて切痕（N）、重複波（D）が明瞭に認められる。大動脈炎症候群、閉塞性動脈硬化症、バージャー病などで四肢動脈に器質的閉塞がある場合には、アーチ波が出現する。一方、レイノー症候群のような vasospasm による末梢動脈の機能的閉塞では、peaked pulse と呼ばれる波形が得られる。一宮ら 4) は、振動工具使用者では、①中間波がかなりの頻度で発現し、波形の異常は健常者とレイノー病、強皮症、閉塞性動脈硬化症及び閉塞性血栓血管炎など末梢循環疾患の中間に位置する、②常温下でも少数の異常波が認められ、寒冷負荷により増加する、③高齢者ほどまたレイノー現象陽性者ほど異常度は高く、寒冷負荷による変動幅も増大する、④寒冷負荷による波形変動のパターンはやや閉塞性動脈硬化症に類似していると報告している。また、桜井ら 5) は、振動障害にみられる夏期の末梢循環機能を冷水負荷後の指尖容積脈波により評価し、冷水負荷脈波は夏期においても比較的安定し、精度が高く、客観化できると報告している。

#### イ 導入にあたっての留意点

- ・ 室温、湿度などの厳密な測定条件の設定が必要である。
- ・ 心機能の影響を受けるため、心機図に頸動脈波を加えるなどにより、心機能を評価し、指尖脈波から心機能要因による変化を取り去って波形を観察する必要がある。
- ・ 他の器質的末梢循環障害との鑑別は困難である。
- ・ 器械は比較的安価で、客観性も高い。
- ・ 非侵襲的で検者に特殊技能も不要である。

「図 2」

「図 3」

「図 4」

## 2 電気生理学的検査の概要

一般的に普及している電気生理学的検査を分かりやすく示したのが図 5 である。運動単位（motor unit）の構成要素を図 6 に示したが、そのなかでも末梢神経や筋に対

する検査が一般的に行われており、その代表的なものが神経伝導検査と針筋電図検査である。また、末梢神経の中枢部の評価のためには、F波、H波などの後期応答や瞬目反射が用いられる。神経筋接合部の評価のためには、反復刺激を利用した疲労検査や単線維筋電図が用いられる。末梢神経と中枢神経を総合的に評価するためには、体性感覚誘発電位に代表される各種誘発電位の測定が有用である。

「図 5」

「図 6」

#### (1) 検査機器

一般的に電気生理学的検査のために使用される検査機器は、ほとんどが筋電計と神経伝導検査のための装置を兼ね備えており、一体のユニットとなって構成され、各種誘発電位の測定が可能なものも多く存在する（図 7）。検査機器の基本的な構造は、図 8 に示すように、被検筋に刺入された針電極、あるいは設置した表面電極等からの活動電位を受け取り、電位は増幅器を通して拡大され、オシロスコープ上に表示される仕組みとなっている。電気生理学的検査のために使用される電極にはさまざまな種類のものがあり、通常は、神経伝導検査においては表面電極が、臨床筋電図検査には針電極が用いられる。針電極の種類には、構造上、同軸または同芯針電極、双極針電極、単極針電極の 3 種類あり、我が国においては同軸または同芯針電極が広く使用されている。

「図 7」

「図 8」

#### (2) 神経伝導検査

神経伝導検査は、末梢神経障害に対する代表的な電気生理学的検査である。末梢神経は、脊髄前角細胞から活動電位が出る運動神経線維と、皮膚などの感覚受容器から活動電位が伝わる感覚神経線維に分けられる。また、神経の活動電位の伝達の様式は、神経細胞より末梢へ向かう遠心性の伝達と、神経末端から中枢に向かう求心性の伝達の 2 つに分けられる。皮下表在性の末梢神経のほとんどは、運動神経線維と感覚神経線維の両者から構成される混合線維として走行している。実際にはこの混合線維が、神経伝導検査の対象となることが多いが、運動神経線維と感覚神経線維は個々に、運動神経伝導検査、感覚神経伝導検査として実施することが可能である。運動神経伝導検査と感覚神経伝導検査において、運動神経、感覚神経ともに検査対象となる線維は、神経幹の中の直径の太い A 線維に属する有髄神経線維である。有髄神経線維では、跳躍伝導により刺激が伝わるが、その伝導速度は髄鞘間の距離が長いほど、神経線維の直径が太いほど速く伝わる。しかし、神経伝導速度は、加齢や皮膚温度の低下に伴い伝導速度も低下するので、検査に当たっては皮膚温度の確認を行い、保温を心掛け、

伝導速度の低下に関しては、加齢の影響も考慮しながら検査結果を検討する必要がある。

末梢神経障害の有無や障害の程度、障害部位を評価するために、神経伝導検査を行うことは有用であるうえ、検査は非侵襲的であり、通常の神経伝導検査においては臨床検査技師による実施も可能である。さまざまな神経疾患に対し、最も広く利用されている検査のひとつである（表 1）。これらの意味で振動障害の末梢神経障害の診断を目的としたスクリーニング検査としては、最も適した検査と考えられる。また、絞扼部の上下を刺激する方法を用いることで、より詳細な末梢神経障害の病態を把握することが可能と考えられる。さらに、他の末梢神経障害の検査結果と比較することで、振動障害の末梢神経障害の病態を把握するための一助になると考えられる。

「表 1」

### (3) 運動神経伝導検査

運動神経伝導速度検査では、末梢神経の一部を構成する運動神経を電気刺激することにより、神経の支配する筋肉から誘発電位反応である複合筋活動電位（compound muscle action potential：CMAP あるいは M 波）を導出し、運動神経から筋肉に至るまでの異常の有無を検索することが可能である。評価には、遠位潜時（distal latency）や運動神経伝導速度（motor nerve conduction velocity：MCV）が用いられる（図 9）。

「図 9」

検査は、検査する末梢神経幹の上に刺激電極をあて、刺激電極の陰極が神経の遠位側に、陽極が神経の近位側になるように設置し刺激を入力する。刺激強度は、刺激を強くしても CMAP が変化しなくなる強度での刺激、すなわち最大上刺激（supramaximal stimulation）を用いて行う。上肢では正中神経と尺骨神経が、一般的にスクリーニング検査として採用されることが多い。これらの神経は、皮下の比較的浅い部分を走行しており、運動神経伝導検査の対象となる。記録電極は、刺激される末梢神経の支配する筋肉の筋腹中央に陰極を、腱の上に陽極を置き、CMAP を記録する。波形の陰性部分が上方に振れるように、オシロスコープを設定し記録する。接地（アース）は、記録電極と刺激電極の間に設置するのが一般的である。図 10 に、実際の手関節部刺激による、正中神経の運動神経伝導検査を示す。

「図 10」

一般的には、運動神経伝導速度（motor nerve conduction velocity：MCV）と遠位潜時（distal latency）が評価に用いられるが、近年においては、検査機器の進歩もあり、CMAP の波形、持続時間、振幅も評価に用いられるようになってきている。刺激を与えてから M 波が立ち上がるまでの時間（単位 msec）を潜時（latency）といい、遠位潜時とは、特に末梢の手関節や足関節部で刺激を与えてから M 波が立ち上がるまでの潜時をいう。潜時を構成する成分には、神経を伝導するのにかかった時間、神経筋接

合部を伝導するのにかかった時間、筋の興奮に要した時間が含まれる。したがって、運動神経伝導速度（単位 m/sec）は、同一神経幹上の近位部と遠位部を刺激し、「2 点間の距離（単位 mm）」を、「近位部を刺激した時の潜時と遠位部を刺激した時の潜時の差（単位 msec）」で除して求めることができる（図 11）。遠位潜時の遅延があると、刺激部位より遠位での障害が考えられ、絞扼性末梢神経障害などの存在が示唆される。運動神経伝導速度の低下は末梢神経障害の存在が考えられる。表 2 の（a）に主な神経の遠位潜時と運動神経伝導速度の値を示す。一般的に運動神経伝導速度においては、この値の±2SD の範囲が正常値として採用される。

「図 11」

「表 2」

運動神経伝導検査における M 波の波形の異常として、その振幅低下および消失、持続時間の延長、潜時の延長、時間的分散（temporal dispersion）（図 12）、伝導ブロック（図 13）などがある。軸索変性により誘発電位の振幅は低下し、脱髄により潜時の遅延と伝導速度の低下がおこる。実際には、軸索変性と脱髄の両者の病態が混在していることが多い。時間的分散とは、脱髄が一部の線維におこり、すべての神経線維に同程度におこっていない場合に、その M 波の波形が多相性になり持続時間にばらつきが認められる現象のことをいう。脱髄の程度がさらに強くなると、活動電位はその部分を伝導しなくなる。その刺激点より末梢の部分では伝導性は保たれているものの、病変より近位での刺激では活動電位が得られないという現象を伝導ブロックという。このように、M 波（CMAP）の波形も末梢神経障害に関する重要な情報をもたらしてくれる。M 波（CMAP）の波形に関する標準的な指標を作ることは困難であるが、個々のケースについての異常を評価するうえでは大切な検査である。M 波（CMAP）は、伝導速度や潜時を計測したスクリーニング検査で異常を認めた場合の精密検査として用いるべき指標と考えられる。

「図 12」

「図 13」

#### （4） 感覚神経伝導検査

感覚神経伝導検査は、感覚神経の一部を直接電気刺激し、その神経上の他の部位から感覚神経活動電位（sensory nerve action potential：SNAP）を記録する検査である（図 14）。一般的に、上肢では正中神経と尺骨神経が検査対象として採用されている。刺激方法の違いにより、順行性伝導検査法（末梢部で刺激して中枢側で記録する方法）と逆行性伝導検査法（中枢部で刺激して末梢側で記録する）に分けられる。それぞれの方法に利点と欠点があるが、SNAP を記録するうえでは、通常の検査では基本的にどちらを採用しても問題はない。神経の走行上に記録電極を置いて測定するが、そのとき陰極を刺激電極の近位側、陽極を遠位側に置く。SNAP の波形が小さく振幅が数  $\mu V$