

図9 運動神経および感覚神経線維

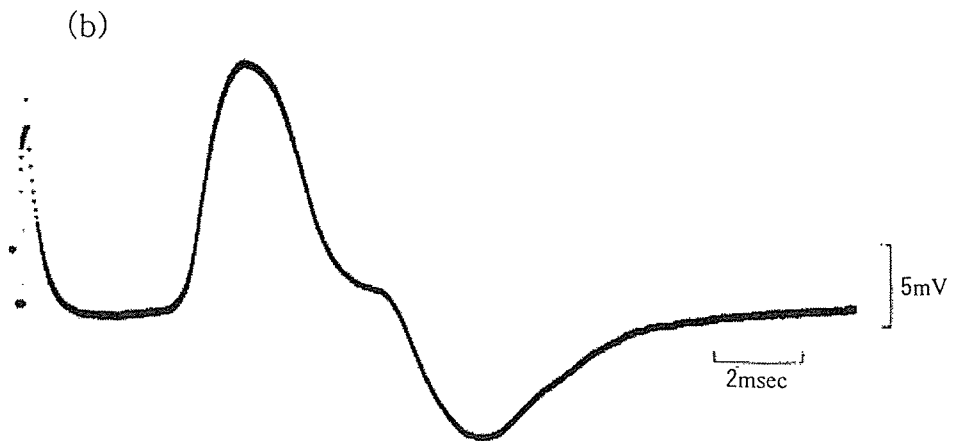
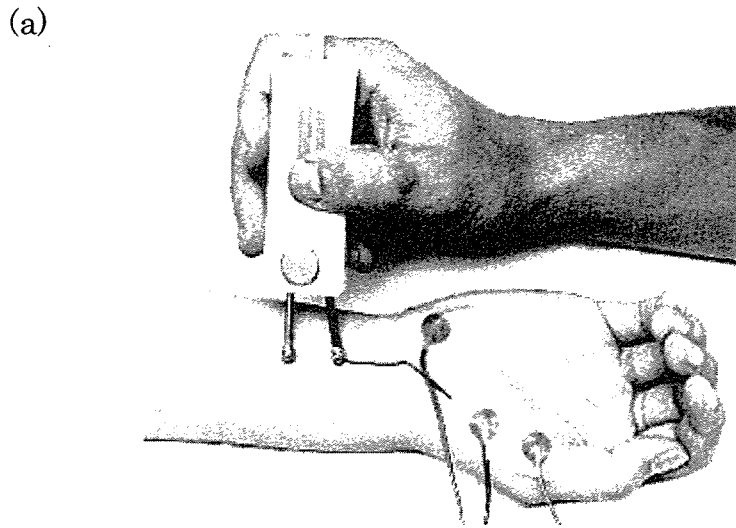
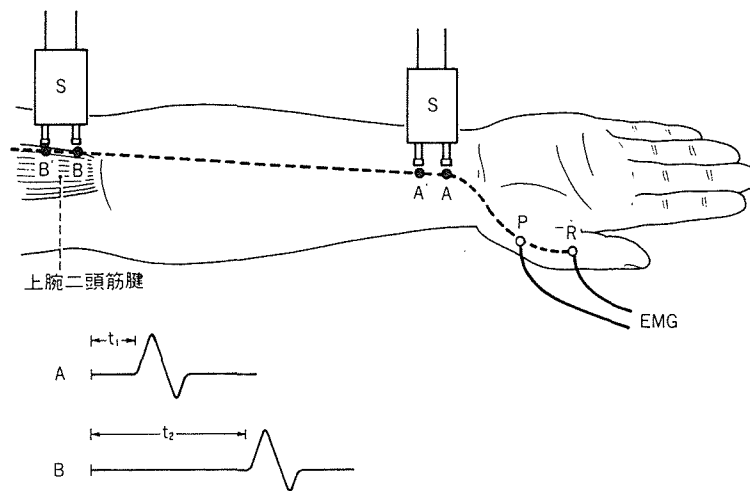


図10 正中神経の運動神経伝導検査

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。

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 5 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±2 SD の範囲が正常値として採用される。



神経線維の末梢部・中枢部の 2 ケ所で測る。これにより MCV を算出するには次式を用いる。

$$MCV \text{ (m/sec)} = \frac{l_2 - l_1 \text{ (mm)}}{t_2 - t_1 \text{ (msec)}}$$

l_2 : B → P の距離 l_1 : A → P の距離

t_2 : B → P の伝導時間 t_1 : A → P の伝導時間

$l_2 - l_1$ の距離は B - A 点の距離であるため、実際には B - A 間距離を測定して $l_2 - l_1$ とする。

図 11 正中神経の運動神経伝導速度(MCV)の測定法

表5 正常神経伝導速度
(a)

運動神経	伝導速度±標準偏差 (m/sec)	遠位潜時±標準偏差 (msec)	遠位距離 (cm)
正中神経 (median n.)	57.4±4.0	3.79±0.30	7
尺骨神経 (ulnar n.)	61.4±5.2	2.84±0.30	7
腓骨神経 (peroneal n.)	51.0±3.3		
脛骨神経 (tibial n.)	50.6±3.7		

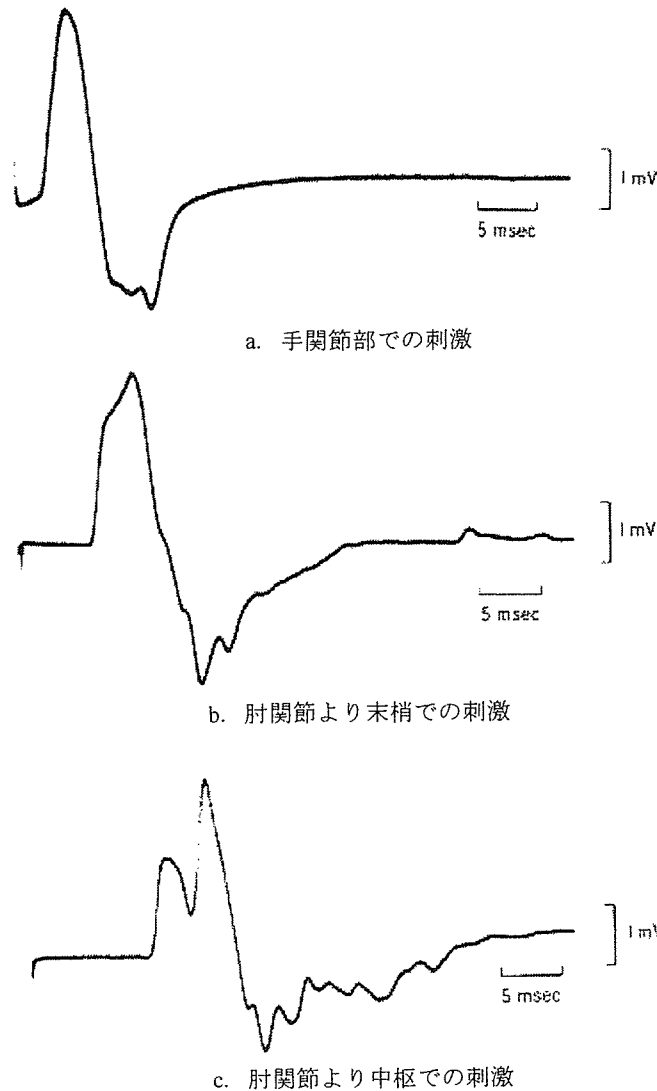
(b)

	伝導速度±標準偏差 (m/sec)	遠位潜時±標準偏差 (msec)	遠位距離 (cm)
正中神経 (median n.)	56.4±4.7	2.48±0.21	14
尺骨神経 (ulnar n.)	56.9±6.2	2.46±0.27	14
腓骨神経 (peroneal n.)	55.5±6.0	2.52±0.27	14
脛骨神経 (tibial n.)	50.1±5.1	2.82±0.28	14

運動神経伝導検査におけるM波の波形の異常として、その振幅低下及び消失、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。

(4) 感覚神経伝導検査²⁾

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

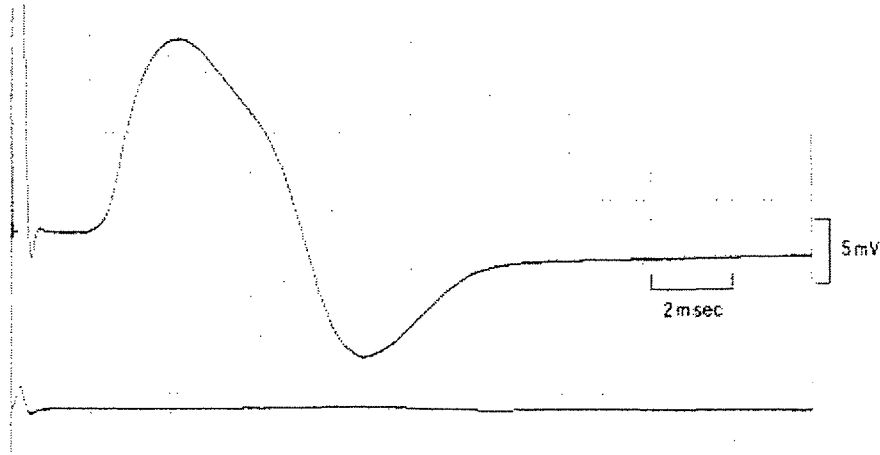


肘関節より中枢での刺激誘発電位 (c) は手関節部 (a)、肘関節部より末梢 (b) でのものに比べて波形が多相性である。末梢神経が扼殺され、神経伝導速度にばらつきが生ずるとともに伝導速度は遅延する。時間的分散 (temporal dispersion) である。

図12 時間的分散 (temporal dispersion)

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 μV の場合は、同期加算記録 (averaging) を行う。評価の実際においては、運動神経伝導検査と同様に、遠位潜時 (distal latency) と感覚神経伝導速度 (sensory nerve conduction velocity: SCV) を指標として用いる。感覚神経伝導検査では、運動神経伝導検査と違って、刺激電極と記録電極の間に神経筋接合部、筋線維を含まないため、刺激電極と記録電極間の距離を潜時で除することにより、感覚神経伝導速度を求めることが可能であり、運動神経伝導速度のように2ヶ所で刺激を行い計測する必要がない。

感覚神経伝導検査においても、遠位潜時の遅延は、刺激部位より遠位での絞扼性末梢神経障害の存在を示唆しており、感覚神経伝導速度の低下を認めたときは、末梢神経障害の存在が考えられる。



脱髄の程度が強くなると、活動電位はその部分を通して伝わらなくなる。図の遠位刺激（上段）では、活動電位が得られているものの、近位刺激（下段）では活動電位が得られない。これは脱髄性疾患や機械性圧迫（entrapment neuropathy）などでみられる。

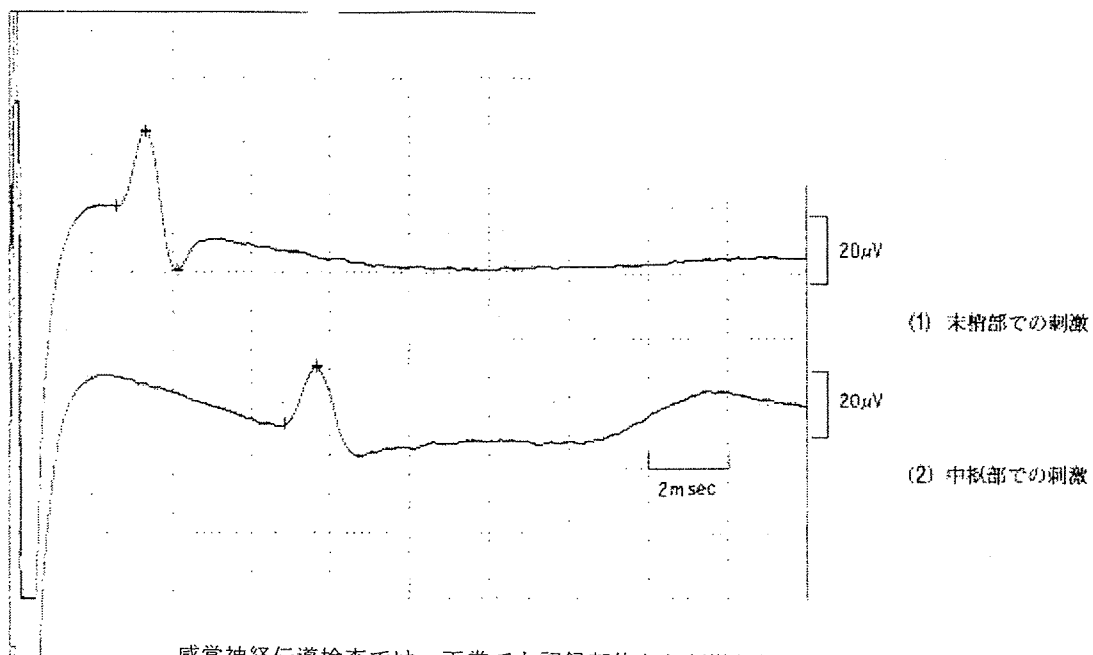
図13 伝導ブロック (conduction block)

SNAPの波形も、M波の波形と同様に、伝導ブロックの評価に使用されるが、健常者でも逆行性刺激を行った場合は、近位部で刺激して誘発された波形の電位は、遠位部で刺激して誘発された波形の電位より小さくなるので注意が必要である。主な神経の遠位潜時と感覚神経伝導速度の値を表5の(b)に示すが、感覚神経伝導速度は、運動神経伝導速度と同様に、この値の $\pm 2SD$ の範囲が正常値として採用される。

3 末梢神経障害に係る検査手技

(1) 神経伝導検査（いわゆるインチング法）

インチング法とは、末梢神経に対する絞扼が疑われる病変部を挟んで、複数の部位で電気刺激を行い、CMAPないしSNAPを記録し、その波形の形態、持続時間、振幅、また立ち上がりの潜時や頂点の潜時の連続的な変化を検討する方法である。絞扼性末梢神経障害に対しては、通常の基本検査としての運動神経伝導検査と感覚神経伝導検査に加え、インチング法を用いることにより、さらに詳細な情報を得ることができる。インチング法を用いることで、絞扼の部位を同定することが可能であり、病変の局在診断を行うにあたっては非常に有用な検査である。病変部と考えられる部位を挟んで神経の走行に沿って、等間隔の複数の部位で電気刺激を行いCMAP及びSNAPを記録する方法と、固定した部位から電気刺激を行い、病変部を挟んで神経の走行に沿った等間隔の複数の部位でCMAP及びSNAPを記録する方法が一般的である。1979年にKimuraが正中神経の絞扼障害に対し、経皮的な逆行性電気刺激によるインチング法を利用した診断方法を紹介している⁴⁾。1985年にはSerorは、経皮的な順行性電気刺激によるインチング法を利用した、詳細な正中神経障害の評価を行っている⁵⁻⁶⁾。インチング法の原法(図15)では末梢神経の病変部を挟んで1cm間隔で多数の部位で電気刺激を行うものであるが、実際にここまで厳密に行わなくとも、絞扼性末梢神経障害の病変部を挟んでの中枢部と末梢部の少な



感覚神経伝導検査では、正常でも記録部位から刺激部位が離れるにつれ、誘発反応はより小さくなる。したがって、伝導ブロックの評価には注意が必要である。

(1) 末梢部（手関節部）での刺激による反応

立ち上がり 2.6msec

ピーク 3.3msec

振幅 $43 \mu V$

(2) 中枢部（肘関節部）での刺激による反応

立ち上がり 6.7msec

ピーク 7.6msec

振幅 $28 \mu V$

(1) - (2)間の伝導に要する時間(t)を立ち上がりを基準にすると

$6.7 - 2.6 = 4.1$ (msec)

(1) - (2)間の距離(l)は250mmである。

よって

$$SCV = \frac{250}{4.1} = 60.9 \text{ (m/sec)}$$

図14 正中神経の感覚神経伝導検査（逆行性）

くども2ヶ所を電気刺激して情報が得られれば役立つ場合が多い。

運動神経伝導検査及び感覚神経伝導検査の基本検査としての有用性については上述のとおりであるが、これらの検査についてはさらに詳細な検査手技並びに指標を用いることにより、精密検査としての有用性も期待できる。

インチング法などを用いることにより、絞扼部位の同定などが可能となる。また神経伝導検査の応用として神経伝導速度分布検査 (distribution of conduction velocity : DCV) があるが、これは通常の検査では最大の伝導速度を持つ神経線維のみが評価されるのに比し、伝導の遅いものも含め神経線維それぞれの伝導速度の評価が可能となる。これらの方法を用いることにより、より詳細な病態の把握が可能となる。

これらの方法は振動障害においては精密検査として実施することにより、神経伝導検査の精度を高めることができる。しかし、いわゆるインチング法は比較的簡単に実施できる