



三臨技 紙面勉強会 No.4



臨床生理部門 神経生理分野

神経伝導検査の基礎

三重県立総合医療センター 中央検査部

伊藤 美紀

神経伝導検査

- 神経伝導検査(nerve conduction study: NCS)とは、電気刺激を用いて人為的に末梢神経を興奮させ、神経や支配筋に生じた活動電位を体表面から記録し、末梢神経の機能を客観的に評価する検査である。
- 運動神経伝導検査と感覚神経伝導検査に大別され、末梢神経障害の有無や病変の部位、病態の鑑別、重症度などを調べ、臨床診断と治療に役立てることを目的としている。

運動神経伝導検査

motor nerve conduction study

神経走行の2ヶ所以上の部位で刺激を加え誘発された複合筋活動電位(CMA P: Compound Muscle Action Potential)を記録したものの。

【パラメータ】

終末潜時 Terminal Latency ; TL

振幅 amplitude

持続 duration

伝導速度 Motor Nerve Conduction Velocity ; MCV

感覚神経伝導検査

sensory nerve conduction study

神経線維そのものを電気刺激するので1カ所の刺激で伝導速度の計算が可能である。

【順行法と逆行法】

順行法 手指神経刺激 — 近位部導出

逆行法 近位部刺激 — 手指神経導出

【パラメータ】

終末潜時 Terminal Latency ; TL

振幅 amplitude

持続時間 duration

伝導速度 Sensory Nerve Conduction Velocity ;SCV

【導出波形】

- ・個々の神経線維の反応ではない

→多くの神経線維からの筋電位あるいは神経活動電位を記録している(複合電位)

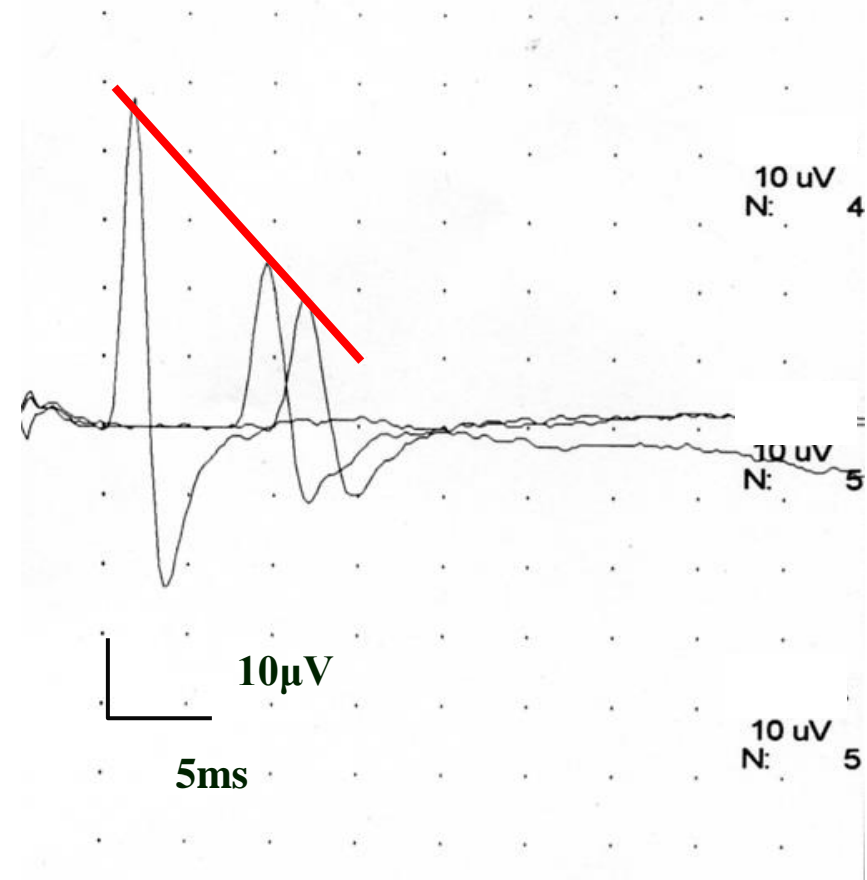
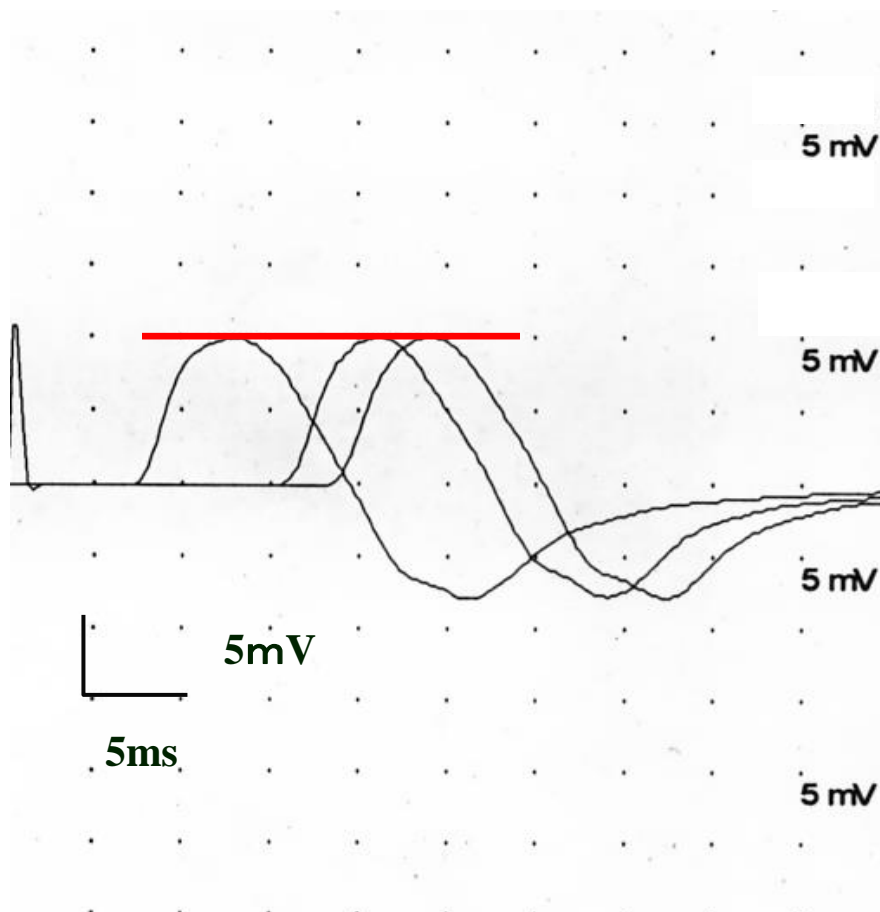
- ・正常でも、速度の速いもの、遅いものがある

→神経線維の伝導速度の分布は、実際には連続的であり、同一カテゴリーに属している線維でもその伝導速度にはバラツキがある。

- ・距離が長くなると、ばらつきが大きくなる

→神経をある一点で電気刺激した場合、その直下の各神経線維にはほぼ同時に活動電位が発生する。その活動電位は神経線維を伝播するが、記録部位が刺激部位より離れれば離れるほど活動電位の時間的ばらつきは大きくなる。

生理的位相相殺現象(CMAPとSNAP)



- ▶ 生理的位相相殺現象が著明にみられるのは、主に感覚神経伝導検査においてである。
- ▶ 感覚神経伝導検査では、神経線維の活動電位を記録しているため波形の持続は短く(2msec程度)、記録電極までの距離が長くなると伝導時間のばらつき(1ms程度)が位相のばらつきに大きく影響するようになるため、位相の相殺が起きやすくなる。
- ▶ 遠位部刺激と近位部刺激の波形を比較すると、後者の方がより振幅が低く、持続時間の長い波形となる。

【記録条件】

- ・室温：25～28℃が望ましく、冷房は直接患者に当たらないようにする。
- ・皮膚温：上肢は32℃、下肢は30℃以上であることを確認する。
 - 皮膚温が低い場合は、お湯又はホットパック等で3～5分以上深部まで温める。
 - 皮膚温の計測には専用の温度計を用いて、正確な皮膚温を記録する。
 - ・・・上肢皮膚温は中指掌側中央指皮線と近位指皮線の間
 - ・・・下肢皮膚温は足首背側
- ・電極設置部位：アルコール綿や研磨剤等できれいに拭く。

記録条件	Low cut filter	High cut filter	Sensitivity
運動神経	20 Hz	2 KHz	5 mV/DIV
感覚神経	20 Hz	2 KHz	10 μ V/DIV
F波	20 Hz	2 KHz	500 μ V/DIV

注) 基線が急峻な場合はLCF30 Hz

・波形の潜時, 振幅の取り方

- ・潜時は波形が基線から直接立ち上がった点, 無ければ下がった点とする。
- ・振幅は波形の基線と陰性頂点 (baseline to negative-peak) とする。
- ・F波振幅は波形の頂点と波形後部最下点とする。

- ・検査目的筋と電極位置

検者は被験者の目的筋に拮抗する力を加え、筋と筋腹を確認し、その延長線上に基準点を設定し、G1(導出電極)位置とG2(基準電極)位置を決定する。

- ・距離計測

刺激したときの状態で巻き尺を使用し、電極の中心点とマーキングとの距離を必ず1mm単位まで計測する。(例:243mm)

・刺激電極位置

刺激電極の陰極は、NCVでは遠位部に、F波は近位部側に向ける。

手は手背をベッドに完全に付け、最大伸展(次ページ)させた状態で電極位置を決めマーキングする。

刺激装置は刺激ポイントを微妙に動かし最適位置で固定刺激する。

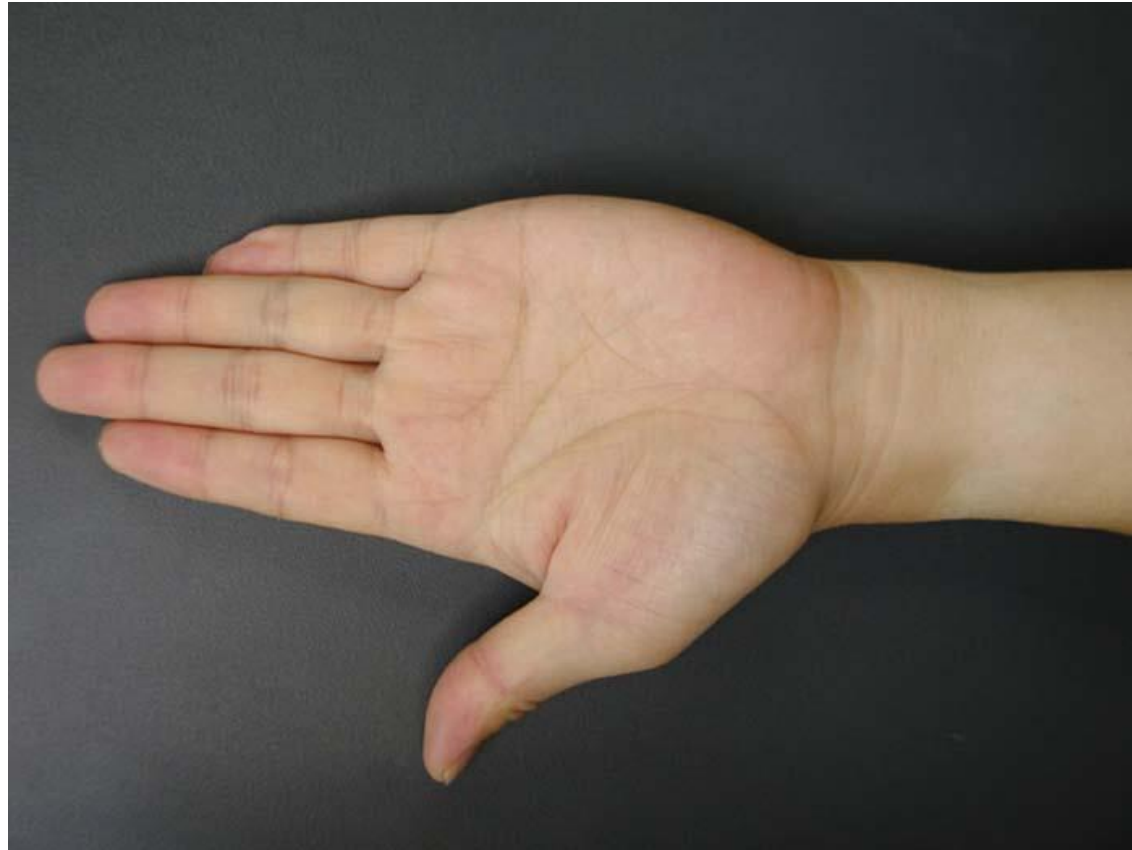
注) その位置の皮膚のずれが明らかな場合は一旦、刺激電極を離して再び最適位置に置き刺激をしてマーキングする。

・最大上閾値

最大振幅を得られた値よりさらに20%上げる。

電気刺激はゆっくりと上げ、一度に5mA以上は上げず、特にF波検査時にはH波を見逃さないように注意する。

【最大伸展】



手は手背をベッドに完全に付け、最大伸展(写真参照)させた状態で電極位置を決めマーキングする。

【F波】

運動神経刺激による逆行性インパルスが脊髄前角細胞の運動ニューロンを興奮させ、それにより生じた遅発筋電位のこと、F波測定により末梢神経全長の評価が可能となる。

特徴として、M波が電気刺激によって賦活されたすべての神経線維の総和であるのに対して、F波はその数%の神経線維の興奮によって発生するために、F波の振幅は、M波の1~5%程度と非常に小さい電位である。さらに、再興奮する前角細胞が刺激ごとに変動するために、潜時や形の異なる波形が記録されるのが特徴である。

【F波の記録】

- ・F波は50 μ V以上をF波とする。
- ・潜時は波形が基線から直接立ち上がった点, または下がった点とする。
- ・F波の潜時の(min), (max)とF/M比の(min), (max)を求める。
- ・出現率(%)を求める。(出現回数 / 刺激総数) \times 100
- ・A波もしくは同一様波形の出現の有無

【F波の測定】

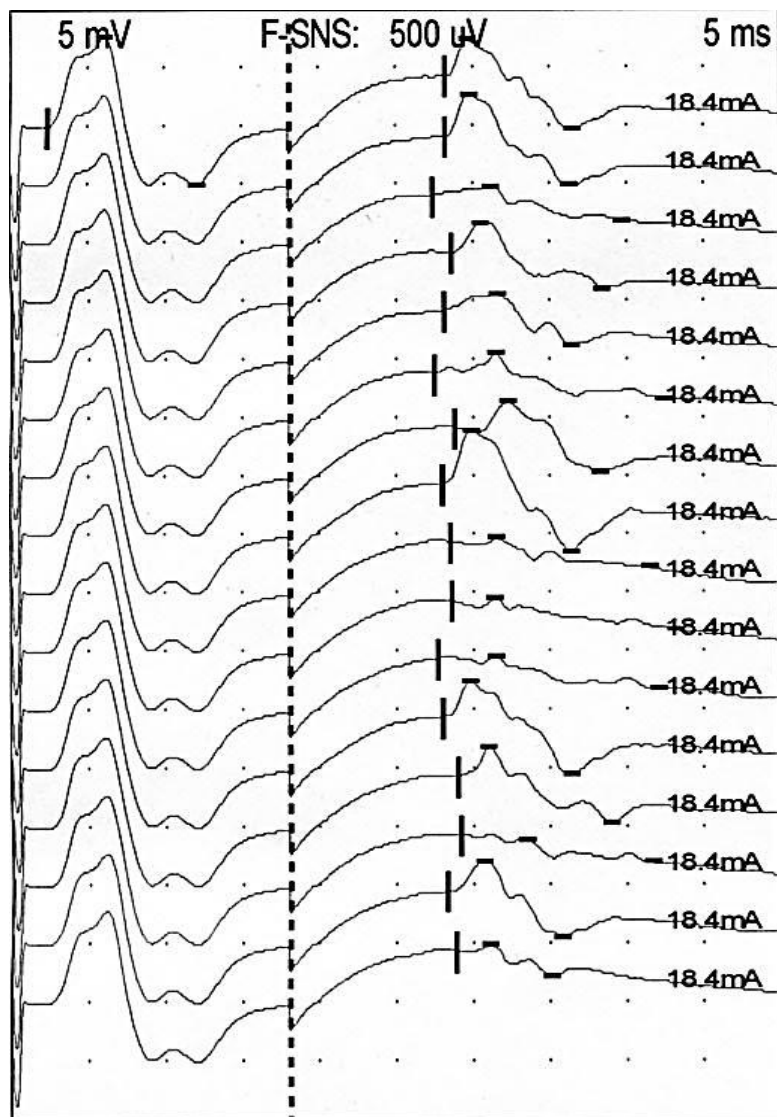
記録電極：運動神経伝導検査と同様

刺激部位：(S1) 運動神経伝導検査と同様の陰極部位で陽極を回転させ近位部に向ける。

記録回数：16回

※導出率は悪い場合は、32回行う。

【F波】



【影響因子】

最大上刺激

皮膚温

発汗

指周囲径

年齢

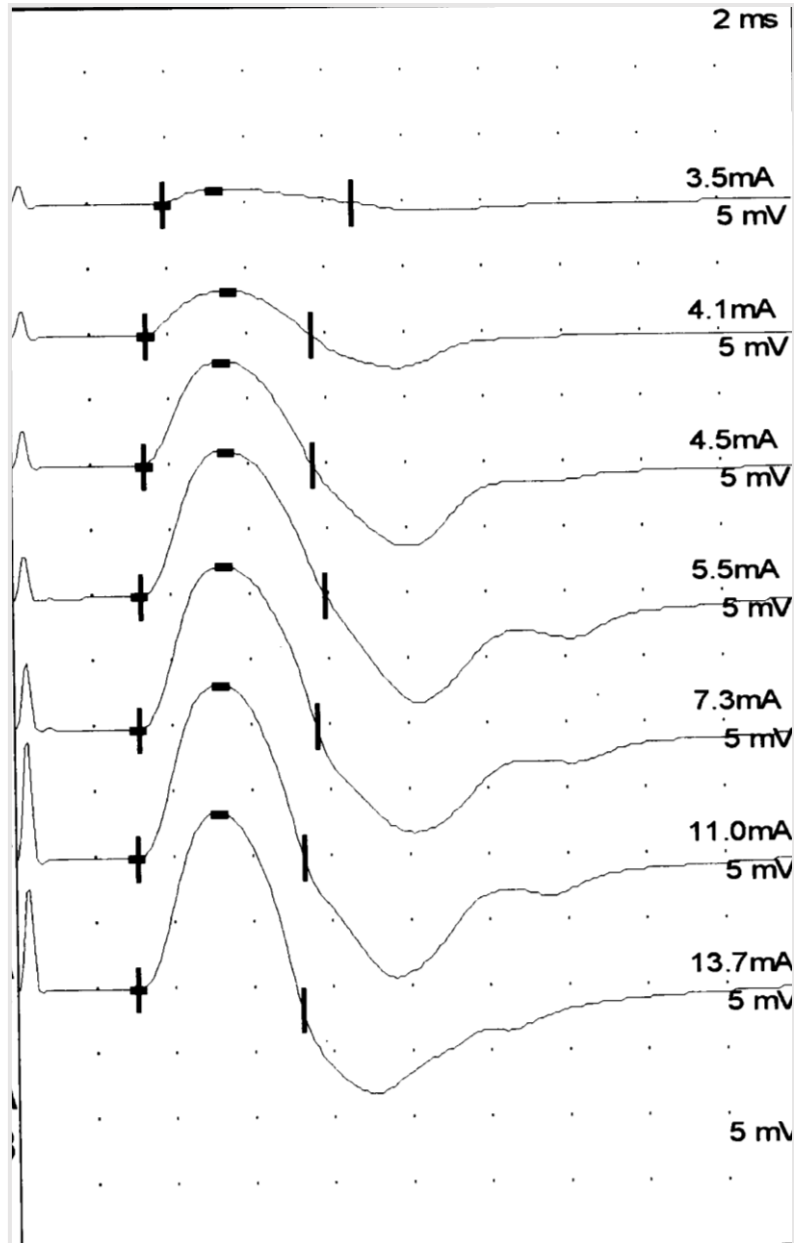
緊張、睡眠

【最大上刺激】

- ▶ 刺激強度を少しずつ上昇させると、わずかな誘発電位が出現する。
- ▶ この刺激強度は刺激閾値と呼ばれ、ごく一部の神経線維のみ興奮が起こっている状態である。
- ▶ さらに刺激強度を上げることで誘発電位の振幅は大きくなっていくが、ある時点で振幅の変化は起こらなくなる。この時点の刺激強度を最大刺激(maximal stimulation)とよび、すべての神経線維が興奮している状態と考えられる。
- ▶ 神経伝導検査では、刺激したすべての神経線維が確実に興奮した状態で記録を行う必要があるため、最大刺激からさらに20%強い刺激強度が用いられている。この刺激強度を最大上刺激(supramaximal stimulation)と呼ぶ。

【最大上刺激】

刺激強度による潜時差



Lat : 3.9 ms

Lat : 3.4 ms

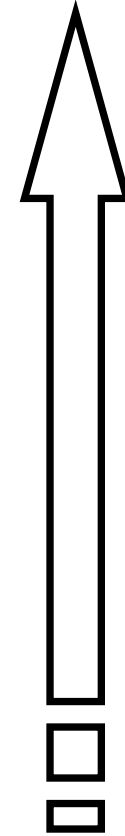
Lat : 3.3 ms

Lat : 3.2 ms

Lat : 3.1 ms

Lat : 3.0 ms

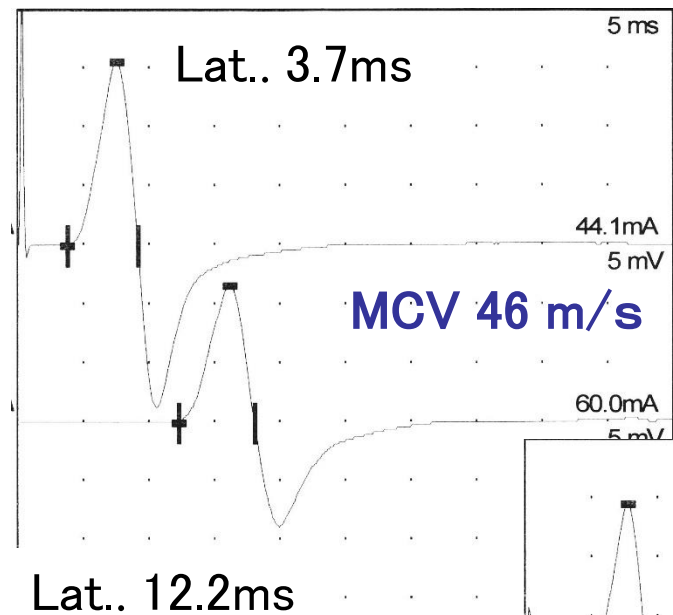
Lat : 3.0 ms



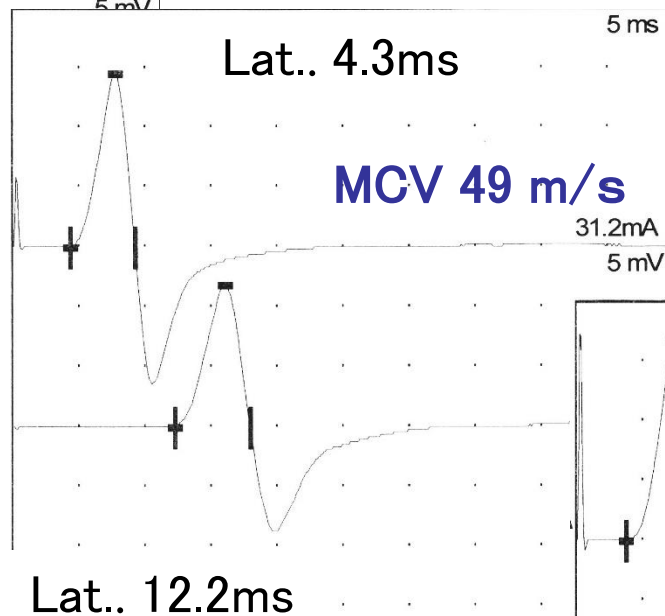
潜時延長

後脛骨神経MCS (刺激強度を変更して測定)

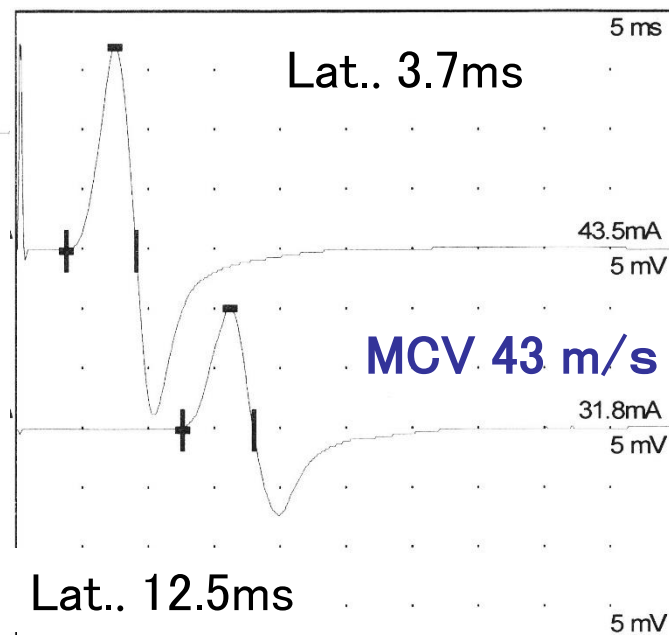
Good



遠位部 刺激不良



近位部 刺激不良



最大上刺激することが重要

【皮膚温】

- ・皮膚温が低い時は、加温すること
- ・検査中に皮膚温が低下することも多い
- ・安易に温度補正(変換式)を行わない



誤差が大きくなる可能性あり

皮膚温度によるSNAPの差

潜時

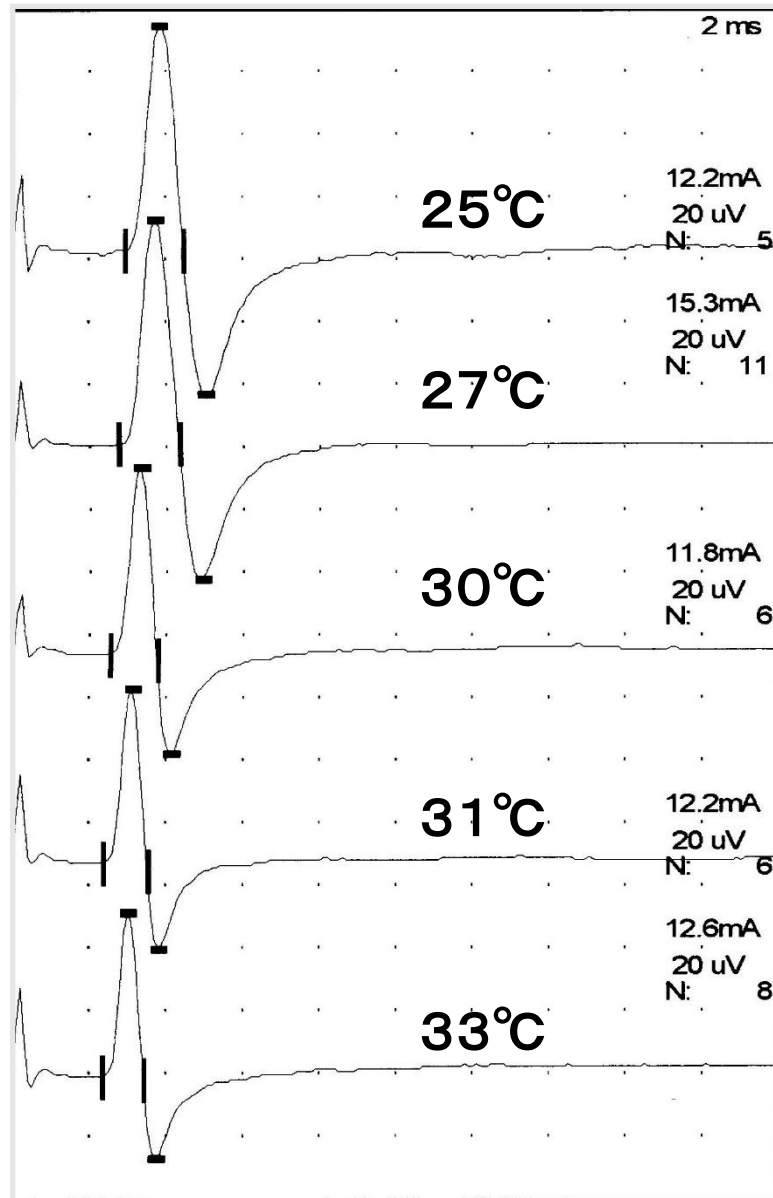
2.9 ms

2.7 ms

2.5 ms

2.3 ms

2.3 ms



振幅

119 μ V

115 μ V

92 μ V

84 μ V

79 μ V

皮膚温度によるSCVの差

潜時

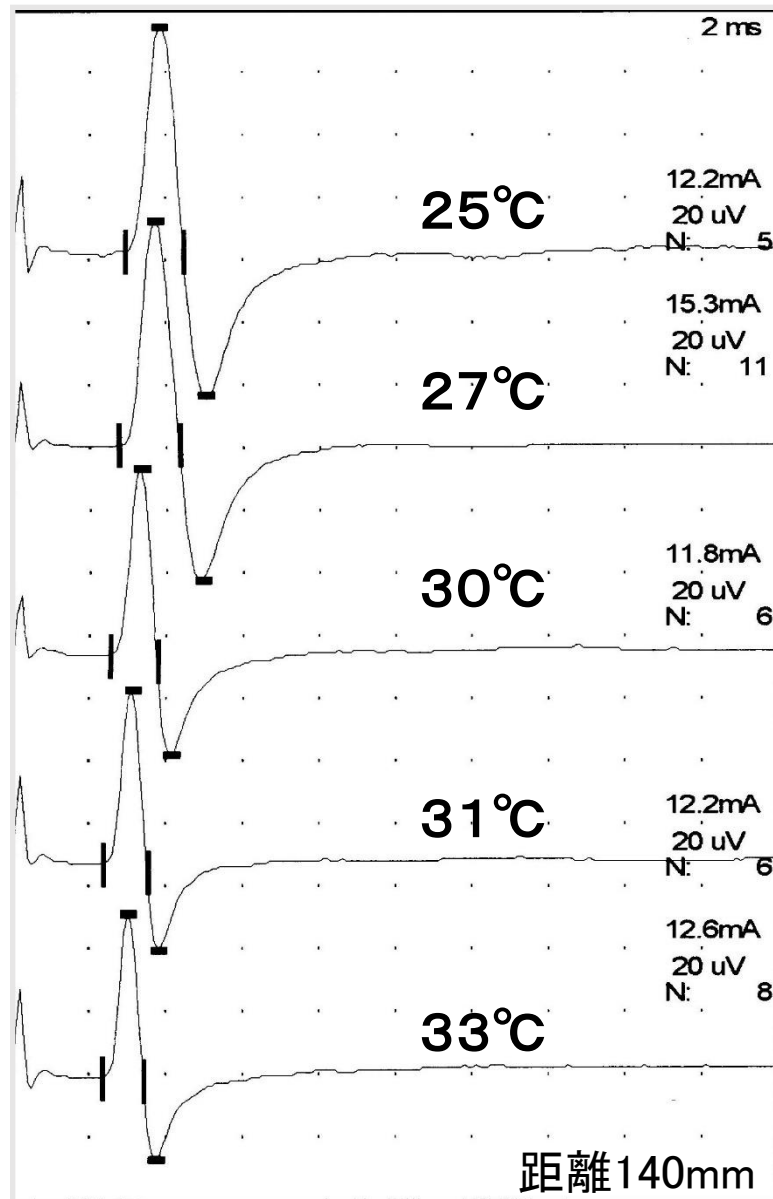
2.9 ms

2.7 ms

2.5 ms

2.3 ms

2.3 ms



SCV m/s

48

52

57

61

61

アーチファクト対策

- ・電極を装着する位置を丁寧に拭く(特に感覚神経伝導検査の時)。
- ・手指の感覚神経伝導検査は最大伸展させることによって筋電図、配線の揺れによるアーチファクトを軽減させる。
- ・断線の有無、電極線が揺れにくい配線の位置を確認する。
- ・陰極ベースに陽極を回し、SNAPの立ち上がりをきれいにする。

**以上のことに気をつけてもアーチファクトが取れない場合は、
接地電極を巻き付け式にしてみるなど、考えられる全てを試みる。**

まとめ

- 神経伝導検査は、末梢神経障害の機能的診断法として大変有効である。
- しかし、検者に知識不足や技術的な未熟さがあると測定誤差を生じやすく、また、電気刺激による苦痛や不快感を与えてしまう検査である。
- 検査を正しく実施し、精度の高いデータを得るためには、対象となる神経走行や筋などの解剖学的・生理学的知識の習得も重要である。
- 本検査のこれら特性を十分に理解し、患者の不安を取り除くためのノウハウを身につけた上で、検査に臨むべきである。