

神経伝導検査の基本事項



岡本 哲也
おさか脳神経外科病院検査科
2023.6.22

自己紹介

- ・臨床検査技師になって12年目
- ・専門は、神経生理学
(脳波・神経伝導検査・誘発電位・術中神経モニタリング)
- ・臨床では、脳卒中後てんかんの脳波を多くとっています。

島根・月山富田城



- 1, 神経伝導検査の概論
- 2, 神経伝導検査の実際
- 3, 神経伝導検査の疾患

- 1, 神経伝導検査の概論
- 2, 神経伝導検査の実際
- 3, 神経伝導検査の疾患

神経伝導検査とは

末梢神経を電気刺激することで、神経活動を誘発して神経・筋反応を解析する検査。

主な項目

- ・運動神経伝導検査 (Motor Nerve Conduction Studies : MCS)
- ・感覚神経伝導検査 (Sensory Nerve Conduction Studies : SCS)
- ・F波 (F Wave)
- ・反復刺激試験 (Rep Test)
- ・H波 (H Wave)
- ・瞬目反射 (Blink Reflex)

神経伝導検査とは

末梢神経を電気刺激することで、神経活動を誘発して神経・筋反応を解析する検査。

主な項目

- ・運動神経伝導検査 (Motor Nerve Conduction Studies : MCS)
- ・感覚神経伝導検査 (Sensory Nerve Conduction Studies : SCS)
- ・F波 (F Wave)
- ・反復刺激試験 (Rep Test)
- ・H波 (H Wave)
- ・瞬目反射 (Blink Reflex)

運動神経伝導検査 (Motor Nerve Conduction Studies : MCS)



例、正中神経

神経刺激
↓
筋肉導出

感覚神経伝導検査 (Sensory Nerve Conduction Studies : SCS)

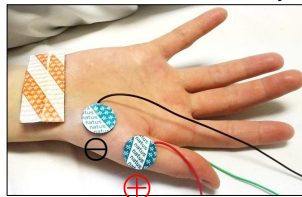


例、正中神経

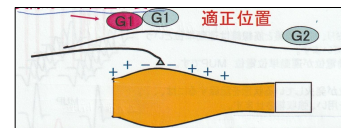
神経刺激
↓
神経導出

運動神経伝導検査

○記録電極の装着方法 (Belly-Tendon法)



陰極は筋腹 (筋肉が膨らんでいる所)
陽極は腱に電極を置く



日本光電 ニューロバック講習会
NCSベーシックコースより転載

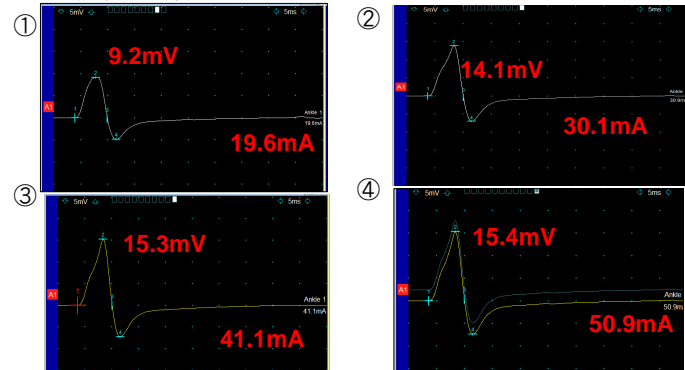
○刺激方法



最大上刺激で行う。
(神経の振幅がこれ以上上がらない刺激強度より20%強度を上げた強さ) 単発刺激が便利です。

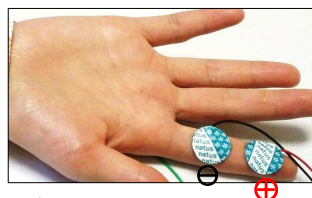
単発刺激

なるべく低い強度でCMAPを出して、そこから単発で刺激を行って、最大上刺激を行う。



感覚神経伝導検査

○記録電極の装着方法



陰極は中枢側、陽極は末梢側
陰極と陽極は3cm離す

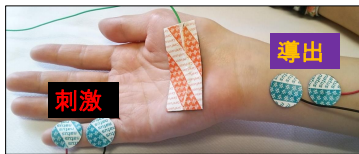
○刺激方法



・最大刺激で行う
(神経の振幅がこれ以上上がらない刺激強度)
・加算を行う (10~100回)

感覚神経の刺激には、順行法と逆行法があります！

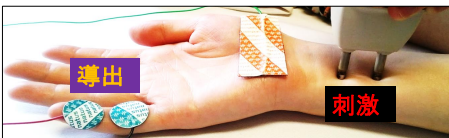
順行法：筋肉の混入がなく、低振幅の導出に優れている。



※今回、シール電極を刺激電極として使用しているが、リング電極や棒電極でも使用できる。

末梢刺激→中枢導出

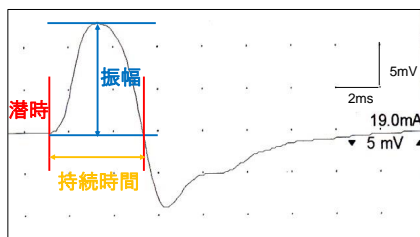
逆行法：振幅が大きくなり、痛みが少ない。



中枢刺激→末梢導出

各種計測項目

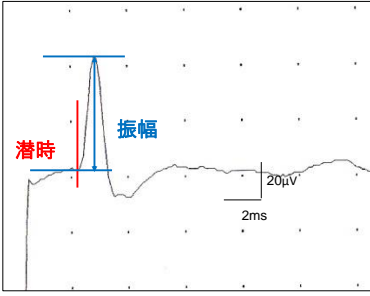
1) 運動神経伝導検査



例、正中神経手関節部

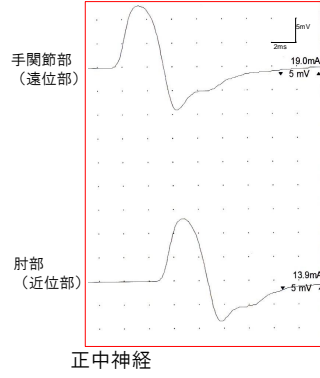
潜時：筋肉が興奮するまでの時間
振幅：筋肉が興奮した電位
持続時間：陰性波の持続した時間
伝導速度：神経の速さ

2) 感覚神経伝導検査



潜伏時：神経が興奮するまでの時間
 振幅：神経が興奮した電位
 伝導速度：神経の速さ

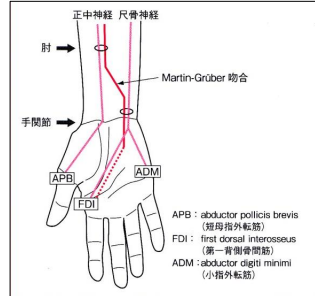
4) 運動神経伝導検査の特徴



- ①遠位部と近位部であまり振幅が変わらない
 → 振幅が極端に変わったり、近位部の方が振幅が高い場合は、要注意！
- ②一点刺激では、伝導速度を求めることができない
 → 伝導速度を求めの際は、2点以上の刺激がいている
- ③CMAPは緩やかな波形

○神経破格

Martin-Grüber吻合

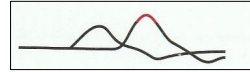


正門由久・高橋修：神経伝導検査ポケットマニュアル。医学薬出版株式会社2013より転載

・波形の例
 ・正常例



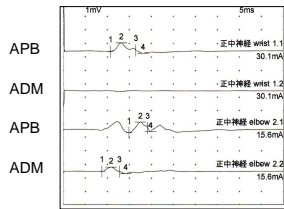
・ Martin-Grüber吻合例



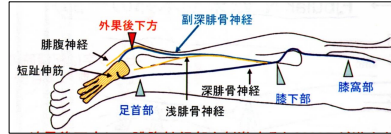
柏森良二.) 神経伝導検査テキスト.2012より改変して転載

・ 検証方法

小指外転筋導出で正中神経肘部刺激を行う



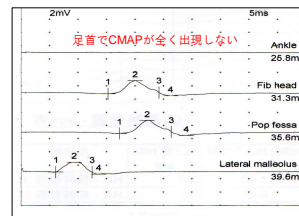
副深腓骨神経



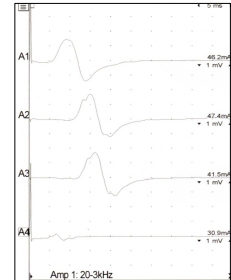
日本光電 ニューロバック講習会
 NCSベーシックコースより転載

外果後方を刺激して、
 CMAPが出現したら存在を
 証明できる。

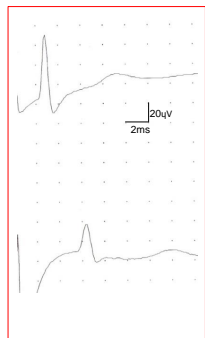
完全支配パターン



部分支配パターン

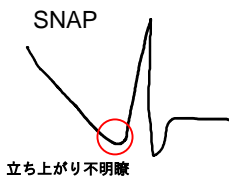


4) 感覚神経伝導検査の特徴



- ①近位部では、遠位部と比べて振幅が著減する
 → 遠位部と近位部で振幅が同程度なら遠位部の刺激不足の可能性ある
- ②SNAPの波形は鋭い。
 (持続時間は短い。)
- ③振幅は、CMAPより小さい。

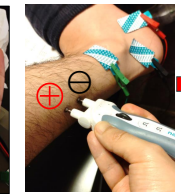
こんな時、どうする？



対策①



対策②



対策③

・ シール電極→血電極に変える

対策④

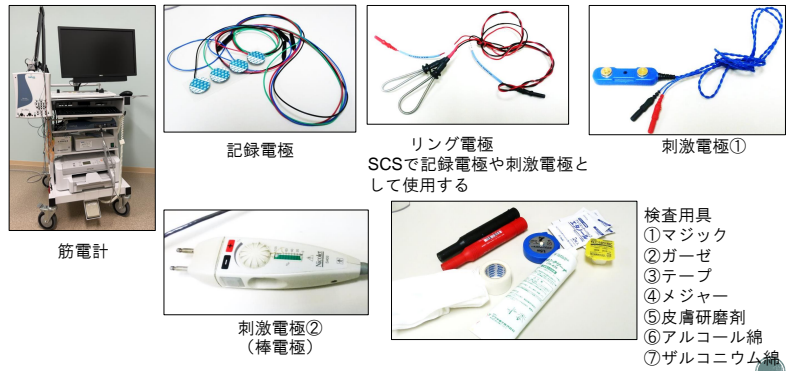
・ 刺激位置も接触抵抗を下げる

対策⑤

・ 刺激電極にペーストを塗る

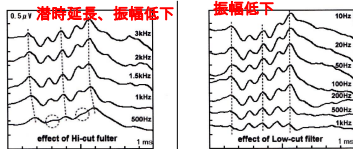
1, 神経伝導検査の概論
 2, 神経伝導検査の実際
 3, 神経伝導検査の疾患

用意するもの

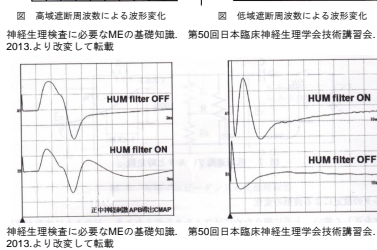


機器設定

○**低域遮断フィルター (LCF)**
 低い周波数成分を遮断している。
 主に、低い周波数の外部雑音を軽減している。
 設定値：**10~20Hz**

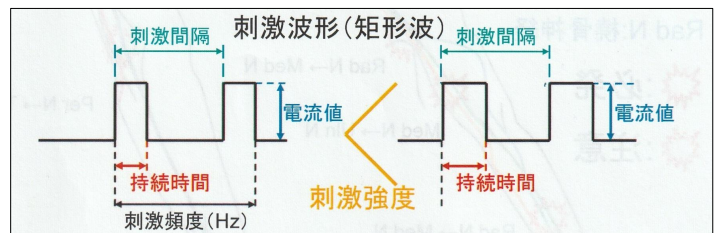


○**高域遮断フィルター (HCF)**
 高い周波数成分を遮断している。
 主に、ハムノイズなどを軽減している。
 設定値：**3kHz~10kHz**
(3000~10000Hz)



○**ハムフィルター**
 交流成分をカットする。
神経伝導検査では、禁忌！

○刺激の強さと持続時間



- ・ 刺激頻度：0.1~1.0Hz (疼痛がある場合は、0.5Hzなどにする)
- ・ 持続時間：0.2~1.0ms

日本光電 ニューロパック講習会
 NCSベーシックコースより転載

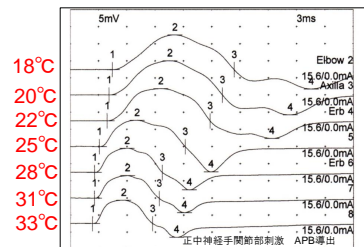
もし、100mA・0.2mAで最大振幅に達しなかったら？

刺激強度を上げたら患者さんが痛そう。

神経伝導検査の注意事項

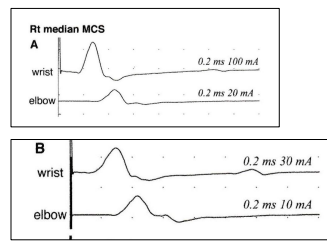
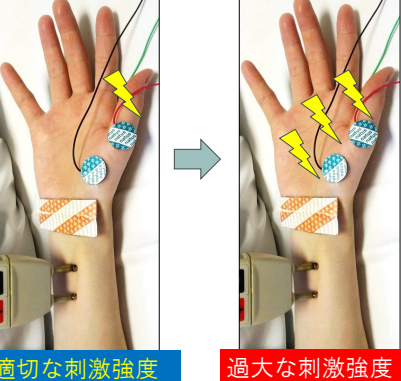
○温度変化
1°Cの変化で遠位潜時は0.2ms延長、伝導速度は1.5m/s低下、振幅は増大する。

- 上肢：**33°C以上**
- 下肢：**31°C以上**
- 対策：温度保持が重要 (お湯につける、湯たんぽを使うなど)



| 温度 (°C) | 潜時 (ms) | 振幅 (mV) |
|---------|---------|---------|
| 18 | 4.5 | 10.2 |
| 20 | 4.1 | 10.1 |
| 22 | 3.9 | 9.4 |
| 25 | 3.1 | 7.7 |
| 28 | 2.6 | 7.0 |
| 31 | 2.5 | 6.6 |
| 33 | 2.4 | 6.9 |

○刺激の波及（Current Spread）



国生雅弘.) 神経伝導検査における刺激の波及 (current spread) 現象. 2014より改変して引用

他に刺激の波及をしやすい場所
 ・正中神経：手掌、手関節
 ・腓骨神経：膝下

○運動神経伝導検査でCMAPが出現しないとき

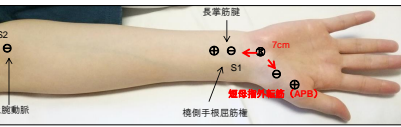
- 1) 機器のチェック、電極状態の確認
 →アンプの電極がオンになっているか、電極は正しく装着されていて、筋電計に繋がっているか、刺激は出ているか
- 2) 感度を上げる
 →100 μ V~500 μ Vに上げてみる
- 3) 他の筋肉で導出できるか確認する。
 例、正中神経・・・短母指外転筋（第2虫様筋）
 尺骨神経・・・小指外転筋（第1背側骨間筋）
 橈骨神経・・・示指伸筋（上腕三頭筋）
 腓骨神経・・・短趾伸筋（前脛骨筋）

○感覚神経伝導検査でSNAPが出現しないとき

- 1) 加算回数を増やす（100~200回程度）
- 2) 順行法で行う

正中神経（Median Nerve）

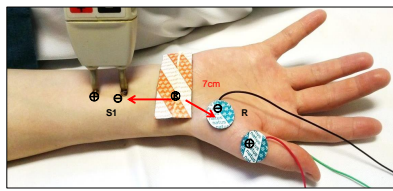
○運動神経伝導検査



刺激部位
 ・手関節部
 手関節部で記録電極（陰極）から7cm遠位

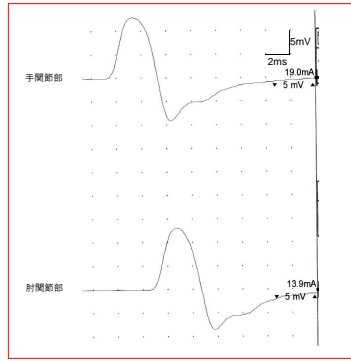
導出部位

陰極：短母指外転筋（APB）
 陽極：第 I 中手指関節橈側の短母指外転筋腱上
 接地：刺激電極陰極と探査電極の間



・肘関節部

肘関節部で上腕動脈付近を刺激する。



○感覚神経伝導検査



刺激部位
 ・手関節部
 手関節部で記録電極から14cm近位

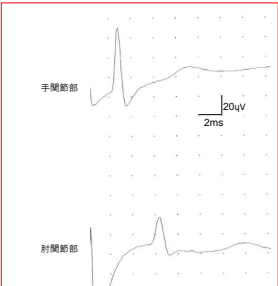


・肘関節部
 肘関節部で上腕動脈付近を刺激する。



導出部位

陰極：示指の近位指節間関節付近
 陽極：探査電極から3cm遠位
 接地：探査電極と刺激電極の間

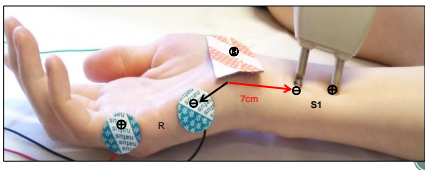


尺骨神経（Ulnar Nerve）

○運動神経伝導検査



刺激部位
 探査電極より神経走行に沿って（豆状骨を經由）、7cm中枢側の尺側手根屈筋腱上を刺激する。

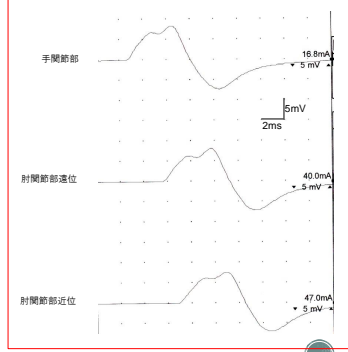


導出部位

陰極：小指外転筋の筋腹
 陽極：第 V 中手指関節尺側
 接地：探査電極と刺激電極の間

肘関節部遠位

内側上顆と肘頭を直線で結んだ中点を基準に5cm末梢側を刺激する。



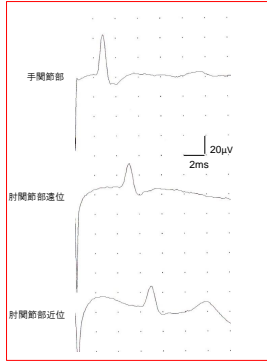
肘関節部近位

内側上顆より5cm中枢側を刺激する。



肘関節部近位 (S3)

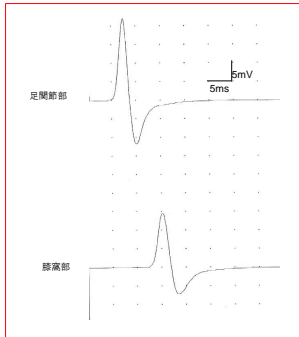
内側上顆から3~5cm近位側を刺激する。



刺激部位

膝窩部

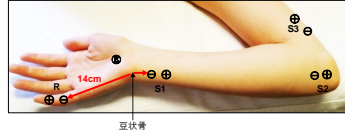
膝窩動脈付近を刺激する。



○感覚神経伝導検査

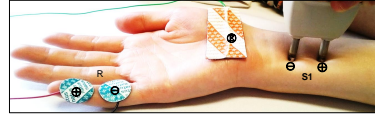
導出部位

陰極：小指の近位指節間関節付近
陽極：探查電極から3cm遠位
接地：探查電極と記録電極の間



手関節部

手関節部で記録電極から14cm近位尺側手根屈筋腱上を刺激する。



肘関節部遠位 (S2)

内側上顆と肘頭の中点から5cm末梢側を刺激する。



脛骨神経 (Tibial Nerve)

○運動神経伝導検査

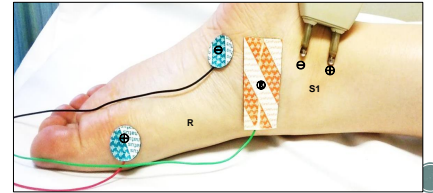
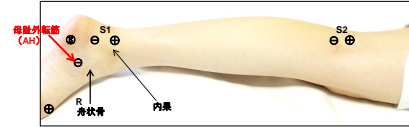
導出部位

陰極：母趾外転筋の筋腹上 (舟状骨より2cm足底方向)
陽極：母趾基節骨上
接地：探查電極と刺激電極の間

刺激部位

足関節部

内果とアキレス腱を結んだ線の中心付近を刺激する。



腓腹神経 (Sural Nerve)

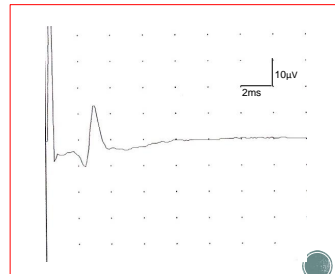
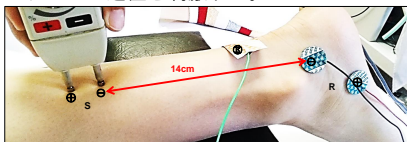
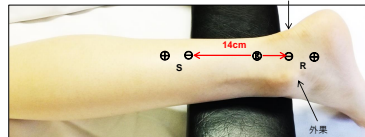
○感覚神経伝導検査

導出部位

陰極：外果と踵の中点
陽極：探查電極中心から3cm遠位
接地：探查電極と刺激電極の間

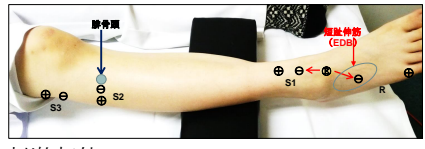
刺激部位

探查電極からアキレス腱上のふくらはぎ中央にかけて14cm近位を刺激する。



腓骨神経 (Peroneal Nerve)

○運動神経伝導検査



導出部位
陰極：短趾伸筋 (EDB) の筋腹上
陽極：小趾基部
接地：探查電極と接地電極の間

刺激部位
・足関節部前面中央

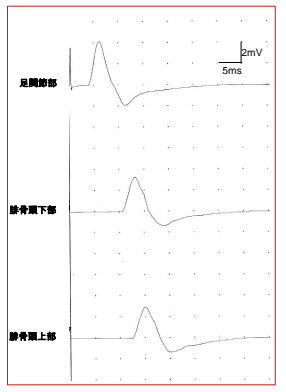
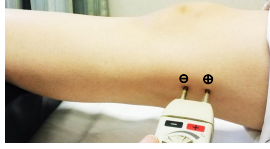
2つの腱の間にくぼんでいるところがあるので、そこを刺激する。(閾値20mA)
CMAPが出ないときは、外果の方にずらしながら刺激を行う。



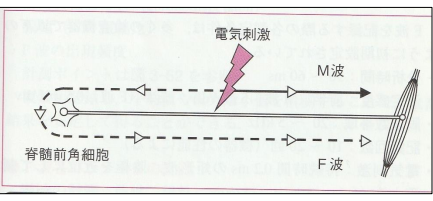
・腓骨頭部
腓骨頭の下を刺激する。



・腓骨頭上部
膝下の辺りを刺激する。

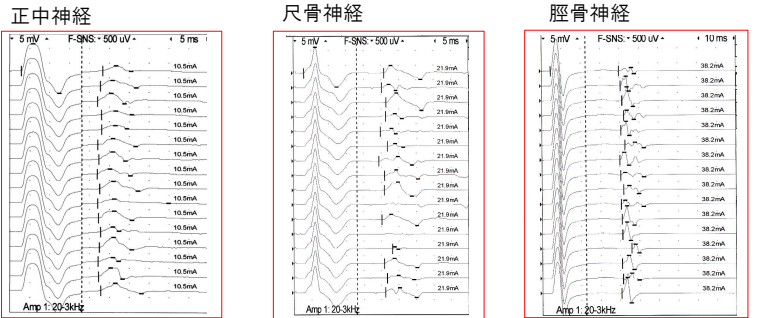
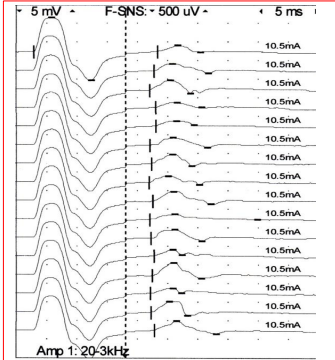


F波 (F Wave)



正門由久・高橋修：神経伝導検査ポケットマニュアル、医書堂出版株式会社、2013より転載

刺激条件
・刺激間隔：1Hzよりは、0.5Hzが望ましい (特に、脛骨神経)
・刺激頻度：0.2ms
(MCSの最大上刺激次第では、0.5,1msになることもある。)

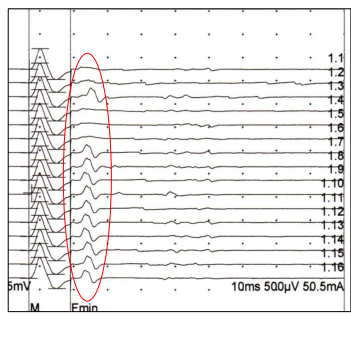


| 神経 | 出現率 |
|------|----------|
| 正中神経 | 40~50%以上 |
| 尺骨神経 | 40~50%以上 |
| 脛骨神経 | 100% |

潜時は、身長によって判定する！
伝導速度は当てにならない！

日本臨床神経生理学会、神経筋電気診断を基礎から学ぶ人のために) 2013より引用

これは何でしょうか？



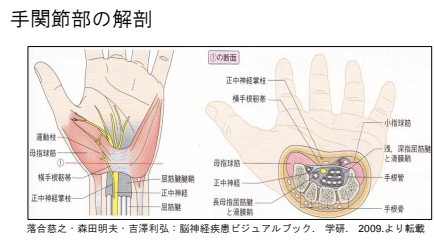
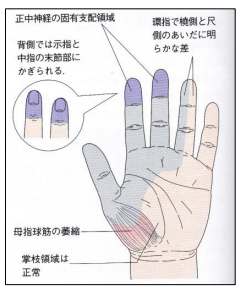
- ①アーチファクト
- ②F波
- ③F波ではないが、生体成分

- 1, 神経伝導検査の概論
- 2, 神経伝導検査の実際
- 3, 神経伝導検査の疾患

手根管症候群 (Carpal Tunnel Syndrome : CTS)

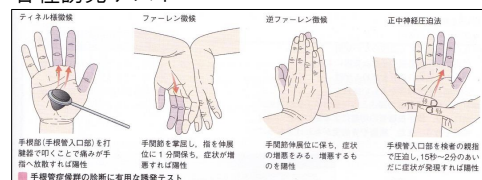
○概要
正中神経が手関節部の手根管で絞扼されて、様々な神経症状を出す疾患。

○症状



落合慈之・森田明夫・吉澤利弘：脳神経疾患ビジュアルブック、学研、2009より転載

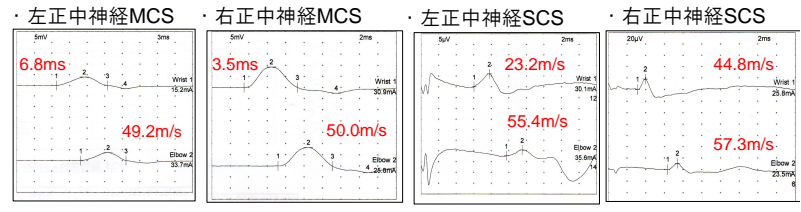
○検査
・各種誘発テスト



・神経伝導検査
→客観的な補助検査として有用

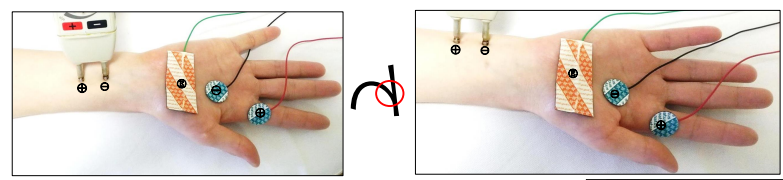
- 1) 正中神経 (MCS,SCS)
- 2) 尺骨神経 (MCS,SCS) : ポリニューロパチーを否定するため
- 3) 2L-INT法 (第2虫様筋-第1背側骨間筋比較法)
- 4) Ring Finger Test (環指試験)
- 5) 感覚神経インチング法

症例1
85歳 女性
主訴：左母指～中指の痺れ

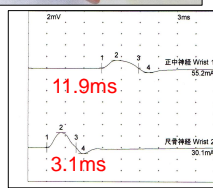


2L-INT法 (第2虫様筋-第1背側骨間筋比較法)

・正中神経刺激 (第2虫様筋刺激) 10cm離れた手関節部
・尺骨神経刺激 (第1背側骨間筋刺激) 10cm離れた手関節部



判定
潜時差：0.5ms以上あれば異常と判定する。

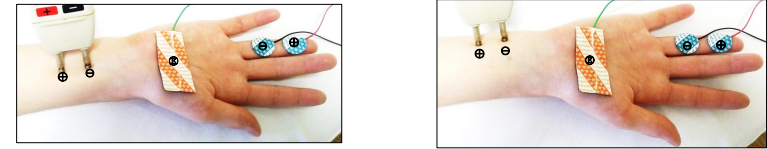


手根管症候群と診断

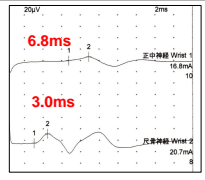
Ring Finger Test (環指試験)

・正中神経刺激
導出電極から14cm離れた正中神経手関節部を刺激する

・尺骨神経刺激
導出電極から14cm離れた尺骨神経手関節部を刺激する



○判定
潜時差：0.5ms以上あれば異常と判定する。

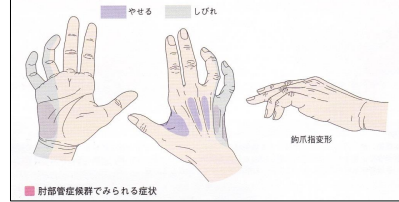


肘部管症候群

○概要
肘部の肘部管において、尺骨神経が絞扼されることで尺骨神経障害を引き起こす疾患。

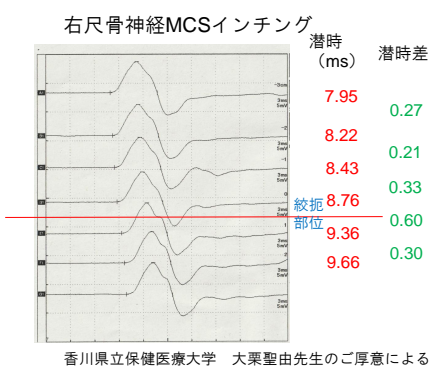
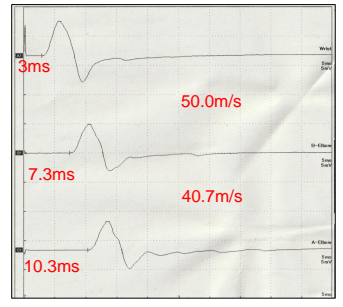
○検査
・神経伝導検査
→客観的な補助検査として有用

- 1) 正中神経 (MCS,SCS)
- 2) 尺骨神経 (MCS,SCS)
- 3) 尺骨神経肘部インチング法



落合慈之・森田明夫・吉澤利弘：脳神経疾患ビジュアルブック、学研、2009より転載

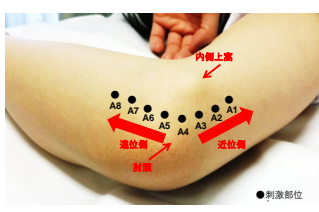
症例 2 (肘部管症候群症例)
右尺骨神経MCS



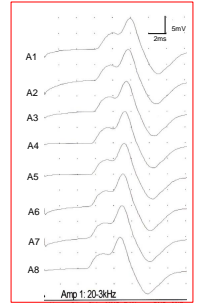
インチング法

神経の刺激を1~2cm間隔で行うことで、詳細な絞扼部位を同定するための検査。

例、尺骨神経の肘関節部 (MCS)



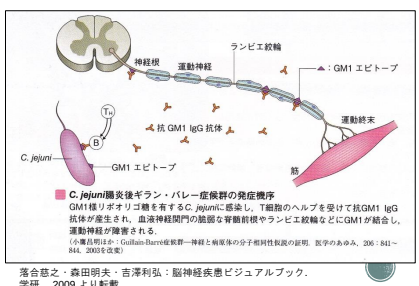
導出は、通常の尺骨MCSと同じ



ギラン・バレー症候群 (Guillan-Barré Syndrome : GBS)

○概要
急性に四肢筋力低下を発症する自己免疫性末梢神経疾患である。
先行感染の既往、四肢筋力低下、腱反射低下・消失を3主徴とする。
C.jejuni, Mycoplasma Virusなどの感染が契機となって発症することが多い。

○症状
・四肢筋力低下
・感覚障害 (軽微なことが多い)
・自律神経障害 (頻脈、低血圧)

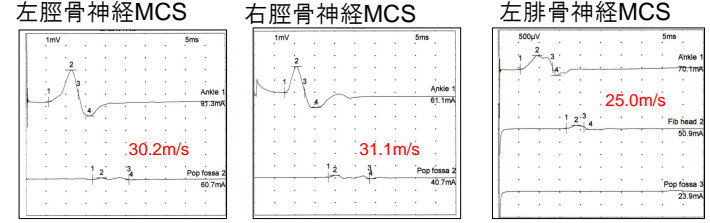


○検査

- ・先行感染の既往、四肢筋力低下、腱反射消失・低下の3主徴が揃えば診断は容易。
- ・神経伝導検査は必須。
- 客観的な補助検査として有用。
 - 1) 正中神経 (MCS,SCS,F波)
 - 2) 尺骨神経 (MCS,SCS,F波)
 - 3) 脛骨神経 (MCS,F波)
 - 4) 腓骨神経 (MCS)
 - 5) 腓腹神経 (SCS)
- ・髄液検査、ガングリオシド抗体検査

症例 3
31歳女性

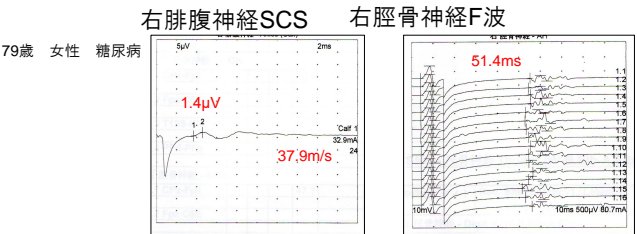
症状：右下肢に脱力出現して、急速に四肢筋力低下
神経所見：MMT2~4 深部腱反射一部低下 (アキレス腱)



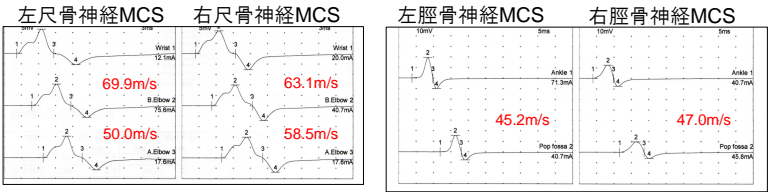
複数の神経に異常が出ます！

糖尿病性神経障害 (diabetic neuropathy : DNP, DN)

- 症状
- ・下肢優位の感覚障害
 - ・自律神経障害
- 検査・・・片側のみでいい
- 1) 正中神経 (MCS,SCS,F波)
 - 2) 尺骨神経 (MCS,SCS,F波)
 - 3) 脛骨神経 (MCS,F波)
 - 4) 腓腹神経 (SCS)



症例5 21歳女性 主訴：急に立てなくなった。GBS疑いで紹介入院。



異常を認めない・・・？

- ①検査のミス
- ②機械のエラー
- ③心因性

Take Home Message!

- 1) 検者の技術に依存する
➡ 正しい知識、技術を持って検査を行う
- 2) 疾患の診断に繋がる
➡ 検査次第で、誤診や治療の機会を奪うことになる
- 3) 痛い検査である
➡ 刺激は最小限にして、終了後は患者さんにねぎらいの言葉を忘れない

