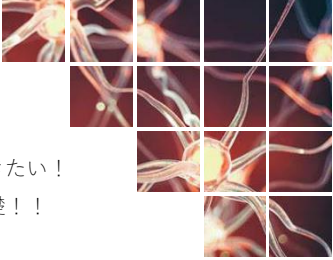


令和6年度岐臨技臨床生理部門(神経生理分野)研修会



これだけは知っておきたい！
神経伝導検査の基礎！！

半田市立半田病院
臨床検査技術科 西脇 啓太

本日の内容

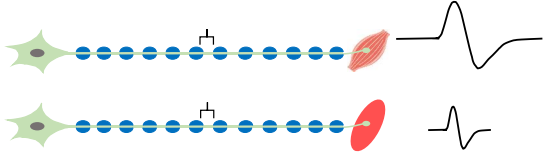
- 神経伝導検査の原理
- 検査に必要な解剖生理と病態変化
- 実習前の予習(検査のピットフォール)

本日の内容

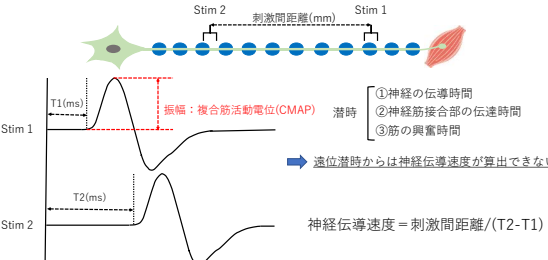
- 神経伝導検査の原理
- 検査に必要な解剖生理と病態変化
- 実習前の予習(検査のピットフォール)

神経伝導検査(*Nerve conduction study: NCS*)

- 人為的に神経の束に電気刺激を与え活動電位を生じさせる。
- 神経線維や筋線維に生じた電位の総和を皮膚上から記録する。



運動神経伝導検査(*Motor conduction study: MCS*)



Stim 2 刺激間距離(mm) Stim 1

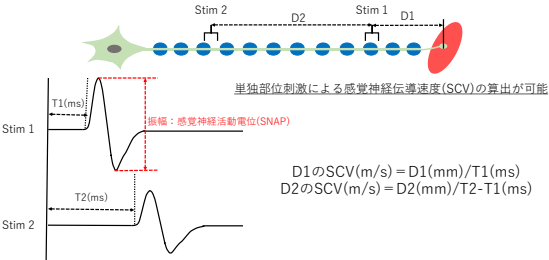
振幅: 複合筋活動電位(CMAP) 潜時

- ① 神経の伝導時間
- ② 神経筋接合部の伝達時間
- ③ 筋の興奮時間

➡ 遠位潜時からは神経伝導速度が算出できない

神経伝導速度 = 刺激間距離 / (T2 - T1)

感覚神経伝導検査(*Sensory conduction study: SCS*)



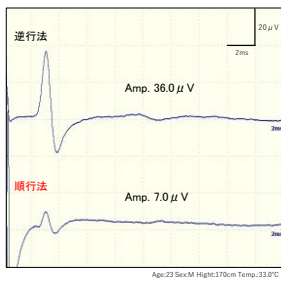
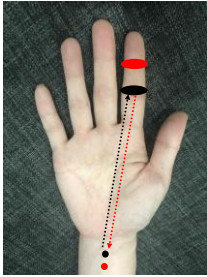
Stim 2 D2 Stim 1 D1

振幅: 感覚神経活動電位(SNAP)

単独部位刺激による感覚神経伝導速度(SCV)の算出が可能

D1のSCV(m/s) = D1(mm) / T1(ms)
D2のSCV(m/s) = D2(mm) / T2 - T1(ms)

順行法と逆行法



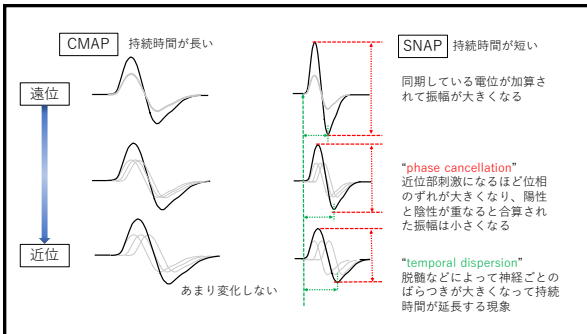
CMAPとSNAPの違い

- CMAPは筋活動電位の総和
- SNAPは感覚神経活動電位の総和

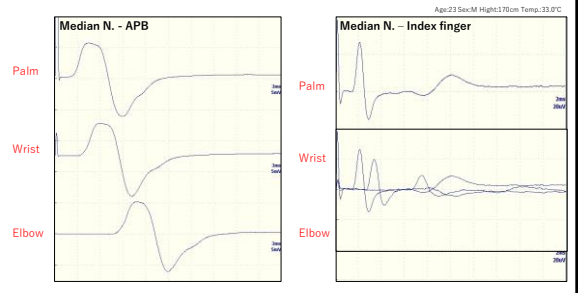
筋活動電位は1本1本の電位の持続時間が“長い”

感覚神経活動電位は1本1本の電位の持続時間が“短い”

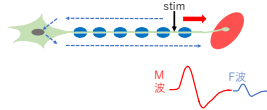
神経伝導には早いものと遅いものがあるので長い距離を伝導する間に差が開く



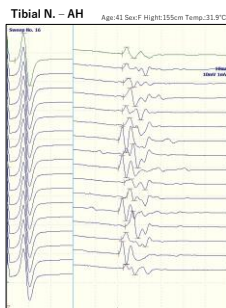
Phase cancellationによるCMAP/SNAPの変化



F waveの発現機序



- ①末梢の運動神経刺激によりインパルスが生じる
順行性に伝導→CMAP(M波)出現
逆行性に伝導→多くはインピーダンスミスマッチによってブロックされるが、一部が筋角細胞に到達する。
- ②SD spike (soma-dendritic spike)が発生(反転時間:1ms)
- ③Axon-hillockの不応期(1ms)とRenshaw抑制(2ms)を免れたSD spikeによるインパルスのみが順行性に伝導して支配筋を興奮→CMAP(F波)出現



本日の内容

- 神経伝導検査の原理
- 検査に必要な解剖生理と病態変化
- 実習前の予習(ヒットフォール)

上肢筋節表

		C5	C6	C7	C8	T1
腋窩神経	三角筋	■	■			
筋皮神経	上腕二頭筋	■	■			
橈骨神経	上腕三頭筋			■	■	
橈骨神経(後骨間神経)	示指伸筋			■	■	
正中神経(前骨間神経)	方形回内筋				■	■
正中神経	短母指外転筋				■	■
尺骨神経	小指外転筋				■	■
	背側骨間筋				■	■

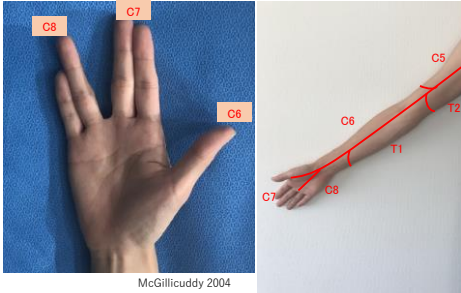
國生雅弘, Annual Review神経2021,中外医学社より改変引用

徒手筋力テスト(MMT)

5 Normal	強い抵抗を加えても、運動域全体にわたって動かせる
4 Good	抵抗を加えても、運動域全体にわたって動かせる
3 Fair	抵抗を加えなければ重力に抗して、運動域全体にわたって動かせる
2 Poor	重力を除去すれば、運動域全体にわたって動かせる
1 Trace	筋の収縮がわずかに確認されるだけで、関節運動は起こらない
0 Zero	筋収縮は全く見られない

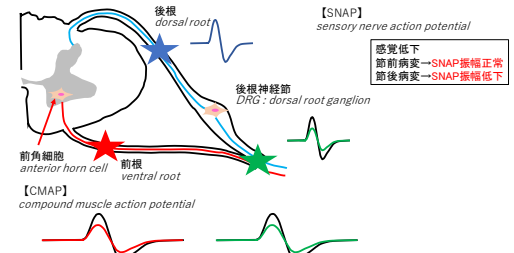
- ▶ 個々の筋肉で筋力の低下があるかどうか徒手的に評価する方法
- ▶ 健康な日常生活を営むには3以上の評価が必要とされている
- ▶ 検査を行っている筋肉の支配神経によって、神経障害の解剖学的部位を推定できる

上肢の感覚神経節支配とデルマトーム



McGillicuddy 2004

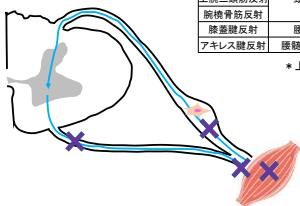
節前病変と節後病変



深部腱反射

反射	神経根のレベル	反射弓の障害部位	
		感覚神経	下位運動ニューロン/筋・神経筋接合部
上腕二頭筋反射	頸髄	筋皮神経 C5,C6	上腕二頭筋
上腕三頭筋反射		橈骨神経 C6,C7,C8	上腕三頭筋
肘橈骨筋反射		橈骨神経 C5,C6	肘橈骨筋
膝蓋腱反射	腰髄	大腿神経 L2,L3,L4	大腿四頭筋
アキレス腱反射	腰髄・仙髄	脛骨神経 L5,S1,S2	下腿三頭筋

* 上位運動ニューロンの障害では腱反射が亢進する



腱反射の減弱・消失が見られた場合は感覚神経、下位運動ニューロン、神経筋接合部、筋のいずれかの障害を考える

Tinel徴候



- ▶ 末梢神経損傷が回復途上にあることを示す。
- ▶ 切断された神経が再生する過程では再生した軸索が髄鞘に覆われていないため、その部分を軽く殴打すると感覚領域に放散痛を生じる。
- ▶ 手根管症候群(CTS)や肘部尺骨神経障害(UNE)を疑う際の補助検査として用いられる。

Phalen徴候



- ▶ 手関節を手のひらの方に曲げて、両手の甲を合わせてしばらくすると指のしびれが生じたり症状が悪化する検査法。
- ▶ 手関節を屈曲することで手根管内圧が上昇し正中神経が圧迫されるため症状が誘発されると考えられている。
- ▶ 手根管症候群(CTS)を疑う際の誘発検査として用いられる。

末梢神経の病型分類

【単神経障害(mononeuropathy)】

単一神経の障害で障害された神経の支配領域のみ障害される
 ・手根管症候群(CTS: carpal tunnel syndrome) ・肘部尺骨神経障害(cubital tunnel syndrome) etc.

【多発神経障害(polyneuropathy)】

広範におよぶ障害で原則的に左右対称に障害される
 ・糖尿病性神経障害(diabetic neuropathy) ・7&3-4神経障害(alcoholic neuropathy)
 ・Guillain-Barre症候群 ・慢性炎症性脱髄性多発性CIDP(CIDP) etc.

【多発単神経障害(mononeuropathy multiplex)】

2つ以上の神経障害で原則的に非対称(不規則)に障害される
 ・糖尿病性神経障害(diabetic neuropathy) ・Myelopathy ・MMN(multifocal motor neuropathy) etc.

病変の主体の考え方

【脱髄(demyelination)】

髄鞘に限局した障害による病態
 軸索の連続性は保たれている
 (NCS所見)
 基準範囲の20%を超す潜時延長、伝導速度遅延を認める。



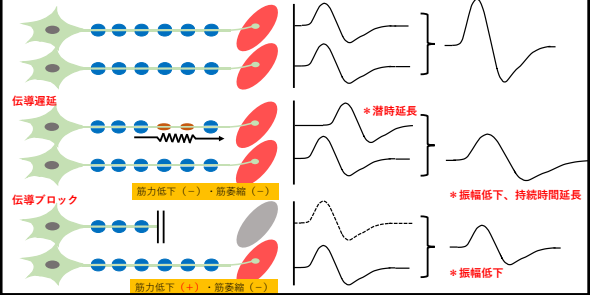
【軸索変性(axonal degeneration)】

細胞体または軸索の障害によって軸索機能が低下・停止に陥る病態
 (NCS所見)
 振幅低下が基本であり、通常は基準範囲の20%を超える潜時延長、伝導速度遅延は認められない。



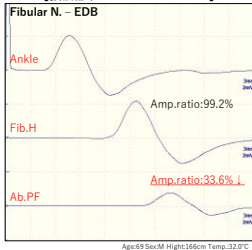
脱髄による波形変化

【NCS】

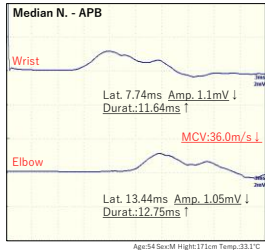


Conduction block と Temporal Dispersion

【振幅低下: Conduction block】

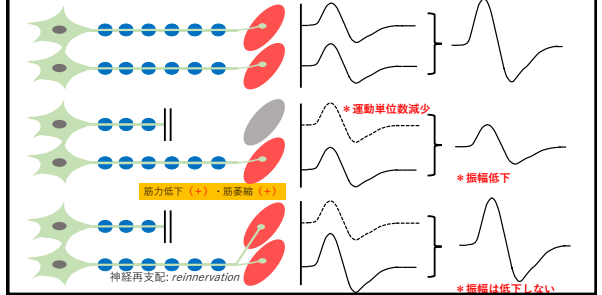


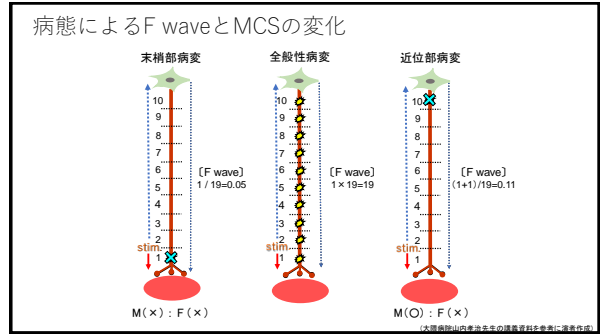
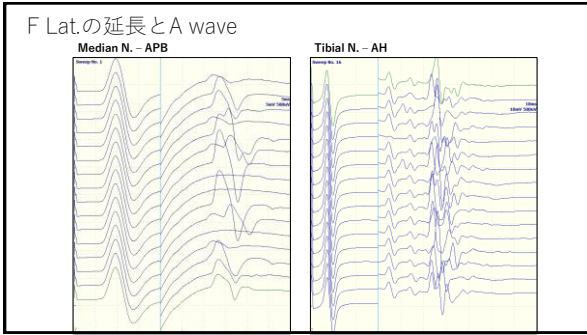
【持続時間延長: Temporal Dispersion】



軸索変性による波形変化

【NCS】





F waveの出現率

刺激回数に対してF波が出現した割合(%) : 脊髄興奮性の指標

【出現率(frequency)の低下】

- > 神経軸索の減少→波形の単純化=Repeater F
- > 前角細胞の興奮性の低下
- > 脱髄性疾患

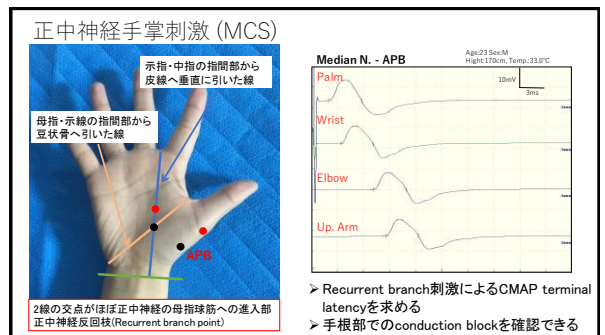
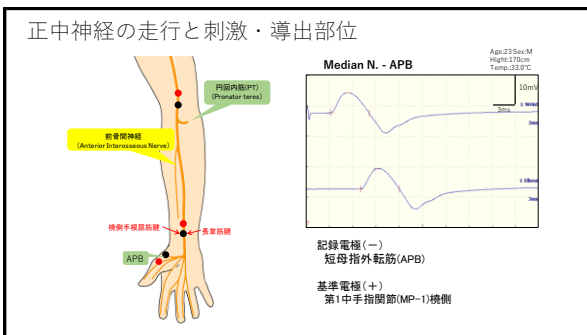
【神経障害】	F-Latency	F-frequency
脱髄性障害(軽度)	↑	○
脱髄性障害(重度)*	↑	↓
軸索性障害*	△	↓

* : Conduction block あり
* : F波を構成する運動単位数の減少

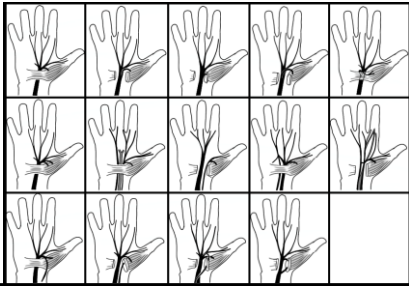
(大塚敬祐山内孝治先生の講義資料を参考に調査作成)

本日の内容

- > 神経伝導検査の原理
- > 検査に必要な解剖生理
- > 実習前の予習(ヒットフォー)



正中神経の解剖学的倍バリエーション



Ulrich-Land M.D., THE JOURNAL OF HAND SURGERY Vol.2, No.1, January 1977
※参考に讀者作成

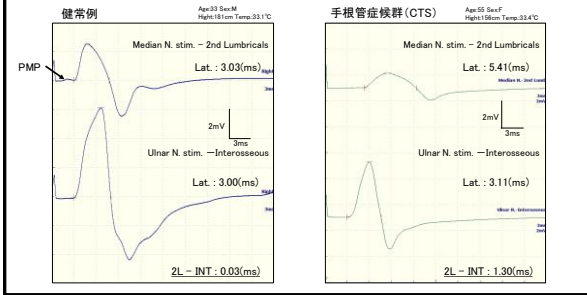
運動神経比較導出(2L-INT法)

母指球筋 記録電極 第2虫様筋 小指球筋
第一中手骨 第1掌側骨間筋 骨間筋

(大塚病院山内孝治先生の講義資料を参考に讀者作成)

- 運動神経の比較導出法
- 障害の限局性の確認
- 生理的因子による影響を軽減
- 導出電極設置に伴うテクニカルエラーの軽減

2L-INT法の健常例と異常例



正中神経の走行と刺激・導出部位

内前腕筋(P1) (Pronator teres)
前腕屈神経 (Anterior Interosseous Nerve)
近位手根管症候群 第1手根管症候群

Median N. - Index finger
記録電極 (-)
近位指節間関節(PIP)
基準電極 (+)
記録電極より3cm遠位部
* 必要に応じて加算平均を用いる

正中神経手掌刺激 (SCS)

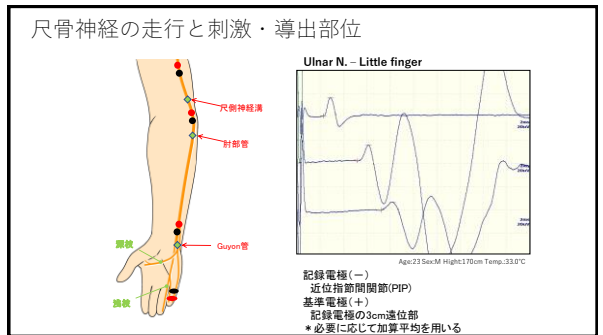
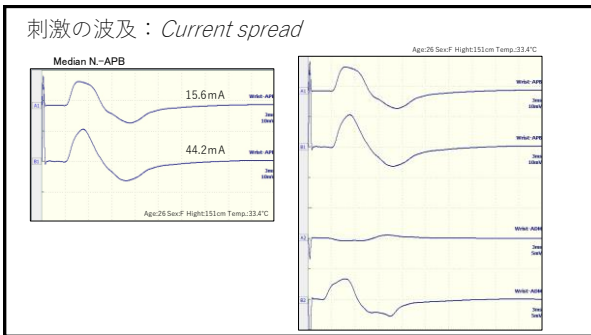
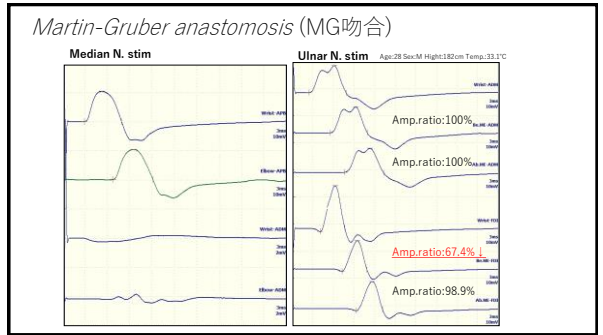
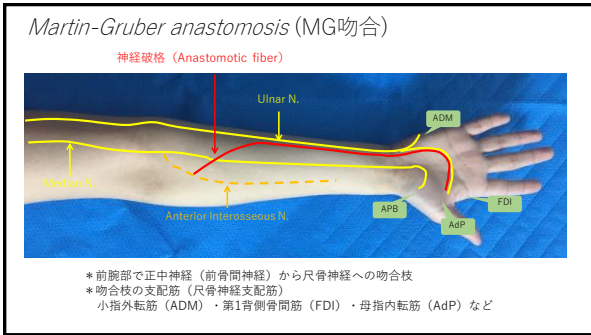
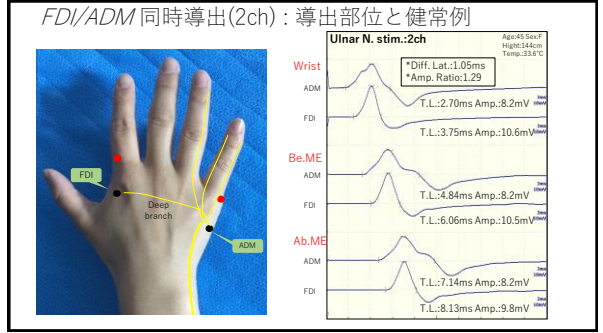
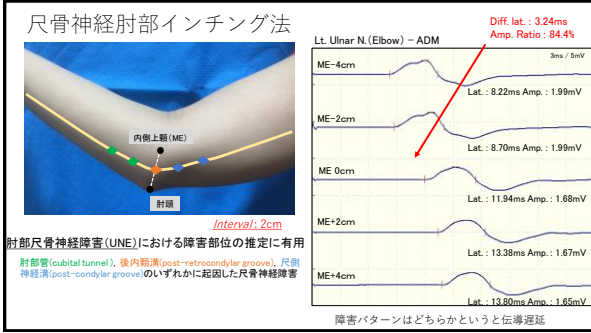
Median N. - Index finger Age:23 Sex:M Height:170cm Temp.:33.0°C
Palm Lat.: 1.12ms (SCV:62.5m/s) Amp.: 72.3 μV
Wrist Lat.: 2.32ms (SCV:58.3m/s) Amp.: 51.2 μV

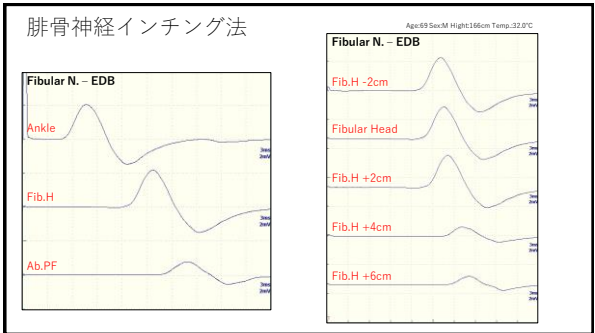
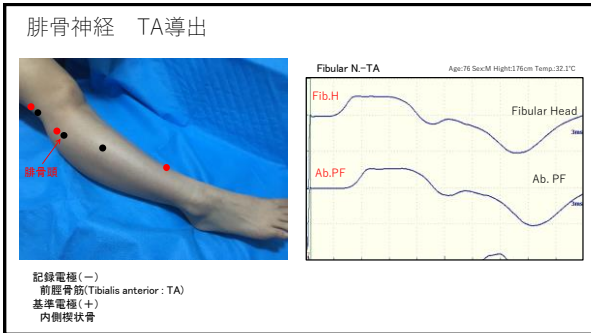
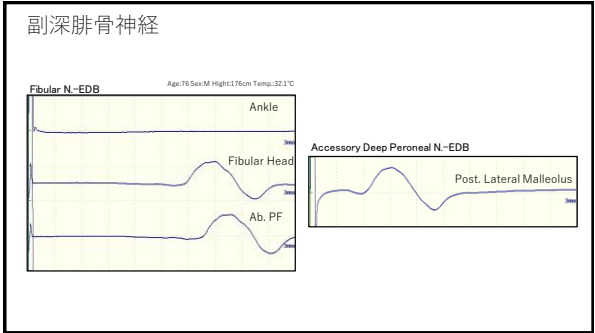
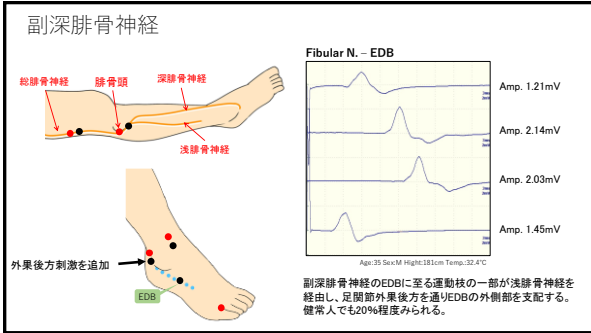
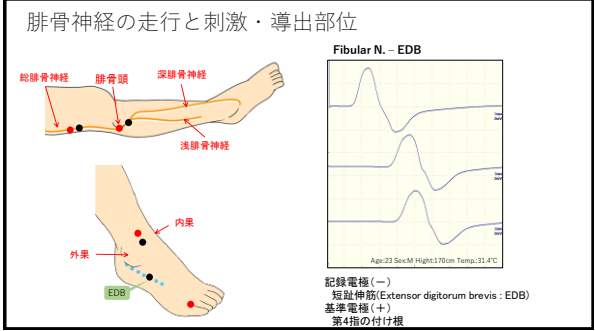
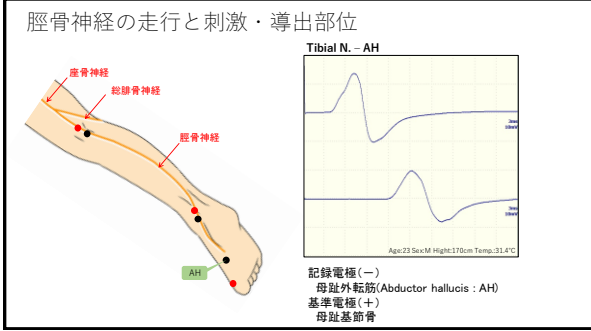
- 正中神経の走行に従って手掌および手首で刺激を行う
- 手首～手掌間のSCVが手掌～手指間のSCVよりも10m/s以上低下または手掌刺激と手首刺激の潜伏差が1.6msを超えた場合に陽性と判断する

尺骨神経の走行と刺激・導出部位

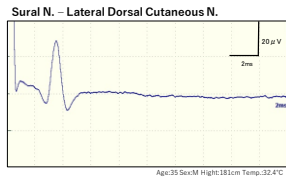
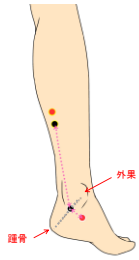
尺側神経溝 肘部管 骨髄腔 Guyon管 ADM

Ulnar N. - ADM Age:23 Sex:M Height:170cm Temp.:33.0°C
記録電極 (-)
小指外転筋(Abductor digiti minimi: ADM)
基準電極 (+)
第5中手指関節(MP-5)尺側





腓腹神経の走行と刺激・導出部位



記録電極 (-)
外果と踵骨を結んだ線上の1/3外果方向
基準電極 (+)
記録電極の3cm遠位部
* 必要に応じて加算平均を用いる

刺激電極のローテーションによる波形変化

