

Sat. Nov 28, 2020

第2会場

教育講演

教育講演15

座長:岩崎 博(和歌山県立医科大学整形外科科学講座)

8:30 AM - 9:30 AM 第2会場 (2F B-1)

[EL15] 脊髄誘発電位と共にー基礎から臨床へー

○里見和彦 (紘友会三鷹病院整形外科)

教育講演

教育講演16

座長:齋藤 貴徳(関西医科大学整形外科科学講座)

9:45 AM - 10:45 AM 第2会場 (2F B-1)

[EL16] CSA、NA、胸郭出口症候群

○園生雅弘 (帝京大学 医学部 神経内科)

教育講演

教育講演17

座長:川端 茂徳(東京医科歯科大学大学院 先端技術医療応用学講座)

11:00 AM - 12:00 PM 第2会場 (2F B-1)

[EL17] 脊磁計の開発～技術的側面から

○足立善昭 (金沢工業大学 先端電子技術応用研究所)

教育講演

教育講演18

座長:長谷 公隆(関西医科大学 リハビリテーション医学講座)

1:30 PM - 2:30 PM 第2会場 (2F B-1)

[EL18] Bell麻痺の病態と治療

○栢森良二 (帝京平成大学 健康メディカル学部 理学療法学科)

教育講演

教育講演19

座長:松本 理器(神戸大学脳神経内科)

2:45 PM - 3:45 PM 第2会場 (2F B-1)

[EL19] 脳磁図計測の基本

○長峯隆 (札幌医科大学 医学部 神経科学講座)

教育講演

教育講演20

座長:花島 律子(鳥取大学医学部脳神経内科学)

4:00 PM - 5:00 PM 第2会場 (2F B-1)

[EL20] 神経伝導検査による糖尿病神経障害の重症度分類

(馬場分類) の病態生理学的背景と臨床的意義

○馬場正之 (青森県立中央病院 脳神経センター 脳神経内科)

教育講演

教育講演15

座長:岩崎 博(和歌山県立医科大学整形外科学講座)

Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 9:30 AM 第2会場 (2F B-1)

脊髄誘発電位は我が国で基礎的ならびに臨床的研究が始まった。同電位には刺激部位、記録部位を変えることで種々の電位が得られている。我々グループは、基礎的研究として各電位の起源について研究し、臨床応用も行ってきた。講演では、今までの知見と現在も行なっている研究について解説する。

[EL15] 脊髄誘発電位と共にー基礎から臨床へー

○里見和彦（紘友会三鷹病院整形外科）

(Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 9:30 AM 第2会場)

[EL15] 脊髄誘発電位と共にー基礎から臨床へー

○里見和彦（紘友会三鷹病院整形外科）

脊髄誘発電位は誘発電位の一分野で、かつ臨床神経生理学会の専門医制度の一分野となっています。小生は昭和45年卒業で、初めての研究テーマは「ヒトにおける皮膚誘導による脊髄誘発電位の測定」でした。しかし、その電位はあまりにも小さく「all or none」の世界で、物足りなさを感じました。当時日本では、脊髄硬膜外刺激および記録による脊髄誘発電位の基礎的ならびに臨床的研究が黒川高秀先生、玉置哲也先生を中心に進んでいました。そんななか、小生も米国で脊髄誘発電位に関する基礎的実験を行うことができました。一方、刺激法では末梢神経刺激や経皮的大脳刺激などが、記録法でも筋記録などが実用化してきました。その結果、脊髄誘発電位は感覚系電位と運動系電位と分けて理解されるようになりました。また、それらの電位を利用しての術中脊髄モニタリングが進歩していきました。現在、モニタリング波形のアラームポイントの設定とその検証が行われています。我々の研究グループでは、各種誘発電位の波形起源に関する基礎的研究と術中記録電位による頸髄症などの病巣高位診断を行ってきました。講演では、今までの我々の取り組みと、現在も行なっている研究テーマなどに付いて解説します。特に、基礎的研究の研究手法などが若手研究者の参考になれば幸いです。

教育講演

教育講演16

座長: 齋藤 貴徳(関西医科大学整形外科学講座)

Sat. Nov 28, 2020 9:45 AM - 10:45 AM 第2会場 (2F B-1)

頸椎症性筋萎縮症、神経痛性筋萎縮症、胸郭出口症候群は、いずれも整形外科と脳神経内科の境界疾患である。臨床症候と電気生理が鑑別のキーとなり、確実な診断を下す責務は電気診断医にある。そのノウハウを解説する。

[EL16] CSA、NA、胸郭出口症候群

○園生雅弘 (帝京大学 医学部 神経内科)

(Sat. Nov 28, 2020 9:45 AM - 10:45 AM 第2会場)

[EL16] CSA、NA、胸郭出口症候群

○園生雅弘（帝京大学 医学部 神経内科）

頸椎症性筋萎縮症（CSA）と神経痛性筋萎縮症（NA）は、多くの例で痛みを引き続いて筋力低下を急性に呈するという点で共通しており、鑑別が問題となる。一方 NA と胸郭出口症候群（TOS）とは、いずれも腕神経叢障害と考えられて来たという点で共通する。これらはいずれも整形外科と脳神経内科の境界に位置する疾患群であり、また臨床症候の評価と並んで電気診断が大きな役割を果たすという点でも共通している。頻度的には CSA が圧倒的に多く、特に日本では common disease と言えるレベルで、NA と TOS、即ち、真の神経性 TOS（true neurogenic TOS [TN-TOS]）は稀な疾患だが、これも特に TOS の疾患概念の捉え方によって頻度が大きく変わってきてしまう。CSA: NA の頻度は日本では 9:1 程度だが、CSA を NA とする誤診がかなり多くなされているのではとも考えている。これらの疾患それぞれは、予後も治療法も異なっており、正確な診断が必須である。電気診断に責任を持つ人が多く集まる本学会員には是非とも正確な知識と技能を身につけて、これらの疾患の診療を主導していただきたいと考えており、この教育講演はその目的で企画されたものと推測している。CSA は頸椎症が原因と考えられ、感覚障害や長経路徴候をほとんど伴わず、上肢筋力低下・筋萎縮を主徴とする症例群の総称である。Keegan が最初に報告した radiculopathy によるものと、祖父江らが報告し CSA の名称を提唱した myelopathy を想定したものに分けられるが、両者の鑑別が難しい例、さらには画像変化の乏しい例も多い。また本邦では多数の報告があるが、欧米での報告は驚く程少なく、ほとんど認識されていないことが特筆される。CSA は、C5 ないし C5/6 髄節を主に侵す近位型と、C8 髄節中心に障害する遠位型に分けられ、両者の頻度は同程度である。診断の最大の手がかりは、CSA は正確に髄節性の筋力低下分布をとることである。針筋電図は徒手筋力テスト（MMT）を補完し、特に傍脊柱筋の脱神経が診断に役立つ。近位型 CSA では三角筋複合筋活動電位振幅の左右比較が予後判定に用いられる。NA は別シンポジウムで詳しく触れるが、腕神経叢障害ではなく多発性単ニューロパチーであることが近年ほぼ確定した。日本では後骨間・前骨間神経を侵す遠位型が多い。筋力低下分布から診断でき、超音波での砂時計様くびれの証明が確定診断に役立つ。針筋電図で新生運動単位電位（nascent MUP）が証明されれば、回復が期待できる。TOS では、TN-TOS は T1 > C8 の下神経幹障害を来す運動優位の慢性疾患であり、内側前腕皮神経の感覚神経活動電位消失を含む、神経伝導検査の疾患特異的な所見で確定診断できる。議論のある TOS（disputed TOS）の本態は不明である。演者に TOS の診断で紹介されてくる症例、特に交通事故後の症例では、ヒステリー性麻痺（機能性神経障害、転換性障害）が圧倒的に多い。

教育講演

教育講演17

座長:川端 茂徳(東京医科歯科大学大学院 先端技術医療応用学講座)

Sat. Nov 28, 2020 11:00 AM - 12:00 PM 第2会場 (2F B-1)

多チャンネルの高感度磁気センサで、神経の電気生理的な情報を非侵襲的に得られる脊磁計は、電位計測では難しかった高精度な脊髄の障害部位診断が可能になると期待されている。本講演では脊磁計を支える技術面を概説する。

[EL17] 脊磁計の開発～技術的側面から

○足立善昭 (金沢工業大学 先端電子技術応用研究所)

(Sat. Nov 28, 2020 11:00 AM - 12:00 PM 第2会場)

[EL17] 脊磁計の開発～技術的側面から

○足立善昭（金沢工業大学 先端電子技術応用研究所）

【はじめに】脊磁計は脊髄や脊髄神経の活動に伴う微弱な磁場を体表面にて、高感度な磁気センサで検出し、得られた磁場分布を解析することによって、もとの神経の電気生理的な情報を非侵襲的に得られる装置である。体表面で観測される磁場の強度はひじょうに小さいので、脳磁計や心磁計と同様に、超電導を応用した SQUID と呼ばれる素子を適用した磁束計で検出する。本講演では、開発初期の動物実験用装置から、臨床に適用しうる装置として結実した最新の検査システムまで、全ての脊磁計の基幹要素である SQUID 磁束計の原理と、その他の周辺技術について、脊磁計開発の黎明期からこれまでを振り返りながら概説する。【脊磁計の要素技術】脊磁計のシステム構成は基本的には従来の脳磁計とそう変わらない。しかし、脊髄を伝播する信号は脳磁信号よりも帯域が高く、かつ強度が小さいため、そのような信号を効率よく検出し、理解可能な診断情報として提供できるように、ハードウェアやソフトウェアにいくつかの工夫がなされている。具体的には、1. 狭い観測領域からできるだけ多くの磁場情報を引き出すベクトル型 SQUID 磁束計センサアレイ、2. 被験者の背側から磁束計を体表面に密着させるユニークな形状の低温容器、3. 伝導速度の測定精度に寄与する高速データサンプリング、4. 電気刺激によるアーチファクトを除去する信号処理と機能イメージングを提供する磁場源解析アルゴリズムなどである。また、脊磁計のような SQUID を用いる生体磁気計測装置は液体ヘリウムを消費するため、高額なランニングコストが病院への導入の障壁の一つになっている。このランニングコストを劇的に低減するパルスチューブ冷凍機によるクローズドサイクルの液体ヘリウムリサイクルなどについても述べる。【結語】1999年に東京医科歯科大学の川端茂徳先生と脊髄磁場計測の研究開発を始めてから、早くも20年以上が経過した。昨今、一つのテーマを20年間もやらせてもらえるなど、めったにあることなく、改めて脊磁計開発のプロジェクトが研究環境に恵まれていたことに感謝する次第である。民間企業への技術移転も進み、医療機器としての製品化もすぐ目の前となった。早期に全国の病院で一般的に使える診断装置とすべく引き続き尽力していきたい。

教育講演

教育講演18

座長:長谷 公隆(関西医科大学 リハビリテーション医学講座)

Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 2:30 PM 第2会場 (2F B-1)

Bell麻痺の病態は、HS1型再活性化による顔面神経炎である。側頭骨内の神経管で浮腫が生じるために、顔面神経幹は絞扼障害に陥り、この軽重によって、麻痺の重症度は決定される。二次性HFSに対してBTXが有効である。

[EL18] Bell麻痺の病態と治療

○栢森良二 (帝京平成大学 健康メディカル学部 理学療法学科)

(Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 2:30 PM 第2会場)

[EL18] Bell麻痺の病態と治療

○栢森良二（帝京平成大学 健康メディカル学部 理学療法学科）

Bell麻痺の病態は、単純ヘルペスタイプ1型の再活性化による、膝神経節における顔面神経炎である。従来、予後良好といわれていたが、実際は多少とも後遺症が出現することが多い。予防をしなければ障害は増悪し、半永久的に残存する。炎症は側頭骨内の神経管で浮腫が生じるために、顔面神経幹は絞扼障害に陥り、この軽重によって、顔面神経麻痺の重症度は決定される。可及的速やかに抗ウイルス薬とステロイドを投与する。この機会を逃がし、4,000本の神経線維が少しでもワラー変性に陥っていると、発症4か月後に迷入再生による病的共同運動や顔面拘縮が生じる。[病態] 神経線維の炎症絞扼障害によって、脱髄、逆行変性、ワラー変性の3つの変性タイプが生じる。脱髄是最軽症で、臨床的に3週間で完治する。逆行変性は神経幹最外層を走行する栄養血管閉塞によって生じる栄養不全である。表情筋の最遠位部から中枢側に向かって軸索変性が生じる。神経線維は1mm/日のスピードで再生する。病変部まで最長で3か月ほどで再生して、迷入再生は起こらず、臨床的に完治する。一方、ワラー変性は、病変部から末梢側へ進行する軸索変性である。神経内膜の断裂があるために神経断裂であり、迷入再生が起こる。このために臨床的に1か月の遅延時間があり表情筋に迷入再生線維が到達が始まる。神経再生の最も有効な手段は支配筋の随意運動による促通であるが、迷入再生の予防には筋のストレッチングによる再生遅延である。[電気生理学]発症10～14日目の軸索変性の重症度を測定するEN_oG（electroneurogram）を用いる。病変より遠位部での神経変性の程度を患側：健側比を求めるものである。EN_oG $\geq$ 90%で脱髄と判断し、EN_oG $\geq$ 40%で逆行変性あるいは軸索断裂と判定する。EN_oG<40%はワラー変性線維がある症例で、EN_oGが小さいほど重症である。迷入再生の出現する可能性は[40-EN_oG]で表現される。最大40%が迷入再生が生じることになる。4か月以降の表面筋電図と瞬目-顔面筋反射で、迷入再生と過誤支配の重症度と範囲を検索する。これらの所見は、原発性顔面痙攣と同じことから、顔面神経麻痺後遺症は二次性あるいは症候性顔面痙攣と診断名がつけられる。[臨床経過]3か月で完治していない顔面神経麻痺は、4か月以降に迷入再生-過誤支配による病的共同運動が出現する。表情筋の分離運動ができなくなり、患側表情筋は一塊の表情運動になる。つまり開口部を挟んで、動筋と拮抗筋関係が生じ、しかも同時収縮をすることになる。3か月以降も随意運動を継続すると、迷入再生線維も促通され、病的共同運動は6か月ほどで優位になってしまい、過運動症のために表情筋短縮による顔面拘縮が生じる。瞬き、食事をする、喋るなどの運動は不可避のために、神経再生は8～10か月でプラトーになる。[治療]筋短縮による顔面拘縮と、動筋と拮抗筋の同時収縮を軽減するためには、ボツリヌス治療が最も有効である。

教育講演

教育講演19

座長:松本 理器(神戸大学脳神経内科)

Sat. Nov 28, 2020 2:45 PM - 3:45 PM 第2会場 (2F B-1)

脳磁図計測の準備にあたり、基礎的知識をもとにした適切な課題の設定、ノイズ源の回避の他に、計測環境における事前調査が重要である。電流源推定を容易にするには、活動が時空間的に分離するように課題を設定する。

[EL19] 脳磁図計測の基本

○長峯隆 (札幌医科大学 医学部 神経科学講座)

(Sat. Nov 28, 2020 2:45 PM - 3:45 PM 第2会場)

[EL19] 脳磁図計測の基本

○長峯隆（札幌医科大学 医学部 神経科学講座）

脳磁図計測は、ミリ秒単位の時間解像度、数ミリメートルの空間解像度を有している。計測、推定の推定精度を担保するには、基本的条件の理解が重要である。

【生体磁場】興奮性細胞である心筋、筋肉、神経の細胞膜電位変動に由来する電流束周囲の「変動磁場」と、体内に混入した磁性体による「定常磁場」がある。

【磁場誘導】電流の方向を右ネジの進む方向として、右ネジの回る向きに磁場が生じる。普及している脳磁型の磁束コイルは頭表に対しての水平配置が主流であり、頭表に平行な電流の向きを検知する。

【ニューロンの電気活動】神経系のニューロンには、持続10ミリ秒で軸索を移動する活動電位と、100ミリ秒単位で経過する細胞体周辺に固定したシナプス後電位が発生する。

【集合電位発生】頭蓋外計測点までが数センチメートルであり、検出可能な信号の源は、ミリメートル単位の軸索断面や皮質層の中にある集合電位で Open field になっている。尖頂樹状突起が脳表に垂直に整列している大脳皮質のシナプス後電位は多少時間同期がずれても記録できる。頭蓋外では、時空間の同期がある人工的な電気刺激に対して誘発される末梢神経の神経束や脊髄神経路の活動電位に限定される。

【電流源仮定】大脳皮質内のシナプス後電位に伴う尖頂樹状突起内の電流経路は、頭蓋外の記録点間距離に比して短く、等価電流双極子（Equivalent current dipole: ECD）のモデルが広く採用される。末梢神経束などの活動電位は、進行する活動電位の前後境界面の2つのECDによる Quadrupoleとして扱われる。

【脳溝と脳回】頭表に平行な電流に誘導された磁場を検知することから、脳溝のECD活動を特異的に記録する。脳波は、脳回の活動も検出する。

【生理学的電位分布とECD】人工的な電気刺激に誘発される一次感覚野の反応やてんかん性放電は、大脳領野の活動中心から周辺に勾配をもつ電位分布をとり、この活動に由来する頭蓋外の電磁場分布は、単一ECDによるものと近似できる。

【電位分布と磁場分布】電流源周辺の媒体は不均質であり、電気抵抗、物質境界の形状により、電位分布は対称的にならない。磁場分布は媒体に影響されない透磁率に従うため、歪みを生じず、局所に限局した対称的なダイポール分布をとる。

【ECD推定】実測データでは、ECDの数の想定が電流源推定の第一段階となる。分布が狭く、脳溝のECDのみ想定する脳磁場計測は、ECD数限定が行いやすい。時空間的な活動継続性などの生理学的先見知見を加えると、複数ECDの分離推定が可能となることがある。

【計測環境】目的とする神経磁気信号以外の自然環境、計測装置、被験者に由来する磁場変動は、計測の妨げとなる。他施設の先行計測などを参考に信号強度を仮定し、同一計測環境における雑音強度を事前に計測して、信号雑音比の推定を行ない、必要に応じ計測課題の修正を行う。

教育講演

教育講演20

座長:花島 律子(鳥取大学医学部脳神経内科学)

Sat. Nov 28, 2020 4:00 PM - 5:00 PM 第2会場 (2F B-1)

演者は糖尿病性神経障害の客観的重症度把握を目的に神経伝導検査による分類（馬場分類）を作成し、足潰瘍発生をみる前向き研究でその有効性を確認した。本講演では馬場分類の生理学的背景と臨床応用について述べる。

[EL20] 神経伝導検査による糖尿病神経障害の重症度分類（馬場分類）の病態生理学的背景と臨床的意義

○馬場正之（青森県立中央病院 脳神経センター 脳神経内科）

(Sat. Nov 28, 2020 4:00 PM - 5:00 PM 第2会場)

[EL20] 神経伝導検査による糖尿病神経障害の重症度分類（馬場分類）の病態生理学的背景と臨床的意義

○馬場正之（青森県立中央病院 脳神経センター 脳神経内科）

本邦の糖尿病（DM）人口は今や一千万人を超え、個々のDM患者の健康問題から医療経済上の大問題にもなっている。一方DM三大合併症のうち腎症は生命予後を短縮させ、網膜症が失明を生むのに対し、最も罹患率の高い糖尿病多発神経障害（DPN）は稀に足皮膚潰瘍を生じることがあるものの大半はチクチクしびれるだけの認識しかない。また、腎症は血液や尿検査で、網膜症は眼底検査で重症度を把握できるのに対し、DPNにはバイオマーカーがなく、診断上のgolden standardとされる神経伝導検査 nerve conduction study（NCS）所見は神経生理専門医にしか理解され難い。結果、DM診療現場には「NCS不要論」さえあった。DPN克服がDM診療の重要課題と考えた故後藤由夫東北大教授は、厚労省糖尿病研究班を通じて木村淳京大教授と馬場正之弘前大学助教授（当時）に「NCSによるDPN重症度分類」の作成を1989年に依頼した。そのとき木村・馬場・三森らは「DPNは四肢遠位優位の感覚運動神経障害」との前提に立ち、上下肢のNCS所見をまとめる手法で重症度把握を試みたが、満足な結果が得られなかった。一方、馬場は最近「DPNの本質は長さ依存性軸索変性であること」を重視すればNCS重症度分類が可能と考えるに至った。つまり下肢神経SNAP振幅と誘発筋電位CMAP振幅の低下度のみから重症度を捉え得ると考えた。また、これまでの検査経験と各種文献情報によれば、脛骨神経F波潜時延長が軽症DM患者にみられる最頻度NCS所見で、腓腹神経SNAP低下がそれに次ぎ、運動障害を表現する脛骨神経足底筋CMAP低下が後で加わる。つまりNCS上のDPN進行は、F波潜時など伝導遅延（重症度1）⇒腓腹SNAP低下（重症度2）⇒脛骨CMAP低下（重症度3）⇒SNAP・CMAP消失レベル（重症度4）と推定した。これが馬場分類Baba's DPN Classification（BDC）仮説である。このBDC妥当性検証のために馬場らは2型DM患者約600名で足潰瘍発生頻度をみる前向き研究を2007年に開始し、5年の観察終了者が286名の時点で中間解析をしたところ、その結果は衝撃的であった。要約すると、足病変発生率はBDC-0とBDC-1群の0%に対し、BDC-2度3%、3度18%、4度38%とBDC重症度ランクとともに激増した。それに加え、脳心大血管障害発生率はBDC-0度：0%、1度：3%、2度：24%に対し、3度・4度群では53%から57%に達した。そして5年間の死亡率はBDC-0度・1度・2度群の0%に対し、3度が9%、4度が10%であった。つまりDPN重症度は一千万DM患者の脳心血管イベント増加と生命予後短縮に関係する。そして、NCSはそのリスク把握に極めて有用な手段であることが示された（臨床神経生理2018）。BDC分類は客観性と分かりやすさの両面からDM医療現場に徐々に普及しつつあり、今後さらなる活用が望まれる。本講演ではBDCの原理と実施上の注意点、ならびに転倒事故率を含むBDC別各種イベント発生に関する新知見にも言及する。