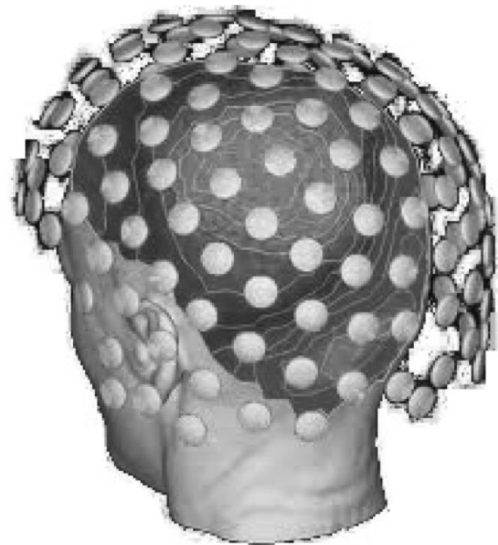
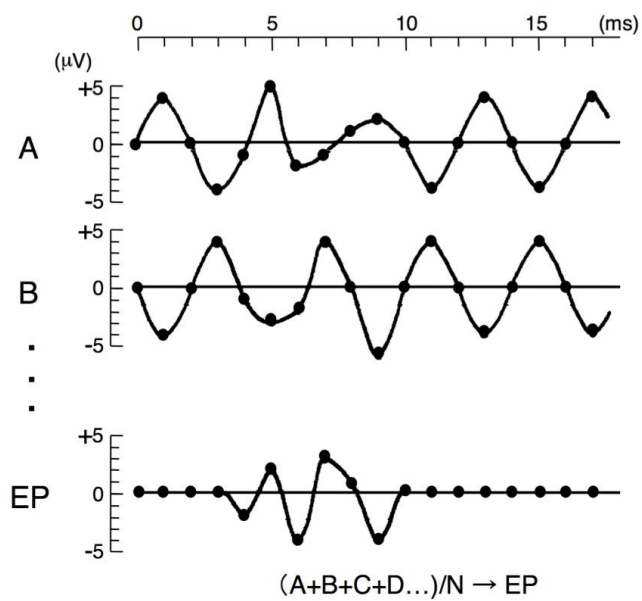


第 25 回 臨床神経生理研究会(九州)

日時：平成 25 年 8 月 17～18 日

会場：福岡リーセントホテル



プログラム

平成 25 年 8 月 17 日 (第 1 日)

12:00-13:00 受付

13:00 - 14:00 臨床神経生理レクチャーマラソン 1

1. 神経伝導速度・筋電図記録の Pitfall : 熊本機能病院 神経生理部門 片山 雅史
(座長 : 鹿児島大学病院 衛藤 誠二)
2. 筋疾患の電気生理学的機能評価 : 長崎川棚医療センター 福留 隆泰
(座長 : 熊本機能病院 片山 雅史)
3. 末梢神経疾患の機能評価 : くまもと温石病院 松永 薫
(座長 : 長崎川棚医療センター 福留 隆泰)

14:00-14:30 基調講演

座長 九州大学名誉教授 加藤 元博

「臨床神経生理学の展望」

国際医療福祉大学 福岡保健医療学部 教授 辻 貞俊

14:30-14:50 休憩(ホテルチェックイン 等)

14:50-15:50 臨床神経生理レクチャーマラソン 2

1. 脳波記録の Pitfall : 九州大学病院検査部 酒田 あゆみ
(座長 : 九州大学脳研生理 萩原 綱一)
2. 脳波判定の実際 : 産業医科大学神経内科 赤松 直樹
(座長 : 九州大学病院検査部 酒田 あゆみ)
3. 小児てんかんと脳波記録 : 福岡大学小児科 安元 佐和
(座長 : 産業医科大学神経内科 赤松 直樹)

15:50-16:00 休憩

16:00-16:50

特別講演 1

座長 九州大学大学院医学研究院脳研臨床神経生理 飛松 省三

「傷害を受けた脳が示す可塑性とその修飾機構」

自然科学研究機構発達生理学研究系認知行動発達機構研究部門 教授
伊佐 正

16:50-17:00 休憩

17:00-17:40

教育講演 1

座長 九州大学神経内科

重藤 寛史

「正常・てんかん病態下の脳機能結合地図」

京都大学大学院医学研究科 てんかん・運動異常生理学講座

特定准教授

松本 理器

18:00 懇親会：福岡リーセントホテル内 舞鶴の間

平成 25 年 8 月 18 日 (第 2 日)

9:00-10:00 臨床神経生理レクチャーマラソン 3

1. tDCS による運動関連領野の興奮性の可塑的变化：新潟医療福祉大学 桐本 光
(座長：九州大学臨床神経生理 緒方 勝也)
2. Transcranial Magnetic Stimulation—言語への適用—：
鹿児島大学脳神経外科 時村 洋
(座長：新潟医療福祉大学 桐本 光)
3. 脳磁図の基礎と臨床応用：
潤和会記念病院 鶴田 和仁
(座長：鹿児島大学脳神経外科 時村 洋)

10:00-10:10 休憩

10:10-11:00

特別講演 2 座長 国際医療福祉大学 福岡保健医療学部 後藤 純信
「脳波判読自動化—25 年の歩み—」
佐賀大学 名誉教授 中村 政俊

11:00-11:10 休憩

11:10-11:50

教育講演 2 座長 大勝病院 神経内科 有村 公良
「手根管症候群の電気診断」
徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 臨床神経科学分野 講師
野寺 裕之

11:50-12:00 ビジネスミーティング

12:00-13:00 昼食

13:00-15:00 ハンズオン・セミナー

誘発電位 Q & A : 九州大学脳研生理 飛松 省三
神経伝導検査 : 徳島大学神経内科 野寺 裕之
脳波記録の実際 : 京都大学神経内科 松本 理器

抄録集

I. 臨床神経生理レクチャーマラソン 1

1. 神経伝導検査・筋電図記録の Pitfall

熊本機能病院神経生理センター

片山 雅史

神経伝導検査 (nerve conduction study : NCS) は、末梢神経が正常に機能しているか否かを検索する検査である。判定では、伝導速度や誘発された波形振幅の低下、波形のひずみ (持続時間の延長や多相化をさす) をもって”異常”とすることが一般的である。近年、日常的に施行され、比較的短時間で判断が可能な検査である一方、基本的なテクニックの欠落や、神経生理学的な知識が不足し検査目的を見誤ると、臨床に間違った報告がなされることもある。NCS 施行に際し重要なテクニックと、最低限知っておかなければいけない基礎知識を紹介する。

NCS は測定機器を使用して実施するため、機器の条件設定によりその結果は大きく変化する。現行の検査機器の初期設定ではほぼ問題はないが、やむを得ず変更した場合はその旨を明記し、判断に支障が出ないように気をつける必要がある。機器の点検や電極の不具合がないかなども、日常のチェックや定期的な点検が必要なことは言うまでもない。刺激強度や刺激・記録電極の配置も重要で、刺激強度は不十分だと最大の振幅が得られず、強すぎると近傍を走行する他の神経まで刺激されてしまい、波形のひずみの原因となる。記録電極の配置は、とくに運動神経で belly-tendon 法を遵守することが重要である。まれに生理的に筋の欠損や位置がわずかにずれている場合もあるため、常に波形を確認し、電極位置を変更する必要がある例も存在する。また被験者の状態も重要で、緊張により混入する筋電図や、手足の温度が低いことも検査結果に影響をおよぼす。

NCS では異なる 2 点の刺激で誘発される波形を記録し、その間の神経伝導速度や波形・振幅の変化によって異常を判定する。絞扼性末梢神経障害では、障害部位をはさんだ 2 点刺激によって、その場所の伝導速度や振幅の低下を認める。さらに同じ神経の異なる部位や、他の神経の NCS も施行することで、多発神経障害との鑑別が可能となる。すなわち、状況によって基準となる NCS に加えて、広範囲に検索することで末梢神経の障害を見落とすことなく把握できる。

NCS がオーダーされる被験者は、ほとんど何らかの神経症状があり、中枢か末梢いずれかには障害が存在すると考えられる。しかし伝導速度には異常が認められないこともあり、波形・振幅の変化を観察することや、筋電図、誘発電位などの施行も視野に入れておくことで、臨床において NCS が有効に利用されうると考える。

2. 筋疾患の電気生理学的機能評価

長崎川棚医療センター
福留 隆泰

筋疾患の電気生理学的機能評価法として、神経反復刺激検査、運動負荷検査および筋音図検査について解説する。

2～3Hz の低頻度神経反復刺激検査は神経筋伝達障害をみるのに有用であるが、検査する筋肉の選択や固定法、温度など記録に際して注意する項目が多い。重症筋無力症や Lambert Eaton 筋無力症候群（LEMS）が代表的な疾患であるが、複合筋活動電位（CMAP）の振幅が漸減するパターンが異なる事が多い。CMAP の波形では repetitive CMAP に注意が必要で、先天性筋無力症候群や有機リン中毒などの鑑別に有用な場合がある。

筋細胞膜の興奮性は骨格筋細胞膜イオンチャンネルで調整されている。筋チャンネル病のミオトニアや周期性四肢麻痺は Na^+ チャンネルや Cl^- チャンネル、 Ca^{++} チャンネル、 K^+ チャンネルの異常で生じ、遺伝子変異の有無で確定診断に至るが、運動負荷試験は異常チャンネルの推定に有用である。運動負荷試験には Short exercise test と Prolonged exercise test がある。運動負荷前後で CMAP 振幅の変化をみるものだが、皮膚温を 20～25℃に下げて（Cooling test）おこなったり、神経反復刺激検査を併用することで異常チャンネルを推定することができる。

筋肉の運動終板で活動電位が生じ、筋繊維全体に伝達されると筋の収縮が生じる（excitation contraction coupling: E-C coupling）。従来 E-C coupling の評価は張力計を用いて行われていたが、2007 年に桑原らは加速度計を用いた評価法を考案した。われわれは筋音図を用いた評価法を考案しデュシェンヌ型筋ジストロフィー患者で E-C coupling について検討した。正中神経を刺激して短母指外転筋の筋収縮を記録する方法だが、CMAP を同時に記録することで E-C coupling が評価できる可能性を考えている。

文献

1. 木村淳, 幸原伸夫: 神経伝導検査と筋電図を学ぶ人のために. 第2版, 医学書院, 2010.
2. 中村友紀, 有村由美子, 有村公良: ミオトニア・周期性四肢麻痺症候群. 臨床神経生理学 41: 118–123, 2013
3. Miho Nakata, Satoshi Muwabara, Naoki Kawaguchi, et al: Is excitation-contraction coupling impaired in myasthenia gravis? Clin Neurophysiol 118: 1144–1148, 2007

3. 末梢神経疾患の機能評価

くまもと温石病院 神経内科・リハビリテーション部

松永 薫

熊本機能病院 神経生理センター

寺本 靖之、片山 雅史、岩永 書朋、西村 康平

熊本機能病院 リハビリテーション科

中西 亮二

日常診療で遭遇する頻度が高い末梢神経疾患として entrapment neuropathy が挙げられる。手根管症候群、肘部管症候群、橈骨神経麻痺、腓骨神経麻痺の頻度が高く、まれに、ギオン管症候群、前骨間神経麻痺、足根管症候群、モルトン病などがある。これらの診断には神経伝導検査（NCS）が必須であるが、肘部管症候群、腓骨神経麻痺などの場合、SEPを併用することがより詳細な病態評価に役立つことがある。また、運動神経近位部の刺激には磁気刺激が有用である。

急性の単神経麻痺を呈する比較的若年の症例は遺伝性圧脆弱性ニューロパチー（HNPP）の可能性があり、注意を要する。HNPP では無症候の神経でも伝度遅延を呈していることが多く、通常、自然寛解する。

急性の治療を要するギラン・バレー症候群では発症後数日以内では NCS や髄液は正常のことも多く、治療開始は総合的に判断する必要がある。脱髄型ギラン・バレー症候群（AIDP）では、遠位潜時延長と遠位部 CMAP の時間的分散を呈するも神経幹中間部の伝導は正常のことが多く、感覚神経は正中・尺骨神経は異常、腓腹神経は正常という特徴的所見を呈することが多い。

一般病院の外来診療で経験することの多い、これらの疾患の病態評価を症例を提示して紹介する。

II. 基調講演

臨床神経生理学のこれまでとこれから

国際医療福祉大学福岡保健医療学部

辻 貞俊

1980年代までは、脳波及び大脳誘発電位等の大脳神経生理学検査は、非侵襲的な大脳機能評価の手段として、重要な位置を占めていた。コンピュータの生理検査機器への応用とともに、大脳生理機能に関する目覚ましい研究の進展が見られた時代と言える。1970年代の九州大学脳疾患研究施設神経内科の抄読会では、Clinical Neurophysiology は easy でない EEG Journal と言われていたように、高度で難解な研究論文が掲載されていた。また、脳波が神経生理学の基本であった。その後、大脳誘発電位、遠隔電場電位、トポグラフィー、睡眠脳波、脳電気刺激法、経頭蓋磁気刺激法と、次々に新しい研究テーマもみられ、臨床神経生理学が楽しい時期でもあった。21世紀になってからは脳磁図検査が盛んに行われるようになったが、だれでもできる検査とはいえない。

1970年代にCTが開発され、その後の種々の画像機器の開発と目覚ましい進展とともに、脳波等の神経生理学検査は大脳機能評価法としての重要性が残念ながら低くなってきている。特に、目覚ましい研究の進歩がみられる大脳機能画像検査は、ある面では神経生理学的検査に取って代る状況でもある。したがって、臨床の現場では、脳波検査をしなくても頭部MRI検査はすぐに行う現状であるが、脳の機能評価には脳波に勝る検査はないことをもっと啓発する必要がある。画像検査と生理機能検査は相補うものであることを強調したい。

一方、神経伝導検査や針筋電図検査は、画像検査では見ることができない神経・筋の生理学的機能評価が可能であるため、必須の生理検査として重要視されている。特に末梢神経疾患や筋疾患の診断には欠かすことができない検査であり、神経生検を必要最低限にすることができることを強調したい。

医療の現場では脳波や筋電図を専門とする医師や臨床検査技師が減っている。しかし、学会が実施している脳波や筋電図検査のハンズオンには多数の参加者があり、勉強したいと思っている医師や臨床検査技師は決して少なくない。キャリアアップのためにも、神経生理検査を専門職とする神経検査技士等の認定資格制度を普及させる必要がある。

てんかんでのビデオ・脳波同時記録のように、疾患に特化した生理学的検査の有用性をアピールすることも大切である。脳死判定では脳波やBAEPは必須の検査であるため、臨床神経生理の関係者がもっと関与すべきであり、救急医療の現場でも神経生理学的検査の適応がもっと必要でないかと思われる。

治療に関与することも今後は大切である。例えば、反復経頭蓋磁気刺激による神経・精神疾患の治療法としての有用性は注目されるべき方向性であると考えられる。

最後に、神経生理学的検査はむしろ成熟期に入っているため、ルーチンの検査法としてこの施設でも検査できる体制を確立する努力が今後は必要である。

Ⅲ. 臨床神経生理レクチャーマラソン 2

1. 脳波記録の Pitfall

九州大学病院検査部

酒田 あゆみ

脳波検査において最も注意を要するのは、記録された波形が「脳波」なのか「アーチファクト」なのかの判別である。俗にアーチファクトとの戦いとも言われ、どんなに接触抵抗を下げて電極を装着してもアーチファクトが皆無の記録を得ることは困難である。

そのため記録者はもちろん、判読者もアーチファクトの鑑別をしながら波形を観察しなければならない。記録中の被検者の体動や覚醒度の変化、賦活や従命への協力などでも記録の精度が変わるので、検査者は漫然と記録するのではなく、能動的に記録を作成する方向で取り組むべきと考える。

また、ここ数年で多くの施設にデジタル脳波計が普及し、その恩恵に与る機会が増えているが、デジタル脳波計のメリットを活かすためには、デメリットの存在も理解しておく必要がある。特にフィルターについては理解不十分なまま操作されている記録を見る機会が多く、検査技師の理解、医師の助言が必要と思われる。

もう一つのメリットとしてリモンタージュ機能があるが、そもそもの導出の原理や、リモンタージュすることで目的の波がどのように変化して見えるかということは、ある程度頭の中で予測できて然るべきである。リモンタージュ機能に頼り過ぎて単純に振幅の高い波を有意な波と判断したり、位相の逆転に関心を奪われてしまうと必要以上に異常波を検出し、場合によっては生理的に出現している波を局在性の異常や、てんかん性の突発波と判定してしまうことにもなりかねない。

最近よく見かけるのは、睡眠中の v-wave をてんかん性の突発波 (spike や sharp wave) として有意と判断され紹介受診されるケースである。時には既に内服開始されている場合もあり、症候とてんかん性異常を適正に評価するためには判読医が「見えた波形」で判断するのではなく、「異常所見として妥当性のある波形を見出す」作業が必要である。そのためには記録者である検査技師が、自身が記録している背景脳波が覚醒か睡眠か、その変動時期なのかを正しく把握し、被検者に必要な時期と異常と考えられる波形を再現性持って記録するようにコントロールすることも大事である。

当日は日常検査の中で遭遇する機会が多い紛らわしいアーチファクト、導出による波形の変化、賦活による効果など波形を提示しながら説明する予定である。

2. 脳波判定の実際

産業医科大学神経内科

赤松 直樹

以前の紙記録脳波と比較するとデジタル脳波計では、リフォーマット機能をはじめとする優れた波形表示機能が最も大きな利点である。現代の脳波判読者には、優れた脳波計機能の恩恵を受けることができると同時に、これらの脳波判読端末の機能を熟知して脳波判読を行うことが求められている。

1. モンタージュを使い分ける。デジタル脳波の最大の利点は判読者がモンタージュを選べるということである。異常が発見しやすいモンタージュで判読する。全般性の異常の場合は基準電極導出法、焦点性の異常の場合は双極導出法が有用である。側頭葉の異常に関しては、側頭葉用モンタージュがある。本邦ではこの側頭葉用モンタージュあまり普及していないが、このモンタージュは著者が米国クリーブランドクリニック病院てんかんセンターでハンス・リューダース先生から教わったものである。成人てんかんでは、側頭葉てんかんの比率が高く、効率よく脳波判読するためには欠かせないモンタージュである。不ダブルバナナと呼ばれるモンタージュも少し慣れれば非常に焦点の決定に有用であるが、やはり本邦ではあまり普及していない。

2. フィルターの設定は広くする。筋電図などのアーチファクトがあるからといって高周波カットフィルターを入れないことが肝要である。筋活動（筋電図）を、速波とみまちがえたり、動きのアーチファクトを徐波と勘違いしたりする。フィルターは記録された脳波に「お化粧」をするようなものである。所見を綺麗に見せることができるので有用であるが、時としてみている人をだますことになる。

3. 周波数解析機能を使う。デジタル脳波計には、通常周波数解析ソフトが付いている。日本光電社製脳波計では DSA と呼ばれている。横軸に時間、縦軸に周波数を示す帯状の表示で脳波のパワーが色表示されている。脳波記録全体を俯瞰することができる、非常に有用な表示法である。この表示法に慣れれば、患者の状態とくに睡眠深度が手に取るようにわかる。てんかん発作の場合、数時間の記録でも発作がどの時点で生じているか DSA を見れば、脳波記録を全部みなくても発作がいつ生じたかがわかる。

4. マッピング機能を使う。焦点性のてんかん性放電は、デジタル脳波計ではてんかん焦点をマッピングして頭部モデル上に表示することができる。もちろん脳波判読に慣れてくると電位分布のマッピングは自分の頭の中でできるようになるのであるが、初学者には有用な機能である。さらに、脳波を専門としない他科から脳波依頼の場合、脳波のレポートにマッピングを添付することにより分かり易いレポートを報告することができる。患者に脳波の結果を説明するときにも、マッピング機能は脳波には素人の患者にも非常に分かりやすく説明することができる。

5. 優れた検索機能。外来診療中にも過去の脳波データを参照することができる。数年前の脳波も外来の端末から、数秒で参照できるといった利便性は紙脳波では考えられない

ことである。

デジタル脳波の活用法について述べたが、いくら脳波計が便利になったからといっても、きちんと脳波が判読できるようにならないとその利便性の恩恵には与ることはできない。

3. 小児てんかんと脳波記録

福岡大学医学部小児科

安元 佐和

小児のてんかんは、新生児期から思春期まで年齢依存性に発症するてんかんが存在する。今回は、従来特発性てんかんと分類され、小児期の発症頻度の高い中心側頭部に棘波を有する良性てんかん (BECT)、幼児期に発症する Panayiotopoulos 症候群 (早発型小児後頭葉てんかん)、Gastaut 型後頭葉てんかん (遅発型小児後頭葉てんかん)、小児欠神てんかん、小児期発症の若年性ミオクロニーてんかんについて臨床的所見と脳波所見の特徴について述べる。小児欠神てんかん一部は、若年性ミオクロニーてんかんに移行し成人期も治療を必要とする症例が存在する。これらの症例の脳波所見について、自験例と文献例を考察し報告する。

IV. 特別講演 1

傷害を受けた脳が示す可塑性とその修飾機構

自然科学研究機構生理学研究所

伊佐 正

ここ数年、脳や脊髄に損傷を受けた患者や動物モデルを対象とした研究が盛んに行われるようになり、傷害を受けた脳・脊髄が示す可塑性について多くのことが明らかになってきた。これらの研究の成果が今後リハビリテーション医学における治療指針の策定や再生医学の一層の発展につながることを期待される。私達はこれまで10年以上にわたり、ヒトに近い脳と身体の構造を有するマカクザルを主に用い、脊髄損傷後の手指の巧緻運動の機能回復機構について、電気生理学、行動解析、脳機能イメージング、薬理的阻害やウィルスベクターによる遺伝子導入による回路機能の修飾などの多様な技術を組み合わせて研究を行ってきた。本講演では、どのような可塑的な変化が損傷脊髄やより上位の中枢に起きて機能回復が進むのか、さらにその修飾因子としての訓練の効果やモチベーションの中枢と言われる側坐核などの辺縁系の役割についての最新の成果を概説する。そしてさらに、より障害が重篤である場合に損傷部位を電子回路によってブリッジさせる「人工神経接続」技術の最新の展開について紹介したい。

参考文献

- Nishimura et al. (2013) *Front Neural Circuits* doi:10.3389/fncir.2013.00057
Alstermark & Isa (2012) *Ann Rev Neurosci* 35: 559-578.
Kinoshita et al. (2012) *Nature* 487: 235-238.
Nishimura & Isa (2012) *Exp Neurol* 235: 152-161.
Nishimura et al. (2011) *PLoS One* 6: e24854.
Nishimura et al. (2009) *Brain* 132: 709-721.
Nishimura et al. (2007) *Science* 318: 1150-1155.
Sasaki et al, (2004) *J Neurophysiol* 92: 3142-3147.

V. 教育講演 1

正常・てんかん病態下の脳機能結合地図

京都大学大学院医学研究科 てんかん・運動異常生理学講座
特定准教授 松本 理器

皮質間ネットワークは、てんかん焦点からの発作発射の脳葉内・間の投射の理解に重要であると同時に、システムとしての高次脳機能の発現に深く関わる。難治部分てんかんの術前評価のために慢性留置する硬膜下電極から大脳皮質に単発の電気刺激を与え、投射線維を介して近接および遠隔領域から皮質・皮質間誘発電位(cortico-cortical evoked potential: CCEP)を記録することにより、個々の患者脳で優れた時間・空間分解能で皮質間の機能的結合の同定が可能となる。具体的には、1 Hz の頻度で単発の電気刺激(パルス幅 0.3 ms、極性交互)を皮質(隣接する2電極)に与え、刺激を基準点にCCEPを近接・遠隔の皮質に留置した硬膜下電極より記録する。皮質刺激は硬膜下電極・深部電極を通じて行うため5 mm~1 cmの空間解像度での皮質間の機能的結合の探索が可能となる。拡散強調画像による大脳白質の水分子の拡散異方性を応用した「解剖的」白質線維追跡法(diffusion tensor tractography)に比し、皮質間の機能的結合性から脳機能結合地図を作成でき、いわば「機能的」線維追跡法(functional tractography)と例えることができる。

本手法では、個々の患者で、てんかん発作の伝播経路の推定が可能となり、また皮質機能マッピング(fMRI・皮質電気刺激)とCCEPを複合的に用いることで、テーラーメイドにシステム全体としての包括的な脳機能マッピングが可能となる。個々のてんかん患者での脳機能結合地図作成に加えて、病態脳ではあるが多数の患者での機能的結合性を標準脳に投影することにより、言語や行為などの高次脳機能にかかわる脳機能結合地図のライブラリ化が試みられている。

CCEPは数十回の加算で反応が再現性を持って記録できるため、CCEPを生理的・てんかん病態下の脳領域間の機能的結合性・皮質興奮性の動的指標として用いることができる。術中の言語ネットワークの機能モニタリング、てんかん焦点の皮質興奮性、睡眠時の皮質間結合性の変容の指標として臨床・研究に用いられており、臨床普及が望まれる。

VI. 臨床神経生理レクチャーマラソン 3

1. 経頭蓋直流電流刺激による高次運動連合野及び一次感覚運動野の可塑的变化

新潟医療福祉大学・運動機能医科学研究所

桐本 光

Nitsche と Paulus (2000) が、経頭蓋直流電流刺激 (Transcranial direct current stimulation: tDCS) によりヒトの運動野の興奮性を変化させられることを初めて報告した。それ以来、tDCS は脳を非侵襲的に刺激できる有用な手技として、健常者の脳機能を研究するだけでなく、様々な神経障害の治療を促進する手段としても使われている。

tDCS では、刺激する脳部位上の頭皮に電極が密着するように固定し、刺激電流は直下の皮質組織に到達する。この時の電流の方向によって、直下の皮質組織への効果が異なる。一次運動野 (M1) 上に陽極電極を置いて tDCS を行った場合 (陰極は対側前額部に設置)、皮質の興奮性を促進し運動誘発電位 (MEP) の振幅が増大する。一方、M1 上に陰極電極を置いた陰極 tDCS では反対の効果が得られる。反復経頭蓋磁気刺激 (Repetitive transcranial magnetic stimulation: rTMS) が高価で大型な装置や、1 kg 前後の刺激コイルを一定の位置に保持する技術を要するのに対し、tDCS は比較的安価で小型な装置を使い、刺激電極の固定が容易であることが実用上の利点である。rTMS より遅れて普及し始めた tDCS の臨床での有効性は、まだ十分に示されているとは言い難いが、より効果が高い刺激電極の配置やサイズ、刺激電流密度と時間などが標準化されていくに従い、扱いやすい非侵襲的な脳刺激ツールとして利用する臨床医や神経生理学系の研究者が増えていくと予想される。

本シンポジウムでは、我々がこれまでに tDCS を用いてヒトの運動制御機構について行ってきた、以下 3 点の研究結果についてご報告させていただく。

- 1) 運動連合野への経頭蓋直流電流刺激による同側一次運動野及び体性感覚野の可塑的变化の誘導
- 2) 補足運動野に対する経頭蓋直流電流陰極刺激が先行随伴性姿勢調節機能に及ぼす影響
- 3) 直流電流による両側半球二重刺激法を用いたヒトの運動関連領域の可塑的变化の誘導

2. Transcranial Magnetic Stimulation—言語への適用—

鹿児島大学医歯学総合研究科脳神経外科

時村 洋

脳神経外科医は実際に脳を扱う診療科であるが故に最も脳機能を熟知しなければいけないことは言うまでもなく、そこに臨床神経生理学の重要性がある。経頭蓋磁気刺激は1985年Barkerに導入されて以来ヒトの脳を非侵襲的に刺激できる手法としてこの分野において確固たる位置を占めている。その研究は主に運動機能に関するものが殆どであるが、本講演では言語に関して行われた研究について触れてみたい。

言語中枢近傍を刺激しても発語は起こらなかった。そこで Pascual-Leone (A et al. *Neurology* 41:697-702, 1991) は高頻度刺激により speech arrest を惹起することに成功した。その後前方言語野、後方言語野を弁別的に刺激する方法や、Wernicke 野を先行刺激することにより picture-naming test の反応時間が短縮することなどが報告された。また音読により優位半球の興奮性が高まるという報告、これを応用した利き手と優位半球に関する研究も大脳半球活動性に対する言語活動の副効果を表すものと考えられる。この効果は音読による発声の600msec前に優位半球の興奮性が高まる現象であるが、運動準備電位の一つとの関連が示されている。

Pascual-Leone の報告以来、高頻度刺激を用いた生理学的研究が行われてきたが、その効果について一定の criteria として、低頻度刺激 (~1Hz) は標的とする領野の機能を抑制し、高頻度刺激 (5Hz~) は標的とする領野の機能を賦活するとのコンセンサスが得られた。

この頃までは生理学的研究が主であったが次の段階として治療への応用が始まっている。2000年前後にPET studyにより難治性の non fluent aphasia において劣位半球の SMA あるいは parasyllvian cortex の活動性が上がっていることが示された。この点に着目しこの異常な活動性亢進を示している劣位半球を抑制することにより失語症の治療が試みられている。中でも Naeser の仕事は群を抜いて優れており、Broca 野の homologous cortex を抑制刺激することにより失語症の改善が促進されること、そしてこの効果は弁蓋部では起こらず三角部の抑制のみで起こることを示した。更にこの三角部の抑制は正常人においても発語の反応時間を短縮させることも報告している。

以上のようにヒトのみが有する言語の研究において磁気刺激は強力な武器であり、今後更なる研究、治療への応用が期待される。

3. MEG の基礎と臨床

潤和リハビリテーション振興財団 潤和会記念病院
院長 鶴田 和仁

脳磁計 (Magnetoencephalogram: MEG) は神経の電気活動を記録する方法であり、脳波と表裏一体の関係にある。脳波は脳表面から頭皮上にかけて様々な電気抵抗の違いを経て記録されるが、その過程で電場にひずみが生じるため電流源の推定に限界がある。一方 MEG はそのひずみがないことより正確な電流源の推定が可能であり、脳波と同様の時間分解能を有するとともに空間分解能にも優れている。しかしながら現時点では高額な設備を必要とし、測定の簡便さに欠けるところがあり機器の普及が進んでいない。

当院は 2011 年春に脳神経センターを開設し、MEG と navigation 付きの経頭蓋磁気刺激装置 (nTMS) を導入した。従来からある 3T-MRI (fMRI) とあわせて脳機能モニターのモダリティが 3 種類となった。当院は脳卒中の急性期から回復期、慢性期までの施設を持っている関係で脳卒中急性期から回復期、維持期までの脳機能の変化を同一施設内でモニター出来る利点がある。マルチモダリティの脳機能評価によって損傷脳の機能がどのように回復するかについてモニターしひいてはリハビリテーションなどの治療的介入をどのように組み立てるかという戦略的な目標を立てている。

MEG については電流源の推定 (逆問題と表現される) に従来から使われている、Equivalent dipole 推定法 (ECD)、最小ノルム法 (NME)、Beamformer 法: Dynamic Imaging of Coherent Sources (DICS) の 3 種類の解析法を用いている。tactile 刺激体性感覚誘発磁場による一次感覚野マッピングを行い、一次運動野マッピングについては筋電図、3 軸加速度センサー、ジャイロセンサーを用いている。Navigated TMS では患者の頭部 MRI 画像を 3D 表示して視覚的に刺激部位を同定しながら一次運動野のマッピングをしている。更に fMRI による BOLD 評価によって運動関連領域を同定している。上記の 3 種類の機能マッピングを利用することでより精度の高い解析を行うとともに血流の分布、脳機能の広がり が別々に評価出来ることでよりきめの細かい機能マップを作成することができる。これまでの脳卒中患者データの解説とてんかん患者のデータを供覧する。

Ⅶ. 特別講演 2

脳波判読自動化—25年の歩み—

システム制御研究所、佐賀大学名誉教授

中村 政俊

脳波解析に関する柴崎浩先生（およびそのグループ）との医工共同研究は、1982年9月以降31年間継続的に現在まで、脳波解析検討会（現在まで144回開催）を中心に進めているが、脳波自動判読はその共同研究の中心的研究課題で、今回その話の機会を与えて頂いたことは、大変光栄で、嬉しく思っている。講演内容は、我々が開発してきた2つのシステム：「脳波の自動判読システム」と「脳波記録の実時間評価システム」で、その2つのシステムの内容の紹介とその開発に関連する裏話とからなる。以下、我々の研究の進め方の特徴を述べることから始める。

方法の開発に当たっては、判読医が行う脳波視察判読の要領を、出来るだけ忠実に再現出来るように努め、方法は全て自分たちで元から開発した。基本的な手法である最小自乗法とフーリエ変換をベースに、必要な式を導出した。

脳波自動判読は、まずは安静閉眼時背景脳波の定量自動判読とその判読報告書自動作成から始めた。その骨格部分の作成は、開始後2年弱でほぼ目標に到達した。しかし、脳波自動判読法を実用に供し得るためには、脳波中に混入したアーチファクトの検出、脳波記録中の被検者の覚醒度の判定、それらの情報を元に、長時間記録の脳波時系列の中から、脳波判読のための適正時系列の選択等の問題に遭遇して、それらの解決に約10年間を要して、2000年から我々の脳波自動判読システムは、病院や研究施設で、一般利用が出来ている。上記の10年の間に、脳波判読の対象は、はじめは安静閉眼時背景脳波（これが基本ではあるが）、その他に、スパイク検出、光刺激誘発電位・過呼吸時脳波も、自動判読ができるようにシステムを拡張させた。その10年間には、研究室の多くの学生がこの関連の課題で、博士、修士、学士の研究を行って、卒業していった。

脳波判読においては、記録された脳波の質が問われ、質の低下した脳波記録であると、脳波判読医の判読技術あるいは脳波自動判読法がどのようにすぐれていても、脳波判読の質の低下に繋がり、誤判読を引き起す恐れがあり、場合によっては、脳波記録のやり直しが避けられなくなる。良質の脳波を記録するための検者への補助システムとして、アーチファクト（技術的、生理的）の混入が著しい記録脳波や、被検者の覚醒度が低下した記録脳波記録状態を、実時間で監視していて、その状況を表示して、記録脳波の質の劣化が著しい時には、検者に警告を伝えるような、脳波記録の実時間評価システムの開発を2000年以降行ってきて、ほぼ完成した。目下取り組んでいる課題と将来の課題は、現在のシステムは日本語表示されている。このシステムを英語版にして、このシステムを世界で広く利用出来るようにしたい。この開発は比較的容易で、1年以内に可能であると思っている。脳波判読は奥が深く、その解明すべき（電気生理学面、臨床神経生理学面）の問題がある限り、その自動化（工学面）は興味有る研究開発テーマで有り、意味ある共同研究課題と考えている。

VIII. 教育講演 2

手根管症候群の電気診断

徳島大学病院 神経内科

野寺 裕之

手根管症候群（CTS）は比較的ありふれた疾患であり、電気診断を受けることが多い。典型例は臨床・電気診断とも容易であるが、診断困難な例も多く、一筋縄ではいかない。このような例としては（1）重症例、（2）ごく軽症例、（3）他疾患の合併例、などが考えられる。CTS の電気診断には比較試験など多数の検査が存在するが、適切な電気診断メニューを組むためには臨床所見から得られた検査前確率を得られたデータを基に絶えず修正し、検査後確率を得ていくコンセプトが重要である。また、最近のトピックスとして末梢神経超音波検査による単神経障害の局在診断についても概説する。

文献

Nodera H, et al. Neurology 2003;60:458-64.

野寺裕之. 臨床神経生理学 2013 in press

高松直子. Medical Technology 2012;40:1345-52