

関連講習会だより(4)： 臨床神経生理技術講習会・東京

東京医科歯科大学大学院生命機能情報解析学分野 松浦 雅人

本講習会は、日本臨床神経生理学会の認定制度が始まり、学会認定医と認定技術師が誕生したことをきっかけに、その生涯教育を支援することを目的に2005年に発足しました。病院勤務の臨床検査技師も参加しやすいように、毎年1回夏休みの時期に東京医科歯科大学を会場に開催し、平成21年は第5回になります。プログラムは表に示しように4つのコースに分かれ、いずれも参加希望者が50名に達した時点で締め切りました。各コースの講習内容は、参加者のアンケート調査に基づいてその希望を取り入れる形で各モデレーターが中心となって企画しています。ベーシック・コースは臨床神経生理学の基本的な知識から最新のトピックスまで、幅広い分野の講演と質疑応答を行います。他の三つのコースは、翌日からの臨床に役立つような実践的な内容を目標としました。睡眠検査コースは、午前中に基本的な知識の整理のための講義、午後は3班に分かれてPSGとMSLTの実技および判読法の実習を行いました。脳波検査実地コースも午前中に基本的な講義を行い、午後は実際の脳波とスケールを用いて判読実習を行いました。神経伝導検査実地コースは、基本的な講義に引き続いて、午前中から5班に分かれて実技実習を行いました。講習会当日の様子は



写真 「臨床神経生理技術講習会・東京」スタッフ集合写真

表 「臨床神経生理技術講習会・東京」第5回プログラム

日時：平成21年8月9日(日)9:00~17:00
場所：東京医科歯科大学医歯学総合研究棟
主催：臨床神経生理技術講習会・東京
共催：日本光電株式会社、大日本住友製薬
1. ベーシック・コース—講演と質疑応答—
モデレーター：叶内 匡，横田隆徳
9:00~17:00 講義
「脊髄・筋・末梢神経の解剖と生理」岡島康友(杏林大学リハ)
「神経伝導検査の基礎と応用」稲葉 彰(関東中央病院神経内科)
「脳波検査賦活法」末永和栄(青木病院検査課)
「てんかん発作の鑑別診断」白石秀明(北大小児科)
「生理機能術中モニタリング」深谷 親(日大脳外科)
「脳死判定」唐澤秀治(船橋市立医療センター)
2. 睡眠検査コース—講義と実技—
モデレーター：碓氷 章
9:00~12:00 講義
「PSG・MSLTの適応、その他の検査法」碓氷 章(文京学院大学)
「PSG・MSLTの記録法と判読法」小林美奈(代々木睡眠クリニック)
「PSG・MSLT検査の危機管理」川名ふさ江(虎の門病院生理)
13:00~17:00 実技(3班に分かれて実習)樋口真希，室田 亜希子
A PSG・MSLT 記録法
B PSG 判読法
C MSLT 判読法
3. 脳波検査実地コース—脳波判読の実際—
モデレーター：長田美智子
9:00~12:00 講義「脳波判読技術」
「基礎波の判読」斎藤正範(北里大学精神科)
「突発波の判読」原 恵子(東医歯大保健)
「脳波所見の記載法」松浦雅人(東医歯大保健)
13:00~17:00 実技(脳波レポートを書こう)長田美智子，石郷景子，石井みゆき，水野久美子
スケール等を使用しながら脳波実波形を解析・判読し、脳波レポートを作成。
4. 神経伝導検査実地コース—基礎からセカンドステップまで—
モデレーター：高橋 修
9:00~10:30 講義
「神経伝導検査のセカンドステップと症例」正門由久(東海大学リハ)
10:45~17:00 実技(5班に分かれて実習)高橋 修，植松 明和，河島江美，齋藤江美子，山内孝治
A~D班：通常利用される神経伝導検査・絞扼性神経障害における検査の進め方・長潜時反応(F波・H波)・顔面神経伝導検査・反復刺激検査・瞬目反射など

各モデレータに報告していただき、講習会の内容は講師の先生方に講演内容を要約していただきました。写真は講習会終了後のモデレータとスタッフの集合写真ですが、交通の都合で早く帰られた方々を含めて多くの人の協力のもとに実施されています。

1. ベーシック・コース—講演と質疑応答—

叶内 匡¹⁾, 横田隆徳²⁾

¹⁾東京医科歯科大学付属病院中央検査部,

²⁾大学院脳神経機能病態学

臨床神経生理検査が適切に行われるためには、技術者としてきちんと”手”が動くこと（正しい検査技術）と、医療者としてちゃんと”頭”が働くこと（生理や解剖、検査、疾患に対する正しい知識）、この両輪が不可欠です。そのため臨床神経生理技術講習会・東京では、“頭”を作り、磨くことに特化したプログラムとしてベーシック・コースが用意されています。第一線でご活躍の専門の先生方による様々な講義に丸々一日浸って頂くことで、幅広い情報に触れることができるため、基礎知識の習得や日々の検査の中で断片的に得てきた知識の体系的な確認・整理、そして新しい知識を獲得するよい機会となるものと思います。毎回盛況ですが、今回も全国各地から定員いっぱいの50名の技師・医師の方たちがお集まり下さり、講義に熱心に耳を傾けておられました。

今回のベーシック・コースのプログラムは、1回50～70分の講義6つから成り、解剖・生理、末梢神経伝導検査、脳波、てんかん、術中モニタリング、脳死という構成で行われました。最初は杏林大学医学部リハビリテーション医学教授の岡島康友先生が「脊髄・筋・末梢神経の解剖と生理」と題して、日頃検査で目に行っている複合筋活動電位や感覚神経活動電位を出発点に、その成り立ちなどを、背景となる解剖・生理からいねいにご講義下さいました。続いて関東中央病院神経内科の稲葉彰先生は、「末梢神経伝導検査の基礎と応用」と題して、より実践的な内容として、正しい検査を行う上で守るべき基本事項から始まり、検査の落とし穴、波形の正常像と異常像、結果の解釈と臨床症状との関係など幅広くお話し下さいました。青木病院検査課の末永和栄先生からは「脳波検査賦活法」について、単なる教科書的知識に留まらない、という

よりむしろそこには載っていないような、豊富なご経験に裏打ちされた生きた知識を、多くの実例とともにお示し頂きました。「てんかん発作の鑑別診断」に関しては、北海道大学病院小児科助教の白石秀明先生にご講義頂き、脳波とともに、検査のみに関わる者にとっては目にするものの決して多くない発作時の様子をビデオで多数お見せ下さり、参加者一同貴重な経験を積むことができました。日本大学医学部脳神経外科・応用システム神経科学准教授の深谷親先生は、今後さらに発展していくであろう術中の神経生理検査について「脳神経外科術中マッピング・モニタリングの基本」と題して、脳神経・脳幹のマッピング、大脳運動野のマッピング・モニタリング、言語野のマッピングを、術中の写真も交えてお話し下さいました。そして最後に船橋市立医療センター副院長・脳神経外科部長の唐澤秀治先生から、リスクマネジメントに関する内容も交え「脳死判定」について非常に具体的かつ分かりやすくご講義頂きました。臓器移植法一部改正で法的に脳死はひとの死であるとされたのが今年7月という非常にホットな話題であったこともあり、会場からは多数の質問が出て、関心の高さが窺われました。

ごく簡単に内容をご紹介しただけでも以上のとおり盛りだくさんで、参加者の皆さんはさぞかしたっぷりと“頭”の汗をかかれ、そうして獲得された知識は脳のしわ深くに刻まれたことと思います。今後とも“ベーシック”の名のとおり基本的な事柄はきちんと押さえながらも、新しくホットな話題も交え、臨床神経生理検査に携わる者として必要な“頭”を作り、磨ける、多彩なプログラムをご用意して参りたいと考えています。

講義 1. 脳波検査賦活法

末永和栄（青木病院検査課）

賦活の目的は①潜在性の異常脳波を誘発させる。②賦活に対する反応性を見る。③現在出現している異常脳波を顕著にして判定を容易にさせる。であるがその他にも被検者の協力度を見ることやリラクゼーション効果などがある。以下に通常の脳波検査で行われる各賦活法の一般的な方法とその効果について述べ、更に見逃しやすい注意点について言及する。

1. 開閉眼試験

【方法】基準誘導で基礎律動の記録中に α 波が安定して出現した時点で10秒間程度の開眼を2~3回行うが、この10秒開眼は単に紙記録で見開きが20秒なので真ん中に収まりがいいというだけで、医学的根拠に乏しいものである。 α 波には発生機構と抑制機構があり、抑制機構は意識水準、加齢それに病態の影響を受ける。そのため眠くなると開眼しても α 波が抑制されず、高齢になると開眼中でも α 波が出現してくる。これらの現象を見るためには40秒以上の開眼が必要である。

【効果】① α 波抑制 (α blocking, α attenuation), ②突発波の誘発, ③バンガード現象 (α blocking の左右差), ④境界脳波の確認 (μ リズム, ラムダ波, κ 律動), ⑤意識水準の確認, ⑥被検者の協力度 (特に5歳以下の患児の場合には2分程度ごとに開眼させることで覚醒時の検査を容易にさせる。), ⑦瞬目関連後頭部棘波 (BROS)

【瞬目関連後頭部棘波 BROS (Blink related occipital spike)】開眼して20秒過ぎから瞬目電位の最下点から200 msecの後頭部に出現する棘波でてんかんと関連が示唆される。日常の脳波検査の11.3%に出現したが、10秒開眼では1.4%であった。

2. 過呼吸賦活 (hyper ventilation: HV)

【方法】1分間に20~30回の深呼吸 (吐く息を強く) を3分間行う。深呼吸中には30秒ごとに時間経過を被検者に伝えることで円滑に記録ができる。また、協力が得られない患児の場合には額に $2 \times 12 \sim 3$ cmの紙を貼り付けて、鼻に付かないように吹かせるか小さな風車を吹かせるのも効果的である。

【効果】①欠神発作の場合の3 Hz spike & wave complexの誘発, ②その他の突発波の誘発, ③Build upの有無, ④過呼吸後のbuild up消失時間の確認, ⑤re-build upや遅発性build upを誘発

もやもや病の隠れ症状として多動, 自閉, 学力低下などがあり脳虚血症状が無くても、脳波で見つかることがある。また、成人のもやもや病では過呼吸終了後10分過ぎからre-build upや遅発性build upが現れることがあるので、そのような疑いの被検者は過呼吸終了後20分程度の記録が必要である。

3. 閃光刺激 Photic stimulation: PS

【方法】光源を被検者の眼前20~30 cmでやや額なりに固定する。刺激周波数の根拠は定かではないが、3の倍数が多いようである。刺激は10秒照射, 10秒ポーズを繰り返す。当脳波室では3, 5, 7, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20 Hzをオート刺激にしている。15~20 Hzが突発波の誘発率が高いとされているので外せない。また、光過敏性てんかんが疑われる場合には3~30 Hzまで30秒間で変動させ、10秒ポーズ後に30~3 Hzまで30秒間で変動させる。これは特定の周波数のみに反応することがあるのでオートでは見逃すことがあるためである。この方法で反応があった場合にはその周波数の10秒照射を行って確認する。

【効果】①突発波の誘発, ②光駆動反応 (Photoc driving)

光刺激は輝度を上げるより照射時間を長くするほうが突発波の誘発率が高くなる。だからといって1回の照射時間を20秒にするのには抵抗があるので、オート刺激で疑わしい波形が出現した場合にはその周波数を10秒照射で繰り返すことで突発波が誘発されることがある。

4. 睡眠賦活

【方法】通常は自然睡眠記録を行うので、患児の場合には寝不足で来院して頂くように家族に説明する。必要に応じてトリクロロロールシロップや抱水クロラルを処方する。

【効果】①突発波を誘発する。てんかんまたはてんかんを疑われる場合には必須の賦活である。②Lazy phenomenon (spindle, K-complex)

5. その他の賦活法

①図形刺激法

図形を凝視することによって突発波を誘発させるもので、図形には縞模様、水玉模様、格子縞等があるが、呈示の方法もモニターを用いて点滅や反転などが試みられている。

②薬物賦活

大発作を誘発させる薬物を静脈注射するもので、最近ほとんど実施されていないがその昔てんかんが疑われた場合に行われた。薬剤はPentetrazolやBemegrideが用いられた。当院ではBemegrideを使用した。いずれも急激に投与すると大発作を誘発す

るので、15秒間隔で1mlずつ投与し、突発波が出現した時点で抜針した。その後は光過敏になっているので、開閉眼試験で容易に突発波が誘発された。

③音刺激

500 Hz・1 kHz等の純音や拍手等で誘発される突発波があり、被検者の症状に合った音を選択する。

6. 禁忌の賦活法

生命に危険を及ぼす可能性がある賦活法は行っていない。

①脳出血、脳手術後、心筋梗塞等の循環障害への過呼吸賦活

②眼球圧迫試験

両眼を圧迫して心拍数が10%減少する圧を持続させることで、三叉神経を刺激して突発波が誘発されることがある。

③頸動脈圧迫試験

片側の頸動脈を圧迫すると30秒程度で徐波が出現するが、1分もすると反対側の脳底動脈から血液が流れ込んで徐波が消失する。もやもや病のように脳底動脈が閉塞していると血液が流れ込まないために徐波が消失しない。

④低血糖賦活

血糖値が20~30 mg/dlになると突発波が出現することがあるということで、インシュリンを用いて低血糖状態にする。

⑤水賦活

血中のナトリウム濃度が110 mEq/l以下になると突発波が出現することがあるということで、大量の水を飲ませるが110 mEq/l以下になるには無理がある。

⑥低酸素賦活・無呼吸賦活

窒素ガスを2分程度吸わせたり、1分程度息を止めさせると build up 様の徐波が出現するが、脳機能障害がある場合には短時間で徐波が出現する。

講義2. てんかん発作の鑑別診断

白石秀明（北海道大学病院小児科）

1. てんかんとはどういう病気か

てんかんは、小児から成人まで、どんな年齢にも見られ、およそ2/3は15歳以前に発病する。約85%は小児期の中で収束し治癒する。てんかん発作のために薬を飲んでいる患者の数は、人口1,000人に8~10人

程度、わが国にはおよそ100万人の患者がいることになる。

てんかんの共通した性質として、大脳の神経細胞から一斉に出現する過剰な放電が存在する。その放電は脳波に記録される波：棘波として目で見ることができる。てんかんに特有なこの脳波異常は、てんかん発作が起きている発作時にはもちろん、発作間欠時にも証明することができる。従っててんかんは、特有の発作を繰り返し、かつ脳波に棘波が表れる病気と言うことができる。

2. てんかん症候群診断がなぜ必要か

診断されたてんかん症候群に適応した、抗てんかん薬の選択を行うことにより、適切な治療が可能となる。

てんかん症候群は、症状、脳波・脳磁図などの電気生理学的所見、CT・MRIなどの神経画像検査、SPECT・PETなどの機能画像検査の組み合わせで診断される。

各てんかん症候群には、特有の発作症状があり、その発作症状を正確に記載し、診断することが、てんかん症候群診断において、基本となる。

3. てんかん発作の実際(以下の発作症状に関し供覧)

- (1) 単純部分発作：運動症状、感覚症状、自律神経症状、精神症状
- (2) 複雑部分発作
- (3) 意識が短時間とぎれる発作：欠神発作、非定型欠神発作、ミオクロニー発作
- (4) 強直間代発作・大発作
- (5) 強直発作
- (6) 姿勢発作
- (7) 脱力発作
- (8) スパズム
- (9) 重積発作

講義3. 脳神経外科術中マッピング・モニタリングの基本

深谷 親（日本大学医学部脳神経外科・
応用システム神経科学）

1. はじめに

術後合併症を防ぐため、脳神経外科手術中に様々な神経生理学的検査が用いられてきた。こうした方法は、脳の重要な機能部位を同定（マッピング）し、その機能が手術操作により障害されていないかを監視（モニ

タリング) し、不可逆的損傷を回避するという役割を担っている。本稿では、脳神経・脳幹、運動機能、言語機能に分け術中神経生理学の要点をまとめる。

2. 脳神経・脳幹の術中神経生理学

脳神経マッピングとしては、脳神経の運動神経線維を電気刺激し誘発筋電図を記録する方法がよく用いられる。モニタリング法としてしばしば用いられるのは聴覚誘発電位、体性感覚誘発電位、運動誘発電位である。マッピングの際の筋電図電極は、それぞれの運動神経の支配筋に設置する。我々の施設では、先端径 0.75 ミリの単極電極を用いて刺激を行っている。電極先端が神経組織に接触していれば、強度 0.5-1 mA, 持続 0.2 ms, 頻度 1-3 Hz 程度の刺激により安定した反応が得られる。

また、脳幹の第四脳室底を刺激することにより、同様に脳神経核のマッピングができる。脳幹内への安全な侵入部位を同定し、術野内のオリエンテーションをつけることができる。

3. 運動機能の術中神経生理学

運動野のマッピングとモニタリングのための方法としては、運動誘発電位がよく知られている。術中に用いられる運動誘発電位は、刺激の方法と記録の方法で各々二通りずつに分けられる。刺激に関しては皮質を直接刺激する方法と経頭蓋的に刺激する方法であり、記録に関しては筋電図を記録する方法と脊髄硬膜外から電位を記録する方法がある。各々の刺激法に二通りの記録法を当てはめることができるから、計 4 通りのバリエーションがあることになる。

1) 皮質刺激—筋電図記録

大脳皮質運動領野を直接刺激し、骨格筋から誘発筋電図を記録する方法である。臨床の間では多く用いられている。この方法は、全身麻酔による影響を受けやすく記録が不安定になりやすいことが欠点とされてきたが、ショートトレイン刺激を用いればかなり安定した記録が得られる。

刺激は、interstimulus interval (ISI) が 2 ms 程度の刺激を 5~9 連発で加えるショートトレイン刺激か、持続 0.2~1 ms, 頻度 50~60 Hz の高頻度刺激を持続的に加える方法を用いる。後者は痙攣発作を容易に誘発するため、通常、1 回の刺激は 5 秒程度までとする。

記録は骨格筋に刺入した針電極にて行う。この方法

を用いる場合、銘記しておかなければならないことは、反応は一次運動野のみならず補足運動野や運動前野の刺激によっても誘発されるということである。これらの領域を損傷した場合、出現する機能障害の程度やその回復過程は一次運動野の場合と大きく異なる。

2) 皮質刺激—脊髄硬膜外記録

Corticospinal MEP とよばれる方法である。これは、大脳皮質を直接電気刺激し脊髄を下行する電位 (D-wave) を脊髄硬膜外腔から記録する方法である。D-wave はシナプスを介さない反応であるため、全身麻酔による影響を受けない。刺激幅 0.2~0.5 ms, 強度 3~25 mA で、20 回程度の加算で記録を行う。記録電極は頸髄硬膜外腔に留置したカテーテル型電極を用いる。術前、明らかな運動麻痺のない症例では、D-wave の振幅が 50% 程度以上低下すると麻痺が出現する可能性が極めて高くなる。

3) 経頭蓋刺激—筋電図記録

簡便な方法であるが、経頭蓋刺激の刺激点は刺激強度により変化し強刺激では脳幹近傍が刺激点となるため、頭蓋内病変の手術のモニタリング法としては注意を要する。電極はスクリー型電極を用い、国際脳波標準電極配置法の C3 と C4 に設置する。陽極側が刺激優位側となるが刺激を上げていくと両側性に刺激される。一般には、ISI 2 ms 程度のトレイン刺激を刺激強度 300~700 V で加えることが多い。

4) 経頭蓋刺激—脊髄硬膜外記録

脊髄硬膜外腔に記録電極を挿入し、経頭蓋刺激による電位を記録する方法も以前はしばしば行われた。すでに述べたように、経頭蓋刺激の刺激点は大脳皮質ではなくもっと深部、おそらくは脳幹近傍のことが多いため、誘発される下行性電位には、D-wave と異なり皮質脊髄路以外の経路に由来する成分が多分に含まれていると考えられる。

4. 言語機能の術中神経生理学

覚醒下手術もしくは留置硬膜下電極を用いて行う。

1) 覚醒下手術での言語野マッピング

開頭中は全身麻酔を維持する。開頭が終了したら静脈麻酔薬の投与を中止し、覚醒状態となったところでマッピングを開始する。言語野マッピングでは皮質刺激により言語機能の抑制される部位を検出する。刺激は、極間 5 mm の双極電極で持続 0.2~1.0 ms, 頻度

50~60 Hz の刺激を加えることが多い。タスクは、絵の描いてあるカードを見せ、その名前を言わせる呼称を主に用いる。実際には、様々な課題を用いなければ複雑な言語機能を司る機能部位を同定することは困難だが、術中の限られた時間で行うには、こうしたシンプルなタスクが有用である。

2) 留置硬膜下グリッド電極によるマッピング

2 回の手術を必要とする。初回手術は、硬膜下腔にグリッド電極を留置するために行う。病変の存在部位と言語野と推測される部位を大きくカバーするようにグリッド電極を大脳皮質上に敷く。

電極留置後閉頭し、この電極を用いて1~2週間かけて言語野のマッピングを行い、その所見に基づいて病変の摘出を行う。開頭手術を二度行うという手間にかかるものの、時間をかけて十分なマッピングが行える利点は大きい。タスクは、呼称、数かぞえ、トークンテスト（聴覚性理解）、反応性呼称、音読などを用い、電気刺激にてタスクの試行が不可能となる部位を探索する。刺激条件は、先述の覚醒下手術のときとほぼ同様であるが、刺激持続時間に関しては0.2~0.5 ms程度で充分なことが多い。

3) 言語抑制反応の解釈

タスク試行中に speech arrest が起こった場合、考えるべき原因は、陽性運動反応、陰性運動反応、および本来の言語機能の抑制反応の3つに分けられる。陽性運動反応は、構音筋の機能障害のために生じる。このため口輪筋や舌筋は収縮し随意的に動かせない状態となる。陰性運動反応は、いわば運動失行の状態、運動の統合がうまくできなくなるため発語が障害されると考えられている。したがって陰性運動反応では筋緊張は亢進しない。以上の2つが除外された場合に、言語機能の抑制によってタスクの試行が障害されたと解釈し、その部を言語野と同定する。

講義 4. 脳死判定

唐澤秀治（船橋市立医療センター）

1. はじめに

平成 21 年 7 月 17 日に臓器の移植に関する法律が一部改正された。改正臓器移植法では、「脳死は人の死である」ということが前提となり、本人拒否の場合は除いて家族の同意で臓器提供が可能となった。また、

現行では 15 歳未満の臓器提供は禁止されていたが、年齢制限は廃止された。さらに親族への臓器の優先提供も認められた。

2. リスクマネジメントの基本

医療行為は法的には侵襲行為であり、殺人罪または傷害罪に当たる。3 種類の違法性阻却事由があり、①法令又は正当行為、②正当防衛、③緊急避難の場合に犯罪は不成立となる。重要なのは、医療行為が正当な業務行為であると評価されるための次の 3 条件である：①医療行為を行う者が正当な資格を有すること、②医療行為が医学的正当性と医療技術的な妥当性を有すること、③医療の相手方（患者）の承諾を得ていること。

医療従事者は、法的脳死判定マニュアル内に次のような文章があることを認識すべきである：法的脳死判定において確認すべき検査項目及び検査方法は一定の規範性をもった「規則」であり、これらに反することで直ちに法令違反に問われる可能性がある。

3. 脳死判定における薬物の影響消失

代表的な脳波を供覧した。

4. 脳死判定における脳波検査

臓器の移植に関する法律施行規則では、「平坦脳波」という用語が使用されているが、改訂臨床脳波基準 2002 では、A-3（ECI の定義）に次のように定められている：厚生省の脳死判定マニュアルに用いる平坦脳波とは国際脳波・臨床神経生理学会連合が定めた ECI（Electrocerebral inactivity）に相当するもので、脳波計の JIS1203 による測定装置（電極部位を含む）に許容される内部雑音レベル $3\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ 以上の脳波活動が全く認められない状態であると解釈している。以下本基準ではこれを ECI とする。

法的脳死判定マニュアルには、脳波検査の基本条件が次のように記載されている。

(1) 少なくとも 4 導出の同時記録、単極および双極

(2) 電極の貼り付け部位：広く大脳をカバー（例：大脳を広くカバーする Fp1, Fp2, C3, C4, O1, O2, T3, T4 の 8 部位）

(3) 電極間距離：7 cm 以上

(4) 電極間抵抗：100 Ω 以上、10,000 Ω 以下

(5) 通常の感度は 50 $\mu\text{V}/5\sim 7\text{ mm}$ 、部分的 50 $\mu\text{V}/20\text{ mm}$ 以上の感度。記録時間は全体として 30 分以上。

(6) 時定数 0.3 秒, 高域遮断フィルターは OFF または 30 Hz (-3 dB) 以上とする。

(7) 記録中に呼名と顔面への痛み刺激を与えて脳波の反応をみる。

5. 小児における脳死判定

小児(6歳未満の小児)における脳死判定基準(2000)の中に次のような脳波の記録法が示されている。

(1) 大脳を広くカバーする Fp1, Fp2, C3, C4, O1, O2, T3, T4 および Cz (10-20 国際法) の部位に電極を設置し, 基準電極導出法(6導出)と双極導出(4~6導出)。電極間距離は 7 cm 以上あける。

(2) 検査時間: 全体で 30 分以上

(3) 脳波計の感度: 通常は $10 \mu\text{V}/\text{mm}$ で記録し, 一部分感度を上げて $2 \mu\text{V}/\text{mm}$ とする。

(4) フィルター: 時定数 0.3 秒, 高域遮断フィルターは 30 Hz 以上

(5) 個々の電気接着インピーダンス: 5 k Ω 以下

(6) 同時記録: 心電図

(7) 記録速度: 30 mm/sec

(8) 刺激: 呼名, 顔面への疼痛刺激

いわゆる竹内基準と比較すると, 基準電極導出法の数が 6 導出となっていること, 個々の電極接着インピーダンスが 5 k Ω 以下となっていることが注意点である。なお, 雑音をできる限り除去して判定にたえる高感度脳波記録を行うためには, 成人でも小児でも個々の電極のインピーダンスを 2 k Ω 以下にすることが望ましい。また, 小児脳死判定の脳波検査で最も重要な記載は, いわゆる「平坦脳波」の定義が竹内基準よりも明確になったことであり, 次のように表現されている: 「平坦脳波」とは適正な技術水準を守り, 脳波計の内部雑音を越える脳由来の波がないことをいう (electrocerebral silence)。しかし, 記録時間については, 高感度で 30 分以上ではなく, 部分的に感度を上げればよいとなっており, 国際的には甘い基準になっている。

6. 検証資料フォーマット

「脳死臓器移植に関する検証資料フォーマット」の必須事項について解説を行った。

7. おわりに

医療機関は, 「法的脳死判定には法的な決まりがある」という認識を持ち, あらかじめ「脳死臓器移植に

関する検証資料フォーマット」の必須事項を満たすようにしておく必要がある。

2. 睡眠検査コース

碓氷 章

文京学院大学保健医療技術学部臨床検査学科

今年の本講習会が睡眠ポリグラフ研究会全国大会(倉敷)の日程と重なってしまったこともあり, 当日の本コース参加者は 13 名とややさびしいものであった。しかし, 何事も一面で語ることはできない。参加者が少数であった分, 参加者と講師との交流は昨年よりも活発であった。午前中の講義では質問が多数あり, 午後の実習では参加者が自らの施設でどのように睡眠検査を行っているかなどを述べていた。また, 判読を他者と比べる機会が普段はなく, 良い研修になったという意見もあった。参加者が少数であったからこそ, 一方向性でなく, 双方向性の講習会が可能になったと言えよう。

講義については下に原稿があるのでそれを参照して頂きたい。ここでは, 午後行った実習の様子を述べる。「PSG・MSLT 記録法」は, EEG-9100PSG(日本光電)とアリス 5(フジ・レスピロニクス)を用いて実習を行った。各班一人が被検者になり, 電極貼付と記録の開始までを実施した。新たなセンサーの紹介, 配置部位によって電極コードの色を決めておくことやコードを束ねておくことで記録準備の時間が短縮できること, ペーストの種類や使用する量, 包帯の巻き方, など実践に即した内容であった。「PSG 判読法」は, PSG 記録をスライドに示しながら判読方法を解説した。講師が参加者の要望を聞きながら, その場で適切な症例記録を提示する(例えば, ナルコレプシーの入眠期)という形をとった。「MSLT 判読法」では, 各参加者に MSLT 記録 1 セット(5 セッション分)が渡され, 参加者は 1 エポック毎に睡眠段階を判定し, レポートにまとめる(各セッションの入眠潜時・入眠時レム期(SOREMP)の有無, 全セッションの平均睡眠潜時・SOREMP 出現頻度)という作業をした。講師による正解が用意されており, 各自の解答とつきあわせをし, 不明な点に対しては講師から説明があった。来年度以降, 参加者が多数であっても双方向性で実践的な講習ができるよう今から準備を進めていきたい。

講義1: PSG・MSLTの適応, その他の検査法

碓氷 章 (文京学院大学

保健医療技術学部臨床検査学科)

1. 日本における睡眠保険診療

保険診療で認められている睡眠医療には以下がある (正確な表現は厚生労働省通知などを参照のこと)。(1) 睡眠時呼吸障害疑い例に対する終夜経皮的動脈血酸素飽和度測定 (パルスオキシメトリ, 100点), (2) 睡眠時呼吸障害に対する携帯用装置を用いた終夜睡眠ポリグラフィ (簡易 PSG, 720点), (3) 睡眠時無呼吸, てんかん, うつ病, ナルコレプシーに対する標準的終夜睡眠ポリグラフィ (PSG, 3,300点), (4) 無呼吸低呼吸指数 20 以上の睡眠時無呼吸患者に対する在宅持続陽圧呼吸療法指導管理料 (250点) と, 経鼻的持続陽圧呼吸療法用治療器加算 (1,210点), (5) 睡眠時無呼吸に対する鼻腔通気度検査 (ライノメトリ, 300点), (6) ナルコレプシー, 特発性過眠症に対する反復睡眠潜時試験 (MSLT, 5,000点)。以上を見ると, 睡眠時無呼吸に関する検査・治療は保険診療に則り概ね妥当に行うことができる。しかし, PSG の保険適応 (病名) が限定的である, PSG と MSLT を併せて行うと主たるものしか算定できない, などの問題がある。

2. 米国睡眠学会 (AASM) による PSG の practice parameter

多くの睡眠障害がある中で, PSG・その他の検査法の適応に関する practice parameter (実践指標) が示されている (Kushida CA ら, 2005)。エビデンスに基づくものであり, 推奨レベルは高い方から, Standard, Guideline, Option と 3 段階に分かれる。

1) 睡眠関連呼吸障害 (SRBD)

SRBD の診断に PSG はルーチンに適応となる (Standard)。また, SRBD 患者の CPAP タイトレーションに PSG が適応となるが (Standard), Type 3 睡眠検査 (簡易 PSG) は推奨されない。フォローアップ PSG・Type 3 睡眠検査は, 歯科装具 (OA) に対する良好な反応・外科的治療後などの治療評価において適応 (Standard) となるが, CPAP で症状が消失している患者においてはフォローアップ PSG・Type 3 検査はルーチンには適応ではない (Option)。SRBD 患者には MSLT はルーチンには適応ではなく, 過度の日中の眠気の主観的評価を行う (Standard)。

2) 他の呼吸器障害—慢性肺疾患, 慢性肺胞低換気と低酸素血症を伴う障害

神経筋障害と睡眠関連症状 (病歴, 睡眠衛生, 睡眠日誌の評価で適切に診断されないもの) がある患者に PSG はルーチンに適応 (Standard) となるが, 慢性肺疾患の診断には適応ではない (Standard)。代替法として, 終夜パルスオキシメトリが障害評価に役立つ・十分であることがある。臨床的問題が低酸素血症レベルにあり, 睡眠段階判定や睡眠時無呼吸評価が必要ない場合 (Standard) である。

3) ナルコレプシー

PSG と PSG 翌日に行う MSLT がルーチンに適応 (Standard) となる。代替法として, 覚醒維持試験 (MWT) は治療適切性の評価に役立つことがある。HLA タイピングは PSG+MSLT の代わりとしてルーチンには適応にならない。

4) 睡眠時行動障害とてんかん発作障害

睡眠時行動障害が非定型な場合に PSG が適応 (Guideline) となる。犯罪を考慮する状況でも PSG が適応になることがある (Option)。また, 通常の治療に反応しない睡眠時行動障害, 睡眠関連発作障害の場合, PSG が適応になることがある (Option)。定型的・複雑でない・外傷を起こさない睡眠時行動障害と, 睡眠障害に該当する訴えがないてんかん発作障害は, PSG はルーチンには適応とならない (Option)。

5) むずむず脚症候群 (RLS), 周期性四肢運動障害 (PLMD)

PLMD を疑う時は PSG が適応 (Standard) となる。RLS の診断・治療には, PSG はルーチンには適応とならないが, 診断が不確かな場合は除く (Standard)。代替法として actigraphy は治療効果判定に有用であることがある (Option)。Suggested immobilization test (SIT)・forced immobilization test (FIT) は RLS の診断・治療効果判定の助けになる (Option)。

6) 不眠を伴ううつ病

うつ病の診断確定には, PSG も MSLT もルーチンには適応とならない (Standard)。また, 一過性不眠, 慢性不眠, 精神障害に伴う不眠の評価に PSG は適応とならない (Littner M ら, 2003)。

7) 概日リズム睡眠障害 (CRSD)

CRSD の診断に PSG はルーチンには適応とならな

い (Standard)。代替法として actigraphy は以下の概日リズムパタン・障害の特徴をみる・モニタするのに有用なことがある (Option) : (a) 高齢者, 施設入所者; (b) 新生児, 乳児, 小児, 思春期; (c) 高血圧患者; (d) うつ病, 統合失調症患者; (e) 宇宙飛行など評価不能な状況。血清・尿中メラトニン値, 24 時間連続深部体温測定も代替法として研究的に用いられている (Option)。

3. その他の検査法

以上の他に, ナルコレプシーに対する髄液中オレキシン測定, CRSD などに対する睡眠日誌, 質問紙法 (不眠に対する Pittsburgh Sleep Quality Index, 眠気の状態に対する Stanford Sleepiness Scale, 眠気の特徴に対する Epworth Sleepiness Scale, 朝型-夜型に対する Morningness-Eveningness Questionnaire) についても述べた。

講義 2. PSG・MSLT の記録法と判読法

小林美奈 (財: 神経研究所附属睡眠学センター・代々木睡眠クリニック)

1. ポリソムノグラフィー (PSG) 検査

ポリソムノグラフィー (polysomnography: PSG) は, 睡眠覚醒障害をきたす疾患の診断やその治療効果の判定に用いられ, 脳波, 眼球運動, および頤筋筋電図測定による睡眠構築の評価を基本とし, 呼吸, 動脈血酸素飽和度 (SpO₂), いびき, 前頸骨筋筋電図, 体位, 体動, 体温, 食道内圧など生体现象を同時記録することにより, 睡眠中の呼吸, 循環, 神経やその他の生理現象を総合的に評価する検査である。

電極の装着部位

①脳波 (国際脳波学会の標準法 10/20 法)

C3-A2, C4-A1, O1-A2, O2-A1 (F3-A2, F4-A1)

②眼球運動

左右の外眼角の 1 cm 斜上方と反対側の 1 cm 斜下方に装着

③頤筋筋電図

おとがい筋またはおとがい下筋に 2 個の電極を 3~4 cm 離して装着

④下肢筋電図

前頸骨筋上に 2~4 cm 離して装着

⑤心電図

修正 I 誘導や CS5 誘導などの双極導出を行う。

⑥呼吸関連チャンネル

サーミスタセンサ, プレシャーセンサを患者の鼻孔に装着, ストレンゲージまたはインダクタンスプレスチモグラフなどのベルトセンサを胸部と腹部に巻く。

⑦パルスオキシメータ

指尖にプローブを装着

2. データ評価方法

PSG 検査で得られたデータは解析を行い, レポートを作成する。それぞれの解析ルールに従って結果を数値化することはもちろんのこと, 数値では表記できないような検査中に起こった患者の詳細な情報なども主治医にフィードバックし, 診断・治療に役立てることが重要である。

1) 睡眠段階

30 秒区間 (1 エポック) ごとに睡眠段階を判定するのが一般的で, 睡眠脳波の判定には Rechtschaffen と Kales の分類が広く用いられている。

覚醒期 (Stage Wake): 安静閉眼時は後頭部優位に周期的な α 活動 (8~13 Hz) の脳波を示し, 安静開眼は比較的低電位の様々な周波数が混在した脳波活動を示す。開眼時には早い動きや瞬目のアーチファクトが眼球運動チャンネルに混在する。筋電図は相対的に高振幅の持続的な活動を認める。

睡眠段階 1 (Stage 1): α 波が断片化し, 低振幅の不規則な θ 波 (3~7 Hz) が単独または連続で認められ, 背景波から際立った振幅の増加を示す頭頂鋭波 (vertex sharp wave) が出現するようになる。入眠期に緩徐な眼球運動 (slow eye movements: SEMs) がみられる。筋電図は覚醒時より振幅は低下しているが持続的な活動を認める。

睡眠段階 2 (Stage 2): 散在的に生じてくる 12~14 Hz の睡眠紡錘波 (sleep spindle), 陰性鋭波から急激に陽性波に続く 2 相性の K 複合 (k-complex) が混在する。眼球運動はほとんど消失しているが, 脳波活動の混入を認めるようになる。筋電図は持続的な活動を認めているが, 覚醒時よりも振幅は小さくなっている。

睡眠段階 3 (Stage 3): 2 Hz 以下で 75 μ V 以上の振幅の δ 波活動が, 1 エポックの 20% 以上 50% 未満を占める。眼球運動は生じないが, 脳波の混入が顕著に

なる。筋電図は低振幅となってくる。

睡眠段階4 (Stage 4) : 2 Hz 以下で $75\mu\text{V}$ 以上の振幅の δ 波活動が、1 エポックの 50% 以上を占める。睡眠段階3 と同様、眼球運動は認めず、筋電図は低振幅である。

* 2007 年 AASM 新ルールでは、睡眠段階4 は睡眠段階3 に含まれる。

睡眠段階 REM (Stage REM) : 低振幅で様々な周波数の脳波が混在し、ステージ1 に類似している。また、鋸歯状波 (saw-tooth wave) や覚醒時より 1~2 Hz 程度遅い α 波が認められることがある。眼球運動には、急速眼球運動 (rapid eye movements: REMs) が出現し、筋電図の電位は終夜のなかで最も抑制される。

2) Arousal

脳波の突然の周波数変化で、紡錘波を除く θ 波、 α 波、16 Hz 以上の周波数が認められる。周波数変化は 3 秒以上の持続が必要で、覚醒反応と判定するには最低 10 秒以上持続する睡眠の介在が必要である。NREM 睡眠中は頤筋の振幅増加を伴わなくても覚醒反応と判定できるが、REM 睡眠中は頤筋筋電図の振幅増加を伴うときのみ判定できる。

3) 呼吸イベント

閉塞性呼吸イベント : 気流の停止または低下の最中に呼吸運動を伴うものを閉塞性とするが、判定基準によって呼吸イベントの解析結果が異なる。安定した呼吸より 50% 以上の気流低下が 10 秒以上持続する、もしくは、気流の低下に 3% 以上の酸素飽和度低下か覚醒反応を伴うものとする 1999 年の基準や、30% 以上の呼吸振幅低下に 4% 以上の酸素飽和度の低下を伴うものとする 2007 年の基準などいくつかの定義が存在する。

中枢性呼吸イベント : 呼吸と呼吸努力が減衰するか消失することが特徴的で、無呼吸あるいは低呼吸時にあきらかな食道内圧の減少を伴っており、10 秒以上持続すること。

4) 周期性四肢運動 (periodic limb movements: PLM)

睡眠時に出現する周期的な下肢の不随意運動で、筋活動は校正波の 25% 以上の振幅で、0.5~5 秒持続するものを LM とし、睡眠中に 5~90 秒の間隔で 4 回以上出現した LM を PLMS とする。

3. 繰り返し睡眠潜時検査 (multiple sleep latency test: MSLT)

日中の過度の眠気 (excessive daytime sleepiness: EDS) は、睡眠障害に伴う主要な症状の 1 つであり、PSG を用いて日中の眠気を客観的に評価する有用な手段として、繰り返し睡眠潜時検査 (multiple sleep latency test: MSLT) が広く用いられている。MSLT は外界からの覚醒につながる要因を除いた上で、日中の眠気の程度を客観的に評価する方法で、2 時間間隔で行われる 5 回の睡眠検査よりなる。

1) MSLT の適応

ナルコレプシー、特発性過眠症、閉塞型睡眠時無呼吸症候群、周期性四肢運動障害、睡眠相後退症候群などの日中の眠気をきたす疾患、薬物性の眠気および薬物療法など治療効果の判定に用いられてきたが、2005 年の AASM の勧告では、特発性過眠症とナルコレプシーの疑われる例では有効であるが、OSAHS の診断や CPAP による治療効果判定、内科的疾患、ナルコレプシー以外の神経疾患、不眠症または概日リズム障害においてはルーチンでは適応でないとしている。

2) 注意事項

- ・MSLT 施行前の 1 週間の睡眠日誌をつけておくことが望ましい
- ・中枢神経刺激薬や REM 睡眠を抑制する薬は 2 週間前から中止する
- ・検査室は暗く静かに保ち、室温は患者が快適と感じる温度にセットする
- ・MSLT 前夜に PSG を施行する
- ・初回の検査は PSG 検査終了後 1.5~3 時間の間に開始する
- ・普段着で検査を行う
- ・記録モニターは C3, C4, O1, O2, 眼球運動, 頤筋筋電図, 心電図

3) レポート

- ・各検査の開始時刻, 終了時刻, 入眠時刻, SOREMP の有無
- ・平均入眠潜時, SOREMPs の回数
- ・検査前の主観的眠気の程度, 検査後の主観的入眠潜時, 夢見の有無
- ・施行中の逸脱行為, 体調変化など

4) 結果の解釈

AASM の勧告によると MSLT の健常人の平均睡眠潜時は、4 回法で 10.4 ± 4.3 分、5 回法で 11.6 ± 5.2 分であったのに対し、ナルコレプシーでは 3.1 ± 2.9 分であった。SOREMP は必ずしもナルコレプシーに特異的ではなく、睡眠不足や睡眠時無呼吸症候群など REM 睡眠が抑制されたときにもみられる。SOREMP が出現した際は、その検査の終了時に夢の内容、入眠時幻覚、睡眠麻痺の有無について確認しておく。

講義 3. PSG・MSLT 検査の危機管理

川名ふさ江 (虎の門病院
臨床生理検査部睡眠センター)

1. どんなときに危機管理は必要か

医療施設内における危機管理は、緊急事態に対処するための安全管理マニュアルとして総合的なものが作られていなければならない。一般的な緊急時対応方法として、1 次救命処置 (BLS: Basic Life Support) および 2 次救命処置 (ACLS: Advanced Cardiovascular Life Support) がある。1 次救命処置とは、意識確認→気道確保→人工呼吸→胸骨圧迫までの医療器具を使用せずに行う心肺蘇生法 (CPR: Cardiopulmonary Resuscitation) をいう。2 次救命処置とは、除細動器などの医療器具を使用して、有資格者が行うものであるが、近年自動対外式除細動器 (AED: Automated External Defibrillator) が普及しているため、自施設内の AED 設置場所を確認し ACLS の訓練を受けておくことが望ましい。

ここでは、特に PSG 検査で遭遇する可能性の高い緊急事態として、異常心電図と睡眠中の異常行動について述べる。

2. 異常心電図

2007 年の AASM (American Academy of Sleep Medicine) スコアリングマニュアルでは、異常心電図として洞停止 (3 秒以上)、徐脈 (40 bpm 以下)、頻脈 (90 bpm 以上)、房室ブロック、心房頻拍、心室頻拍、ST 上昇、ST 低下などが挙げられている。

心電図異常の危機管理対策としては、まず異常心電図を見逃さないこと、そのためにはヒプノグラムの R-R トレンドを確認し、R-R の急激な上昇あるいは低下のある部分について、心電図の生波形を必ず確認す

ることが重要である。それは PSG 記録中にも定期的に確認することで、異常心電図の早期発見につながる。また R-R トレンドは、T 波の振幅が高いと R 波とダブルカウントする可能性があり、このような場合は 12 誘導心電図を確認して、T 波の最も低振幅な誘導を選び、それに近い部位で電極を装着しなおす必要がある。

患者の既往歴の確認も重要であり、もともと不整脈の患者の場合どの程度の不整脈が出現したら医師に連絡をすべきか、事前に確認しておく必要がある。

3. 睡眠時異常行動

睡眠障害国際分類 (ICSD-II) の分類では、睡眠時異常行動は睡眠時随伴症として分類され、出現する睡眠周期により NREM parasomnia (睡眠時遊行症、睡眠時驚愕症、錯乱性覚醒)、REM parasomnia (REM 睡眠行動障害)、REM&NREM parasomnia (parasomnia overlap disorder) 睡眠から覚醒移行時に出現する睡眠関連解離性障害などが挙げられる。睡眠時無呼吸症候群から睡眠時遊行症や錯乱性覚醒を起こすこともある。また、てんかん発作が睡眠時遊行症のようなパターンをとることもある (epileptic nocturnal wandering)。

1) 睡眠時遊行症

睡眠中に歩き回る、また歩き回る間も睡眠が持続し、通常行われる行為だがゴミ箱に放尿など不適切な行為が多い。

2) 睡眠時驚愕症

睡眠中に突然起こる恐怖で、泣き叫ぶ・恐怖を示す自律神経症状を伴う、小児に多い疾患である。

3) 錯乱性覚醒

睡眠からの目覚めに際し知的な混乱や暴力を伴う。また性的異常行動なども特徴的に見られる。

4) REM 睡眠行動障害

筋弛緩を欠くレム睡眠の存在 (REM without atonia: REM 睡眠期にオトガイ筋電図の持続的・周期的筋放電がみられること) が PSG 所見として特徴である。睡眠に関連した危険かつ睡眠を妨げる行動であり、夢に伴う異常行動が多い。暴力的な素早い行動であり覚醒が容易である。鑑別診断として、レム睡眠中にてんかん性波が出現していないことを確認する必要がある。

5) 睡眠関連てんかん

一般的に入眠直後と起床 1-2 時間前に起こりやす

い。全般性強直間代発作はノンレム睡眠や中途覚醒時に起こる（レム睡眠では起こらない）。2次性全般化を伴う複雑部分発作はノンレム睡眠（段階1や2）で起こる。2次性全般化を伴わない複雑部分発作は睡眠段階2が多く、まれにレム睡眠で起こる。また複雑部分発作の1/3はレムとノンレムの移行期に起こるといふ報告もある。

4. 検査室での危機回避法

予測できる要因として、男性であること、異常行動の病歴があること、小児期の遊行症・夜驚症の既往があること、ストレス、酒、薬物、睡眠不足なども発作の要因となる。また発作の出現しやすい危険なタイミングとして、1夜の前半では睡眠時遊行症、夜驚症、錯乱性覚醒など、1夜の後半ではREM睡眠行動障害、てんかんが起りやすい。

実際の予防治法としては、患者の周囲に危険なものをおかない、転落事故を考えるとベッドよりふとんかマットレスのほうがよい、睡眠時無呼吸の治療であるCPAPタイトレーション時も要注意といわれる。それはCPAP治療開始時に生じやすいREMリバウンド（急激なREM睡眠の増大）により、異常行動が出現する症例が報告されている。特に睡眠前半の深睡眠期に生じる異常行動の場合、なだめると逆に興奮するので患者を揺り起こさないこと、危険に配慮して見守ることが大切である。

3. 脳波検査実地コース

長田美智子

山梨大学医学部附属病院検査部

「脳波検査実地コース」は昨年まで、脳波検査の技術面での実習を中心に行ってまいりました。昨年は小児脳波の検査手技、脳波計の取扱い、ベッドサイドでの検査手技などを取り上げ、教科書的な実習だけでは得られない現場に活かせる研修を行ったところ、多くの受講者から高い評価をいただきました。その中で受講者から脳波の判読実習を行ってほしいという要望が多く寄せられ、今年度はその要望を取り入れた形で、成人脳波の判読をテーマとし、実際の脳波記録と判読用スケールを使用して波形を解析しながら、「実際の脳波レポートを書こう」という実習を企画しました。50名という定員は他のどのコースより早い時点で定

員オーバーとなり、6月の時点で募集を締め切るという、かつてない異例の事態に、脳波判読というテーマへの要望の多さを実感しました。

研修は午前中、齊藤正範先生（北里大学医学精神科）、松浦雅人教授、原恵子先生（東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科）、の3名の講師の先生方に、脳波判読技術1～3として、それぞれ「基礎波の判読法」、「突発波の判読法」、「脳波所見の記載法」というテーマで、脳波波形の解釈・考え方や実際の判読で注意すべき事など、判読の進め方について実例をあげながら具体的にわかりやすく解説していただきました。午後は、水野久美子（名古屋市立大学病院）、石井みゆき（横浜市立大学市民医療センター）、石郷景子（大垣市民病院）の3名の臨床検査技師から実際の症例を提示していただき、受講者は脳波計で記録された生波形を使用して記載用紙に所見を記入しながら、所見の取り方について丁寧な解説を受けました。また、受講者の内訳は臨床検査技師および医師で、経験年数は脳波判読未経験の方から経験年数が10年以上のベテランの方など様々でしたが、昼食時間や休憩時間を利用して提示された脳波の判読や日ごろの疑問点について質問する姿が見られ、積極的に脳波と向き合う様子が伺えました。したがって、午後の3時間30分という実習時間は少々短く感じました。依頼医の意図を読み取り、期待に応えたレポートを作成することは、臨床の場で極めて重要であり、そのためには多くの脳波判読を経験する必要があります。そして、本研修会がその第一歩につながることを期待いたします。

受講者の皆さんにはアンケートにご協力いただき、多くのご意見をいただきました。来年度はそれらのご意見を参考にさせていただきながら、さらに内容を充実させていきたいと考えていますので、是非ご参加・ご協力をお願いいたします。

講義1. 基礎波の判読

齊藤正範（北里大学医学部精神科学）

1. 基礎波とは何か

脳波記録における、電極対の間の電位差の変化は、全て「波（wave）」と呼ぶ。脳波の波そのもの、あるいは波の連続を、活動（activity）といい、おおよそ一定の期間（区間）の波からなる脳波の活動を律動

(rhythm) と呼ぶ。

ある正常あるいは異常脳波パターンが現れる場合にその背景をなし、これら特定のパターンがそれから区別されるような脳波活動を背景活動という。つまり、突如現れる際だった波（突発波）との対比で、その背景をなす活動を背景波（背景活動）と呼ぶ。背景活動は、脳の電氣的活動の土台、あるいは、脳の基礎的定常状態の電氣的な表れであるので、最近では背景波（背景活動）という語よりは基礎波（基礎活動）という語が用いられる場合が多い。

2. 基礎波の性質

基礎波は種々の因子に影響され変化する。特に臨床的に重要な因子は、生理的な覚醒度変化、年齢、薬物、脳や身体の病態であり、基礎波の判読に際しては、これらの因子と脳波像との関係に習熟しておく必要がある。

他の検査法と全く異なる、脳波の利点の一つは、覚醒度変化をリアルタイムで把握できることである。精神緊張が高まり過覚醒の状態、精神活動は活発だが安静で適度に覚醒した状態、傾眠がちの状態、眠っている状態では、脳波像が異なる。様々に異なる覚醒度やその脳波像が、一つながりの記録の中に現れていると、その記録から得られる情報量が増え、その記録の診断的価値が高くなる。

基礎波のうち、出現率が高く、かつ、電位が大きな活動を優位律動（優位活動）と呼ぶ。出生から思春期までの間、年齢とともに優位律動は概ね速波化してゆく。大まかには、6歳で5~6 Hzと8~9 Hzの活動の混交、8歳で7~8 Hzの活動に10 Hz前後の活動が少量混じれば正常である。思春期から初老期までの間、優勢な α 律動の周波数はほぼ変わらず、健常者ではおおよそ9.5~10.5 Hzの範囲内にある場合が多い。初老期以降は、年齢とともに優位律動は概ね徐波化してゆき、80歳では8 Hz前後が正常である。各年齢での標準的な基礎波の像と、正常変異の脳波像（若年性後頭部徐波、ミュー律動、速波が優位律動の場合、slow alpha variant rhythmなど）を、知識として暗記するよりは、視覚イメージとして銘記できれば、判読に際し助けとなる。

薬物が基礎波に与える影響は種々のパターンがある。ただし、周波数分析で明らかとなるものの視察で

はわからない程度の基礎波の変化については、詳しく知らなくても判読の際には困らない。常用量であっても、視察で基礎波への影響がわかる場合が多いのは、抗てんかん薬（特にフェニトイン、バルビツール酸系、カルバマゼピン）、抗不安薬（特にベンゾジアゼピン系）、抗精神病薬（特にフェノチアジン系、ゾテピン）などである。

疾患の影響により、基礎波の周波数、電位（振幅）、分布が変化する。基礎波の異常のうち最も多く指摘されるのが、基礎波の徐波化である。特に、非限局性の、広い範囲にわたる徐波化で、優勢な活動そのものの徐波化や、徐波の過剰な混入が指摘されるような異常が多く指摘されるが、それらは脳の形成や発達の障害、広汎な病巣や脳症、病巣の多発、内分泌・代謝異常、外来物質の影響、あるいは脳変性疾患によって生じ得るので、疾患特異性が低い異常である。他方、限局性の徐波があれば、その電極近傍に神経学的病巣（腫瘍、炎症、循環障害、脱髄、損傷、奇形、てんかん源性焦点）の存在が疑われる。電位の異常のうち、正常な低電位パターンと異常な低電位脳波の区別は意外に難しい場合があるが、一人の症例の脳波を、異なる日時に繰り返して記録・検討すれば、低電位の脳波像の意義は自ずと明らかになる。基礎波の電位が限局性に増高し続ける場合、電極に問題が無ければ、その近傍に頭蓋骨欠損か骨の薄い部分の存在を疑う。基礎活動の周波数、電位、あるいは分布に左右差が指摘された場合、徐波化があればその側の脳機能異常が示唆されるが、それ以外の場合にはどちら側が異常であると断定できない場合がある。

3. 基礎波の判読と記載

判読に際し、まず始めに記録の冒頭から末尾まで全体を通覧し、脳波像の大局的な流れを把握する。この際、特徴的な部分を見つけた場合には、付箋か折り目を付けておけば便利である。

次に、安静・覚醒・閉眼時の基礎波について、優位律動（優位活動）の周波数、電位、分布を同定し記載する。記録開始直後や、開閉眼の反復で眼を閉じてから2秒以上経った時点の状態が安静・覚醒・閉眼時に該当する場合が多いと思われるが、被検者の様子によっては、過呼吸終了後、体動の後、音刺激や閃光刺激の後にはしか覚醒度が上がらない場合もある。

安静・覚醒・閉眼時に、優位律動以外に混入する活動が多ければ、それについても周波数、電位、分布、出現頻度や波の形状などを記載する。

更に、基礎活動が安静・覚醒・閉眼時の前後で時間とともにどう変化するかについても、病的意義があると思われる場合には、別途記載して良い。

このような基礎波の記載により、ある人と他の人達の脳波像の比較や、ある人の脳波像が日時とともにどう変化するかを検討できるようになる。

講義 2. 突発波の判読

原 恵子 (東京医科歯科大学大学院
保健衛生学研究所)

脳波判読 2 では突発波の判読について講習を行った。まず脳波を依頼した医師がどのようなレポートを期待しているのかにはじまり、下記のように大きく 5 つの項目に分けて説明した。それぞれの項目について簡単に述べる。

1. 臨床的意義: 検査を依頼した医師が期待していること

臨床において、突発波を一度診断されると、発作がなくても数年にわたり薬物治療が行われることがある。そのため「読みすぎない」ことが大切である。はっきりしないときには経験のある判読者に相談すること、正常・疑い・判定保留・再検査の判断をすることを恐れない。また、どのような検査を期待して依頼しているのか、依頼した医師とコミュニケーションが取れる関係が築けていることが望ましい。

2. 突発波が脳波にとらえられるまで

脳から頭皮の電極に届くまでには軟膜、髄液にはじまり、骨、頭皮などいくつもの層を経るため、それぞれの電導率の影響を受ける。Breach rhythm は一部の骨が欠損した結果、その部位での振幅が大きくなったものである。また全てのでんかん活動が脳波で捉えられるわけではなく、脳で 10(～20) cm² 以上同期して活動して初めて 90% 以上脳波でとらえられる。

3. 突発波の種類と用語説明

棘波、鋭波、棘徐波、徐波を伴った棘波など提示した。棘波と鋭波はその持続時間(周波数)で分けられるが、原因となる活動が深いものや広いもので鋭波となる。そのてんかん源性の強さに関連したものではな

く、どちらも同様に異常波である。また、てんかん症候群またはてんかん発作に特異的な波形について知っていることが望ましい(例: 欠神てんかん、欠神発作と 3 Hz 棘徐波複合)。同様にどのような賦活において異常波が出やすいか(欠神発作と過呼吸賦活)も知っておくとよい。

4. 異常波と紛らわしい正常脳波(一部で異常脳波とされているが、Normal variant とした)

- ・ 6 & 14 Hz 陽性棘波
- ・ 小鋭棘波 (SSS・BETS)
- ・ 6 Hz 棘・徐波複合 (ファントム棘・徐波)
- ・ RMTD (Rhythmic mid temporal discharge)
- ・ SREDA (Sub-clinical rhythmic electrographic discharge of adult)
- ・ ウィケット棘波 (Wicket spikes, Wicket waves)
- ・ 頭頂部鋭波 (子供)
- ・ Rhythmic midline theta

をあげた。これらはてんかん波と紛らわしいが、てんかん波ではないことを念頭において判読する必要がある。それぞれに出現しやすい時期(軽眠期など)、出現部位 (Central, Temporal など) があり、波形に加えてそれらも覚えておくと判読の助けとなる。

5. 突発波についての脳波記載方法

一般的な脳波記載方法について述べた。特に突発波がいつ出現したのか(覚醒時か睡眠中かなど)がわかるよう記載することが大切である。

講義 3. 脳波所見の記載法

松浦雅人 (東京医科歯科大学大学院
生命機能情報解析学分野)

脳波所見の記載と判読にあたって、脳波は神経細胞のシナプス後電位の総和が容積導体により拡大 (ex. 脳脊髄液) と減衰 (ex. 頭蓋骨) を受けて (smearing effect)、頭皮上に伝播したものであること、脳波波形は 2 電極間の電位差であること、脳波検査の目的は病巣部位の同定ではなく脳機能状態の判定であることを知っておく必要がある。すなわち、脳波波形には頭皮上部位による電位勾配があり(電位勾配の全くない波形はアーチファクトを疑う)、頭蓋骨欠損部では皮質脳波が強調されたブリーチリズムがみられる。電位勾配が緩やかな波形 (ex. 広汎性徐波、小鋭棘波) は

双極導出法では見えにくくなり、耳朶を基準電極とした単極導出法では、側頭部脳波が耳朶へ波及して基準電極が活性化することがある。徐波の波形や出現量は単極導出（基準電極導出）で評価すべきで、広汎性 α パターンは単極導出と双極導出を総合して判断する。また、脳波による障害部位の判断は慎重にすべきである。例えば、脳血管障害の慢性期には障害側で後頭部 α 律動が増強（paradoxical α augmentation）したり、硬膜下血腫で正常脳波であったり、両側前頭部に徐波が出現したりする。

ここでは、1) 基礎活動（主律動と混在波）、2) 突発活動、3) 賦活による変化（開閉眼、閃光刺激、過呼吸、睡眠賦活）、4) 判定、5) 注釈の順に、臨床脳波所見の記載法を解説する。しかし、広く認知されている脳波用語集がなく、脳波所見の記載法が標準化されていないため、施設や地域によって方言ともいえるべき独自の記載法があり得る。

1. 基礎活動

安静覚醒閉眼状態の基礎活動について、主律動と混在波の振幅、周波数、優勢部位、出現量を記載する。

1) 主律動：通常は α 律動が主律動であるため、 α 波が最も良く出現している個所を基礎活動としてよい。振幅は、低振幅（ $\sim 30 \mu V$ ）、中等度振幅（ $30 \sim 100 \mu V$ ）、高振幅（ $100 \mu V \sim$ ）などと記載する。周波数（Hz）、優勢部位、出現量（少量、中等量、多量）に加えて、スペースがあれば規則性、左右差の有無、波形（アーチ型、逆アーチ型）、出現様式（waxing & waningの有無など）についても記載することがある。 α 波の周波数に左右差がある場合は診断的価値が高い。逆アーチ型の α 帯域の波が、中心部に左右差をもって出現した場合には μ 律動の可能性が高く、閉眼でも抑制されないことを確認する。ほとんどが睡眠脳波で、基礎活動の記載ができない場合は、「ねむけの影響が強く、安定した安静時記録が得られない」などと記載する。

2) 混在波：通常は徐波（ δ 波と θ 波）と速波（ β 波）である。振幅、周波数、優勢部位、出現量（まれに、ときどき、しばしば、めだつて）、出現様式（散発性、数個連なつて）を記載する。小児・思春期例では、健常例でも前頭部律動性 θ 波、若年性後頭部徐波（いわゆる後頭三角波）が出現するので、これも基礎活動の

混在波として記載する。成人脳波では、 θ 波を周波数の速い成分（6-7 Hz）と遅い成分（4-5 Hz）に分けて記載することが多い。6-7 Hzの θ 波が散発性に出現する場合は正常範囲と考えてよい。徐波の記載は正常・異常の判定に重要であり、ほとんどみられない場合は「明らかな徐波は認めない」と記載する。速波は正常・異常の判定に重要でないので、その出現が少量で、スペースがない場合には記載を省略しても良い。

2. 突発活動

棘波、棘徐波複合、鋭波、鋭徐波複合、徐波群発などについては、振幅、周波数、出現部位、出現頻度とともに、出現様式についても記載する。spiky waveあるいはspike-like waveという表現はあいまいで、棘波（鋭波）などのてんかん性異常波が疑われるのであれば、棘波の疑い（鋭波の疑い）と記載する。ただ単に波形がとがっているという意味ならば、鋭い波形の波と記載して基礎活動で記載する。側頭部棘波（鋭波）は、耳朶が活性化することが多く、単極導出では陽性の切れ込みとして出現するが、これを陽性棘波（鋭波）と記載してはいけない。陽性棘波（positive spike）とは、14 & 6 Hz 陽性棘波（Gibbs）のことである。通常は双極導出で位相逆転を確認して側頭部棘波（鋭波）と記載するが、位相逆転が確認できなければ単に陽性の切れ込みが突発すると記載し、側頭部棘波が疑われるとコメントする。

3. 賦活法

1) 開閉眼：開閉眼による α 抑制だけでなく、徐波や突発活動の抑制の有無も記載する。逆説 α 抑制は、ねむけが極めて強い健常例でも認める。

2) 閃光刺激：光駆動反応、光ミオクロニー反応（PMR）の有無を記載する。棘徐波複合が賦活された場合には、振幅、周波数、規則性などを記載する。光突発反応（PPR）を4つの類型に分けることがあるが、臨床的に意味のある光過敏性は光突発反応第4型、いわゆる光けいれん反応（PCR）である。この場合はコメント欄に光過敏性ありと記載する。

3) 過呼吸賦活：徐波が賦活された場合には、単にビルドアップとせず、徐波の振幅、周波数、出現量、優勢部位、出現様式などを記載し、過呼吸開始後何分頃から賦活され、過呼吸終了後の回復時間についても記載する。過呼吸による徐波化は通常1分以内に回復

し、これ以上遷延した場合には異常の可能性がある。過呼吸によるビルドアップは、基本的には基礎活動に出現していた徐波が賦活され、全く新たな波形が出現した場合には異常波の可能性もある。再徐波化（レ・ビルトアップ）についても同様に、過呼吸終了後何分頃から徐波が出現したか、またその振幅、周波数、出現量、優勢部位などを記載する。

4) 睡眠賦活：ノンレム睡眠段階1（入眠期：抑制期、漣波期、瘤波期）、睡眠段階2（軽睡眠期）など、どこまで入眠したかを記載する。午前中の検査や思春期例などでは入眠直後レム睡眠段階（SOREMP）が出現することがあり、睡眠段階1と思われる脳波が長時間持続して段階2に移行しない（睡眠紡錘波が出現しない）場合などにはこれを疑う。眼球運動や頤筋筋電図を同時記録していれば容易に判断できる。睡眠段階1のPOSTsは後頭部鋭波と誤られやすく、睡眠段階2のK複合は突発性徐波と誤られやすい。小児の頭蓋頂鋭波（瘤波）は大きく鋭いのでてんかん性鋭波と誤られやすい。小児に出現する入眠期過同期 θ 群発は正常所見である。睡眠脳波は異常波が出現しやすいので、十分な睡眠時記録が得られたにもかかわらず異常がみられない場合の診断価値は大きい。睡眠記録がない脳波は覚醒時記録のみであることを明記する。

4. 判定法

正常、境界、異常の3段階を基本とする。正常脳波の判定基準には理想型基準と統計的基準があるが、初心者は理想型基準により判定することから始め、経験とともに統計的基準によって修正すると良い。異常の場合は、てんかん性異常か徐波異常か、また広範性異常か局在性異常かを記載する。異常脳波を軽度、中等度、高度に分けることがあるが、施設差や判定者の経験や主観が入り、信頼性は低い。境界脳波の判定は14 & 6 Hz 陽性棘波、小鋭棘波（SSS, BETS）など、臨床的意義の明らかでない波形について用いる。徐波が混在しているが、自信をもって異常と判定できないときは、境界と判定せずに正常の疑い、または徐波異常の疑いと記載する。

5. 注釈

正常の疑いや異常の疑いと判定した場合には注釈をつける。徐波が少量混在するが、年齢を考慮すれば正常範囲か？、徐波の混在はねむけの影響か？などであ

る。覚醒時脳波だけで正常や境界と判定した場合には、次回、睡眠脳波記録を推奨すると注釈する。ベンゾジアゼピン系薬あるいはバルビタール系薬服用例は特異的な速波律動を示すので、これが疑われた場合には、薬物の影響か？と記載する。不穏状態でアーチファクトの混入が多く、判定困難な場合に無理矢理判定せずに、判定を保留し、再検査を指示するのが良い。

4. 神経伝導検査実地コース

高橋 修

市川市リハビリテーション病院臨床検査科

神経伝導検査実地コースのプログラムは、第4回講習会から行った実地コースの評判が良かったことから、今回も同様の企画となりました。神経伝導検査コースは、定員を50名と設定しましたが、6月中には定員を超える盛況となり、最終的には53名で募集を終了させていただきました。

神経伝導検査実地コースは、日常検査から最新のトピックスまで広い知識を得られる場としています。今回は前回のアンケート結果などを参考に、「初心者コース」と「セカンドステップコース」に分けて募集を行いました。受講者の内訳は、「初心者コース」10名、「セカンドステップコース」が43名でした。プログラムは、東海大学医学部リハビリテーション科の正門由久教授による90分間の講義、その後4時間を実習に当てるという内容でした。正門先生の講義は、神経伝導検査全般に渡り、マニュアル通りの検査に限らず、臨床を見据えて検査を行うことが必要かつ大切であることを教えられる内容でした。さらに、活発な質疑もあり予定時間を超過するなど聴講者の意気込みが感じられました。

午後からの「セカンドステップコース」の実習では、絞扼性神経障害（国際医療センター戸山病院 植松明和）、Uncommon study（大隈病院 山内孝治）、F波・H反射・反復刺激検査（北里大学病院 河島江美）、顔面神経・瞬目反射検査（丘整形外科 斎藤恵美子）より、希望するコースに自由に参加できるようにしました。当初は、一部のコースに集中する可能性も懸念されましたが、うまく分散していたようです。また、「初心者コース」（市川市リハビリテーション病院 高橋 修）については、集中的に実技が行えるよ

うに配慮しました。

神経伝導検査実地コース終了後のアンケート調査では、多くの検査に対する実習を望む意見もありましたが、全般的に分かりやすかったなどの満足感が漂う評価でした。今回の技術講習会は、朝から夕方までの限られた時間内ではありましたが、充実した講習会であったように思われます。そして、今回のアンケート調査によるその他の貴重なご意見については今後の講習会に生かしていく所存です。

神経伝導検査実地コースは、今後も継続する限り、基礎から応用まで広く学べる技術講習会として、講演やハンズオンセミナー、実技講習などを盛り込んでいきたいと考えております。神経伝導検査の世界を肌で感じ、触れてみたい方、知識・技術的なステップアップを望まれる方の本技術講習会への参加をお待ちしております。

講義 神経伝導検査 セカンドステップ

正門由久 (東海大学医学部リハビリテーション科)

通常のいわゆる routine で行われている神経伝導検査, uncommon な神経伝導検査, 絞扼性神経障害 (特に手根管症候群における検査の進め方), 長潜時反応 (F 波・H 反射など), 顔面神経伝導検査と blink reflex (瞬目反射), 反復刺激検査について述べた。

1. 神経生理学検査の実際

針筋電図検査, 神経伝導検査においては, routine はなく, 症状や所見によって, 施行すべき検査および神経, 記録すべき部位, 筋は異なってくる。つまり症状によって, 行うべき検査が異なるのは当然である。それは患者の症状が異なるからである。routine 検査だけでは通常, 詳細な診断や評価はできない。それゆえに臨床症状から常に鑑別診断を考えながら, 検査を施行していくことが大切である。

たとえば, 上肢の正中神経伝導検査 (運動) では, 通常短母指外転筋から記録することが多いが, 虫様筋から活動電位を記録することによっても, 正中神経の伝導検査が施行できる。同様のことは尺骨神経でも, 第一背側骨間筋などから記録することで, 伝導検査が施行できることとなり, 記録する筋肉や神経は, それぞれの場合や目的に応じて, 選択することが必要である。

Uncommon study と呼ばれる検査は, いわゆる通常の検査では行われていないという意味であるが, 多くは施行すれば, それにより情報が得られることになり, 結果の信頼性も増すことになる。それらは感覚神経伝導検査であることが多いが, 上肢ばかりでなく下肢でも施行すれば, 診断, 評価の根拠となる。それゆえに, 通常検査ばかりでなく普段から uncommon study を行っておくこと, つまり手技に慣れておくことが重要である。たとえば, 前腕内側皮神経は, 通常腕神経叢で分岐し, 前腕の内側を支配している。腕神経叢の病変では, 消失することもあるが, 通常の頸椎の病変では反応が得られる。前腕内側から, 小指にかけてしびれる患者は多いが, 頸椎症の場合には, 内側前腕皮神経の活動電位が導出できる。一方, 腕神経叢で下部神経幹が障害されるような場合 (胸郭出口症候群など) では, 内側前腕皮神経の活動電位が消失する。

下肢の伝導検査では, まず上肢と同様に, 施行すべき検査および神経, 記録すべき部位, 筋は異なってくる。総腓骨神経麻痺の場合, 神経伝導検査は, 通常短趾伸筋を pick up 部位とし, 足関節部, 腓骨頭下, 腓骨頭上の電気刺激によって行う。腓骨頭を挟んで伝導ブロックが明らかにされれば, 腓骨頭部での腓骨神経麻痺がほぼ確定的である。しかし, その方法で異常が得られない場合, 前脛骨筋の筋力低下が明らかならば, 前脛骨筋を記録すべき筋として腓骨頭上下で刺激を行い, 伝導ブロックあるいは時間的分散があるかどうかを確認する方法が有用である。下垂足であれば, 前脛骨筋からの活動電位を記録することが, 必須の方法である。また下肢の感覚神経の Uncommon study も上述したように有用である。

2. 手根管症候群: Carpal tunnel syndrome (CTS) の評価

臨床的に CTS が疑われる症例では, 通常

- a. 手首及び肘刺激での正中神経の運動神経伝導検査
 - b. 手首～指間の正中神経感覚神経伝導検査順行性または逆行性
- である。

もしこれらで手首以遠の伝導遅延が示された場合には同一肢の他の神経の伝導検査 (通常尺骨神経) が行われる。しかしながら, これらでは, 感受性が十分でない。そのような場合には, 以下の比較法が用いられ

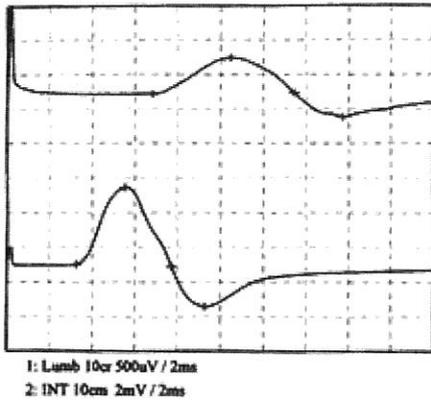


図1 48歳 女性 手根管症候群
正中神経（第2虫様筋）一尺骨神経（第1掌側骨間筋）
運動遠位潜時比較（2L-INT法）記録電極から10cm手
関節部で刺激。図上 正中神経を刺激し、第2虫様筋で記
録。遠位潜時6.8msec。図下 尺骨神経を刺激し、骨間
筋で記録。遠位潜時3.3msec。

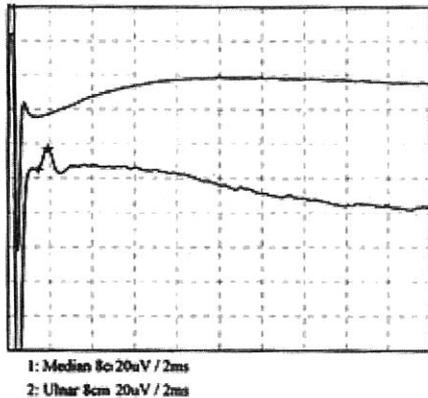


図2 48歳 女性 手根管症候群
手根部をはさむ7~8cmの同一距離での正中神経と尺骨
神経の混合神経伝導検査の比較混合神経を刺激し、手関
節部で記録（順行性）。図上 正中神経を刺激したもの、
反応得られず。図下 尺骨神経を刺激し、記録。潜時1.4
msec 12.4μV（baseline to peak）。

ている。

1. 環指～手首間感覚神経伝導の正中一尺骨比較
2. 母指～手首間感覚神経伝導の正中一攏骨比較
3. 正中神経（第2虫様筋）一尺骨神経（第1掌側骨間筋）運動遠位潜時比較（2L-INT法）（図1）
4. 手根部をはさむ7~8cmの同一距離での正中神経と尺骨神経の混合神経伝導検査の比較（図2）
5. 正中神経の手首一手掌間の感覚ないし混合神経伝導を、前腕部ないし手掌以遠の伝導と比較

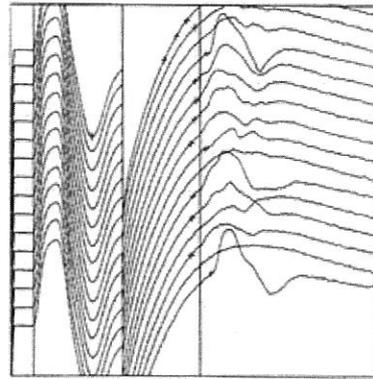


図3 38歳 男性、手のしびれ、尺骨神経F波（小指外転筋で記録）
最小潜時25.8msec 出現率。異常は明らかにはない。

などが行われている。これらにより診断率が増すと報告されており、症例によっては施行する価値がある。

3. 長潜時反応

F波は、末梢運動神経を最大上刺激し得られる後期応答である（図3）。通常M波の1-5%の大きさで、活動電位が運動神経を逆行性に前角細胞に達し、backfireして再び前角細胞から運動神経を下行性に伝播してきたものである。それゆえに脊髓運動ニューロンの機能や、近位部の運動神経の伝導などを評価できる。

その計測項目として潜時（最短潜時）、振幅、出現頻度、潜時のばらつき、F/M比などがある。F波は、Guillain-Barré症候群などの疾患においてその診断に有用である。

ほかにもH反射を記録することで、近位部での伝導障害を検出することができる。

4. 顔面神経、blink reflex

顔面神経の伝導検査は、顔面神経麻痺の機能予後のために有用である。通常は、左右の筋からそれぞれ記録し、その振幅、潜時を比較する。振幅の左右差が大きく、反応がほとんどない場合には予後が悪い。つまり軸索変性の程度が重度であれば、予後が悪い。

Blink reflexは瞬目反射と呼ばれ、三叉神経第一枝の電気刺激あるいは眉間の叩打刺激によって眼輪筋から誘発されるものである。

通常は、両側の眼輪筋に記録電極を置き、一側の三叉神経第一枝を電気刺激することによって、約10

msec の潜時で刺激側のみに R1 が導出され、約 30 msec の潜時で両側に R2 が導出される。

つまり求心路は三叉神経であり、遠心路が頑迷神経である。R1 は oligosynaptic な脳幹を介した反応、R2 は、延髄まで下行し、両側の顔面神経核へいたる反応であると考えられている。障害部位によって R1, R2 それぞれが遅れたり、また反応が消失したりする。

5. 反復刺激検査

神経筋接合部の機能を調べる検査である。特に、筋力低下が存在し、変動がある患者に通常行う。検査としては、神経を最大上刺激し、得られる反応の振幅あるいは面積を計測する。通常 2-3 Hz で刺激し記録する。対象となる筋肉としては、小指外転筋、僧帽筋、眼輪筋などの顔面筋である。重症筋無力症では、近位筋や顔面筋での異常の検出率が高いため、よく用いられる。

重症筋無力症では、2-3 Hz の刺激頻度で 10 回ほど刺激すると、第 4-5 番目の反応で振幅などは最小となる（減衰反応）。最小反応が、第 1 の反応に比べて 10% 以上低下している際に陽性とする。30 秒程度の運動を行わせ、すぐに反復刺激を行うと、減衰反応の

減少（促通）が起こる。しかし、その後 2-3 分後に再び反復刺激を行うと、より高度の減衰反応が得られる。

Lambert-Eaton 症候群では、シナプス前末端からの Ach 放出の障害がある。単発刺激で誘発される反応が極めて小さい。2-3 Hz の刺激頻度で 10 回ほど刺激すると、第 4-5 番目の反応で振幅などは最小となる（減衰反応がみられる）。30 秒程度の運動を行わせると、シナプス前週末からの Ach 放出が増強され、反復刺激による反応に振幅の増加がみられる。しかし、その後 2-3 分後に再び反復刺激を行うと、より高度の減衰反応が得られる。

反復刺激では、体温の影響、動き、刺激強度などに注意しなければならない。体温が低いと減衰反応が少なく、診断できないことになる。動きによるアーチファクトでは、筋収縮に伴って、誘発電位の波形が変動する、刺激電極が神経直上からずれてしまうばあいには、刺激の強さが一定でも刺激効果が減弱し、波形が変化する。それゆえに検査部位は十分に固定して、筋収縮に伴う動きを最小限にする必要がある。また刺激強度の最大上の十分に上の刺激強度を用いるべきであろう。