

1. 全体的スコープ

C. 臨床神経生理学的検査の未来： 認定制度の発足に向けて*

● 飛松省三**

Key Words : neurophysiological examinations, EEG, EMG, board certified system, doctor's fee

はじめに

日本臨床神経生理学会(以下, “本学会”)の会員は, 臨床神経生理学的検査(脳波, 神経伝導速度検査, 針筋電図, 誘発電位, 脳磁図, 機能的MRI, 近赤外線光トポグラフィーなど)により, 末梢・中枢神経系の機能および病態生理を研究している。本学会は, 神経内科, 精神神経科, 脳外科, 小児科, 整形外科, リハビリテーション科などの臨床医, 基礎系の生理学者, 非医学系(心理学, 教育学, 工学など)の研究者, 臨床検査技師などのコメディカルから構成されている。本学会では国民の専門志向が高まるなか, 認定制度検討委員会(委員長: 加藤元博九州大学名誉教授)を設け, 構成員の種々の立場からその必要性やあり方に関して慎重に討議を続けてきた。その結果, 2003年10月の本学会総会で認定制度を導入することが正式に承認された。それを受けて認定制度を円滑に導入し, 運営する目的であらたに認定委員会(委員長: 飛松省三)が組織された。認定委員会では, 種々の検討を加え, 認定制度の基本理念(表1)とその骨格を決めた¹⁾。その上で2006年1月から2月末まで, 移行措置による

認定制度の第1回申請を受け付けた²⁾。この認定制度に関する会員からのQ&Aは学会ホームページ(<http://square.umin.ac.jp/JSCN/>)上に詳しく掲載されているので, 参照されたい。

臨床神経生理学会認定制度の基本理念を表1に示す¹⁾。この制度は国民の専門志向が強まるなか, 脳波および筋電図・神経伝導検査の認定制度がないことに対する強い危機感から導入されたものである。また, 最近の脳画像診断法の画期的な進歩に隠れて, 臨床神経生理学的検査法の価値が過小評価されているように思われるので, 本制度により, 臨床神経生理検査および研究について質の保証と水準の向上を図ることを目指すものである。

本学会の構成員の背景が多岐にわたるため, 認定医と認定技術師に分けて認定することになった¹⁾。認定医は医師の資格をもたなければならないが, 認定技術師は, 臨床検査技師などのコメディカルのみならず非医学系の研究者, 技術者も含まれる。そのため, 「神経学的補助検査(診断目的の患者検査)および研究のために臨床神経生理検査に従事する者が, 基本的に重要な知識と技術を有していることを認定する」方針とした。すなわち, 認定技術師が検査所見を書き, 診断を下すことは, 医師法との関係もあり認めていない。さらに, 専門性が異なるため, 脳波分野と筋電図・神経伝導分野に分けて認定すること

* 1. General scope. C. Future of clinical neurophysiological examinations : A new era of the board certified system.

** Shozo TOBIMATSU, M.D.: 九州大学大学院医学研究院脳神経病研究施設臨床神経生理[〒812-8582 福岡県福岡市東区馬出3-1-1]; Department of Clinical Neurophysiology, Neurological Institute, Faculty of Medicine, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-8582, Japan.

表 1 日本臨床神経生理学会認定制度の基本理念

今日、国民の専門志向が強まり、学会認定制度が整備されているにもかかわらず、脳波および筋電図・神経伝導検査の認定制度はない。このために本制度を導入し、臨床神経生理検査および研究について質の保証と水準の向上を図るとともに、日本臨床神経生理学会の活性化を目指す。

方針：

1. 神経学的補助検査(診断目的の患者検査)および研究のために臨床神経生理検査に従事する者が、基本的に重要な知識と技術を有していることを認定する。
2. 認定医制度と認定技術師制度に分ける。
3. それぞれの制度において、脳波分野と筋電図・神経伝導分野に分ける。
4. 書類審査と試験により認定を行う。
5. 本学会認定委員会が審査を行い、理事会が決定する。
6. 認定の有効期間は5年間とする。
7. 認定の更新は書類審査とする。
8. 高度水準の専門性を認定する「専門医(仮称)」,「専門技術師(仮称)」の制度については、今後検討を行う。
9. 認定技術師に関しては、診療の補助行為としての検査資格を認定するものではなく、基本的に重要な知識と技術を有することを認定する。
10. 誘発電位に関しては、今後の検討課題とする。

になった。誘発電位に関しては、脳波あるいは筋電図・神経伝導と一部重複することもあり、三つ目の資格とするかどうかは今後の検討課題とした。また、高度水準の専門性を認定する「専門医(仮称)」,「専門技術師(仮称)」の制度については、今後検討を行うことにしている。

認定医制度¹⁾

1. 目的

神経学的補助検査(診断目的の患者検査)としての臨床神経生理検査を実施し、その所見を判読・解釈して臨床的貢献を行う医師について、基本的に重要な知識と技術を有することを本学会が認定し、検査と診断などにおける臨床貢献の質を保証し、かつその水準の向上を目指す。

2. 種類

脳波に関する認定医と、筋電図・神経伝導に関する認定医の2種類に分ける。それぞれ日本臨床神経生理学会認定医(脳波)、日本臨床神経生理学会認定医(筋電図・神経伝導)と称する。

3. 資格

以下の項目のすべてを満たす必要がある。

- (1) 医師の資格を有すること。
- (2) 臨床経験が5年以上(初期臨床研修期間の2年間を含む)あること。
- (3) 申請時点において、継続的に3年間以上の本学会会員歴を有すること。学生会員歴も認め

るが、正会員歴が含まれていること。

(4) 脳波あるいは筋電図・神経伝導の臨床的検査・所見診断に3年間以上(他の検査・診断との兼務期間も含む)従事した経験を有すること。

(5) 本学会主催の学術集会、技術講習会および関連講習会、または関連学会(国際学会を含む)への参加が2回以上あること。

(6) 認定研修施設あるいは認定委員会が認める研究施設における1年以上の研修歴を有すること。

4. 試験

(1) 年1回施行する。

(2) マルチプルチョイス問題あるいは筆記試験を、脳波および筋電図・神経伝導の分野ごとに個別に行う。両分野を同日中に受験することも可とする。

(3) 各分野の検査・診断あるいは研究に必要な神経・筋解剖および発達、生理学、電子・物理学、検査の理論・方法・技術、検査所見の判読およびその解釈に関する基本的知識、検査中の緊急事態に対する対処方法などの知識・技術に関して審査する。

(4) 面接・実技試験も考慮する。

5. 申請書

認定を希望する者は以下の書類を本学会に提出する。

(1) 本学会指定の申込書。

(2) 医師免許証のコピー。

(3) 該当分野における検査・診断あるいは研究の経験に関する医療・研究機関(ただし、移行措置後、認定研修施設が確立された段階ではその責任者)の責任者による証明書。

(4) 学術集会などに参加したことを証明する参加証あるいは抄録などのコピー。

(5) 最近5年間に自分が実際に経験した脳波記録のコピーとその所見のレポート、あるいは筋電図・神経伝導検査などの波形のコピーないしその所見のレポートを5例分提出する。

(6) 有効期間: 5年間とする。

6. 資格更新

資格更新手続きを行い、以下の条件を満たす者は資格を更新できる。更新資格の有効期間は5年間とする(以下、略)。

認定技術師制度¹⁾

1. 目的

神経学的補助検査(診断目的の患者検査)あるいは研究のために臨床神経生理検査を実施する者について、基本的に重要な知識と技術を有することを本学会が認定し、検査あるいは研究の質を保証し、かつその水準の向上を目指す。

2. 種類

脳波に関する認定技術師と、筋電図・神経伝導に関する認定技術師の2種類に分ける。それぞれ日本臨床神経生理学会認定技術師(脳波)、日本臨床神経生理学会認定技術師(筋電図・神経伝導)と称する。

3. 資格

以下の項目のすべてを満たす必要がある。

(1) 臨床検査技師、理学療法士、医師、歯科医師、看護師などの資格を有すること、または4年制以上の大学卒業者で臨床神経生理学分野の研究者であること。

(2) 申請時点において、継続的に3年間以上の本学会会員歴を有すること。学生会員歴も認めるが、正会員歴が含まれていること。

(3) 脳波あるいは筋電図・神経伝導の臨床的検査あるいは研究に3年間以上(他の検査・研究との兼務期間も含む)従事した経験を有すること。

(4) 本学会主催の学術集会あるいは技術講習会

および関連講習会、または関連学会(国際学会を含む)への参加が2回以上あること。ただし、少なくとも1回は本学会主催の学術集会あるいは講習会であること。

4. 試験

(1) 年1回施行する。

(2) マルチプルチョイス問題あるいは筆記試験を、脳波および筋電図・神経伝導の分野ごとに個別に行う。両分野を同日中に受験することも可とする。

(3) 各分野の検査あるいは研究に必要な神経・筋解剖および発達、生理学、電子・物理学、検査の理論・方法・技術、検査所見に関する基礎知識、検査中の緊急事態に対する対処方法などの知識・技術に関して審査する。

(4) 面接・実技試験も考慮する。

5. 申請書

認定を希望する者は以下の書類を本学会に提出する。

(1) 本学会指定の申込書。

(2) 該当する資格の免許証などのコピー。

(3) 該当分野における検査・研究の経験に関する医療・研究機関の責任者による証明書。

(4) 学術集会などに参加したことを証明する参加証あるいは抄録などのコピー。

(5) 最近5年間に自分が実際に記録ないし経験した脳波記録のコピー、あるいは神経伝導検査などの波形のコピーを5例分提出する。

6. 有効期間

5年間とする。

7. 資格更新

資格更新手続きを行い、以下の条件を満たす者は資格を更新できる(以下、略)。

移行措置¹⁾

ただちに試験による認定医、認定技術師制度を始めるのは実際上困難であるため、この制度が施行されてから3年間は移行措置として試験を免除し、書類により認定医および認定技術師の認定審査を行うことにした²⁾。継続的に5年以上の本学会会員歴を有することに加えて、一定の基準を満たしていることを認定の条件とした。これにより、前述の「神経学的補助検査(診断目

的の患者検査)および研究のために臨床神経生理検査に従事する者が、基本的に重要な知識と技術を有していることを認定する」方針を書類審査で評価できるようにした。

1. 認定医

(1)移行措置による認定を申請する者は、上に定めた試験による認定申請者の“資格”の(1)~(5)を満足するとともに、以下の付加条件のうち①②および③あるいは④を満たしていること。

①申請時点において、継続的に5年間以上の本学会会員歴を有すること。

②申請時点からさかのぼって5年以内に本学会主催の学術集会あるいは講習会への出席が3回以上、または本学会主催の学術集会あるいは講習会での筆頭発表者としての発表が1回以上あること。

③最近10年間に脳波あるいは筋電図・神経伝導検査に関する原著論文、総説、著書などが3編以上(うち1編は筆頭著者であることが望ましい)あること。論文の別刷りまたはコピーを1部提出すること。

④最近5年間に自分が実際に経験した脳波記録(10秒程度)のコピーとその所見のレポート、あるいは筋電図・神経伝導検査などの波形のコピーないしその所見のレポートを10例提出すること。

(2)学術集会などに参加したことを証明する参加証あるいは抄録などのコピーを提出すること。

(3)移行措置による認定を希望する者は、移行措置用申請書を提出する。

(4)本学会認定委員会が資格の審査を行い、理事会在決定する。

2. 認定技術師

(1)移行措置による認定を申請する者は、上に定めた試験による認定申請者の“資格”の全項目を満足するとともに、以下の付加条件のうち①②および③あるいは④を満たしていること。

①申請時点において、継続的に5年間以上の本学会会員歴を有すること。

②申請時点からさかのぼって5年以内に本学会主催の学術集会あるいは講習会への出席が3回以上、または本学会主催の学術集会あるいは講習会での筆頭発表者としての発表が1回以上

あること。

③最近10年間に脳波あるいは筋電図・神経伝導検査に関する原著論文、総説、著書などが3編以上(うち1編は筆頭著者であることが望ましい)あること。論文の別刷りまたはコピーを1部提出すること。

④最近5年間に自分が実際に記録ないし経験した脳波(基準電極導出および双極導出それぞれ10秒程度で、脳波記録袋の表書きあるいは校正信号のある1頁目を含む)、または神経伝導検査などの波形のコピーを10例分提出する。

(2)学術集会などに参加したことを証明する参加証あるいは抄録などのコピーを提出すること。

(3)移行措置による認定を希望する者は、移行措置用申請書を提出する。

(4)本学会認定委員会が資格の審査を行い、理事会在決定する。

現時点での問題点と将来の方向性

臨床神経生理学的検査(脳波、神経伝導速度検査、針筋電図、誘発電位、脳磁図、機能的MRI、近赤外線光トポグラフィーなど)は非侵襲的な検査法であり、精神・神経疾患の末梢・中枢神経系の機能および病態生理の検討に有用である。しかしながら、アメリカに比べると電気生理学的検査の保険診療報酬は非常に低く抑えられており、脳磁図や光トポグラフィーには適応制限がなされている。また、事象関連誘発電位は統合失調症や認知症の診断に有用であるのに、保険適応さえ認められていない。さらに、脳波や筋電図などの記録や判読には熟練を要するが、検査料や判断料(ドクターズフィー)はきわめて低く抑えられている。たとえば、脳波検査料は4,000円、判断料は1,400円であるが、脳波記録や判読に携わっている技師、医師にとっては、時間と手間がかかる割には安いというのが本音であろう。本学会が認定制度を導入したことにより、検査に携わる医師、技師などの能力を学会が客観的に評価できるようになった。これにより臨床神経生理学的検査の重要性が再認識され、近い将来、妥当な検査料、判断料が国から認められることを期待する。

誘発電位に関しては、脳波あるいは筋電図・

神経伝導と一部重複することもあり、三つ目の資格とするかどうかは今後の検討課題である。試験制度による認定医、認定技術師では、試験問題の中に誘発電位に関する問題も入れる予定であり、脳波分野あるいは筋電図・神経伝導分野の資格をもつ者は、誘発電位の知識を有することを本学会が保証することになる。

今回、認定制度が導入されたので、次のステップはより専門性の高い専門医、専門技術師制度を検討することになる。高度の専門性を謳うには、本学会が認める認定施設で一定の研修を受けたことが必要になってくるが、その認定施設は現段階では確立されていない。また、本学会の会員は、神経内科、精神神経科、脳外科、小児科、整形外科、リハビリテーション科などの臨床医、基礎系の生理学者、非医学系(心理学、教育学、工学など)の研究者、臨床検査技師などのコメディカルから構成されており、認定施設を含めた専門制度がただちに実現するとは思われないが、認定委員会としては鋭意努力してい

く所存である。

おわりに

日本臨床神経生理学会が新しく導入する認定医、認定技術師について解説した。本制度により臨床神経生理学的検査に携わる医師、技師などの地位の向上に結びつき、ひいては不当に低い保険診療点数の見直しにつながることを切望する。また、認定資格を得ることにより、認定医、認定技術師は検査に対してより重い責任を担うことになるので、医療の質と技術の向上につながるものと期待している。

文 献

- 1) 日本臨床神経生理学会認定制度。基本理念、認定医制度、認定技術師制度。臨床神経生理学 2005; 33(2):(1)-(8).
- 2) 日本臨床神経生理学会。認定医および認定技術師の移行措置による認定の2006年実施について。臨床神経生理学 2005; 33(4):(1)-(8).

* * *

2. 脳波検査

C. 脳波検査報告書の書き方*

● 飛松省三**

Key Words : EEG, report, dominant rhythm, activation methods, reactivity, paroxysmal responses

はじめに

熱心な学部学生が脳波カンファレンスに参加してくれ、以下の感想をメールで送ってきたことがある(文面そのまま掲載)。

昨日は脳波カンファに参加させて頂き、ありがとうございました。実際の判読の様子は、やはり自ら考えられる点で面白かったですし真剣にもなれます。しかし脳波はデジタル情報ではなくアナログ情報である分、脳波の検査用紙に書かれた膨大な量の波形を前に、自分のような初心者にはどこが正常でどこが異常なのか全く分かりませんでした。飛松教授が、「ここなんかどう?」と何度か指摘してくださるうちにすこし着眼点がわかるようになりましたが、次第にありとあらゆる箇所が怪しく感じられるようになり、?が多く残りました。やはり、難しいです。脳波は心電図とも違って正常な波形すら分かりにくいですし、異常波形の出現時間が短すぎなので、何か見落としが無いかドキドキします。今回担当の方が「ここは・・・特になさそうですね。」とおっしゃりつつ先に進むたび、事前

の詳細な検討と判読力の的確さに感嘆の思いでした。やはり飛松教授のもとで毎回鍛錬している方々は違いますね。僕のような小心者は自信がないので、せめて振動数別(α , β , θ , δ 波)に色分けなどコンピューターで処理できれば・・・などと思ってしまいます。出来ればもっと多くの症例を経験してみたいのですが、時間の方が取れにくく、継続して参加というのはできそうになく、残念です。でももし機会があればメールしますのでご迷惑でない範囲で結構ですので参加させてください。そのときはよろしくお願います。(S.F.九州大学医学部医学科3回生)

上記の感想は、おそらく脳波を習い始めた多くの医師が感じることと思われる。したがって、脳波所見報告書を書くにあたっては、脳波を順序だてて判読していく必要がある。筆者が理想とする脳波所見報告書は、第三者が脳波所見を頭の中にすぐに思い描ける(想像できる)ものでなくてはならないということである。なお、先に臨床情報を得ると先入観から、所見に対する解釈の誤りを犯しやすいので、情報を得ずに虚心坦懐で読む必要がある。たとえば、てんかん疑いということで脳波のオーダーがあった場合、少しでも先の尖った波をみると棘波と思いつまむことがよくある。臨床所見は判読後に参考にするという習慣をつけなければならない。

* 2. EEG tests. C. Writing EEG reports.

** Shozo TOBIMATSU, M.D.: 九州大学大学院医学研究院脳神経病研究施設臨床神経生理[☎812-8582 福岡県福岡市東区馬出3-1-1]; Department of Clinical Neurophysiology, Neurological Institute, Faculty of Medicine, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-8582, Japan.

よく使われる表現

脳波には特有な表現があるので、脳波所見報告書を書く上で、それらをよく理解しておく必要がある¹⁾²⁾。

1. 律動, 律動的 (rhythm, rhythmic)

一定の周波数の波が連続して出現すると律動的にみえる。後頭部の α 波や睡眠紡錘波などが代表例である。

2. 活動 (activity)

脳波全誘導に出現するあらゆる種類の脳波背景活動を指す。

3. 覚醒度 (vigilance)

脳波は時々刻々と変化するため、常に覚醒度を考慮しながら読む必要がある。後頭部の α 波の連続性が乏しくなったり、その周波数が遅くなり、振幅が低下すると覚醒度が低いということになる。この時に徐波が出現しても覚醒度が高い時に出現する徐波に比べて病的意義はない。

4. 同期的 vs. 非同期的 (synchronous vs. asynchronous)

徐波や棘徐波結合が左右両半球にほぼ同時に出現する場合、徐波や棘徐波結合が両側同期的に前頭部優位に出現するなど表現する。しかし、このような徐波の非対称性(左右どちらかが振幅が大きい)が明らかな場合、非同期的に出現するという表現を使う。一方、脱同期(desynchronization)は、同期して出てくる α 波が開眼により覚醒度が上がり、視床-皮質間の脱同期により抑制される時などに使う。

5. 間欠的 vs. 持続的 (intermittent vs. continuous (persistent))

徐波が不規則な間隔でバースト状に出現する場合を間欠的といい、前頭部間欠性 δ 活動(frontal intermittent delta activity : FIRDA)がその代表である。ほぼ連続的に出現する場合を持続的と表現し、持続性多形性 δ 活動(persistent polymorphous delta activity : PPDA)がその代表である。間欠的に出現していても、一定の間隔で出る場合は周期的(periodic)という言葉をよく使う。Creutzfeldt-Jakob病の周期性同期性放電(periodic synchronous discharges : PSDs)がその典型で、PSDよりもっと間隔が短くなると反復性repetitive

という表現になる。

6. 反応性 (reactivity)

開眼、音、光、痛み刺激に対する脳波の反応性を指す。反応性がないとそれだけ異常の程度が強いことを意味する。

7. 稀にrare, ときにoccasional, しばしばfrequent

種々の活動の出現頻度を表す。稀に出現する活動は脳波所見用紙に記載しても、脳波異常判定の程度には重きをおかない方が無難である。

8. 低振幅 (low amplitude) < 20 μ V, 中等振幅 (moderate amplitude) 20~80 μ V, 高振幅 (high amplitude) 80 μ V >

振幅には上記のような基準があるので、振幅100~150 μ V程度の δ 波と具体的に記載するのもかまわないが、高振幅の δ 波と書いてもよい。

頭皮上マッピング

徐波や棘波を見出した時には、その頭皮上マッピングを頭に思い描く必要がある。具体的には基準電極導出と双極導出の所見を組み合わせ、電位分布を決めなければならない³⁾⁴⁾。耳朶を基準とする基準電極導出では、左右差、半球性の異常をみつけやすい特徴がある。ただし、側頭葉てんかんでは耳朶の活性化が起こりやすいので、要注意である(図1)。双極導出では、二つの電極間の電位差をみるので、位相逆転(phase reversal)により局在性の異常を見出しやすい利点がある。また、双極導出では、タテ(longitudinal)とヨコ(transverse)の電極配置から電位分布を決めることが可能である(図2)。

どこに目をつければよいか

健常者においても脳波の波形は、被験者の中枢神経系の発達・成熟の程度や意識レベル、覚醒レベル、精神活動の程度などにおける変化により鋭敏に変化する。したがって、安静覚醒閉眼状態における脳波が判定の基本となる。脳波判読は基本的に目でみた波形分析なので、以下の活動に注目して判読すると脳波所見をまとめやすい^{5)~7)}。

1. 優位律動 (dominant rhythm)

脳波の背景活動(background activity)として注

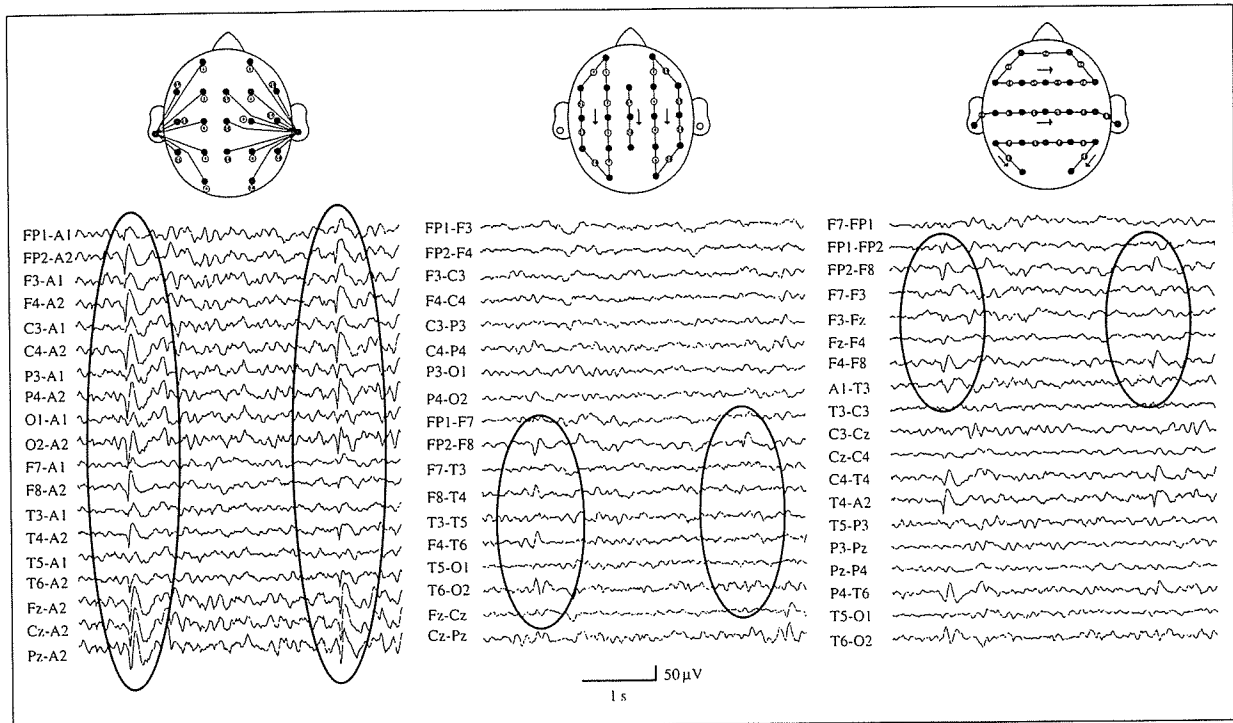


図1 耳朵の活性化

37歳女性の脳波で、臨床診断は側頭葉てんかんである。基準電極導出では右優位に陽性棘波を認めるが(左)、双極導出ではF8で位相逆転があるため、そこに陰性棘波の焦点がある(中)。そこで、注意深く観察すると、基準電極導出ではF8で陽性棘波の振幅がもっとも小さくその前に小さな陰性成分を認める。したがって、右耳朵がF8の陰性棘波により活性化され、その振幅はF8とほぼ同じくらいであると考えられる。モニターを変えてもF8に陰性棘波があることがわかる(右)。(文献²⁾より引用)

目しななければならないのは、優位律動(dominant rhythm)と混入する徐波と速波である。優位律動とは、脳波のすべての背景活動を構成する各種の周波数成分のうち、いちばん時間的に多く出現している周波数成分のことである。人によっては基礎律動ともいう。健康成人の安静覚醒閉眼時では、通常後頭部優位に出現するα波が優位律動となる。その周波数(Hz)、振幅(μV)、分布、左右差の有無、出現量、刺激(開閉眼)や各種賦活法による変動性を注意深く観察しなければならない。基準電極導出でのO1, O2のチャンネルを中心に、振幅、周波数、左右差、modulation(waning & waxing)、organizationをチェックする。この際、閉眼状態で覚醒度が高いと考えられる頁での優位律動をチェックしなければならない。1頁目でα波がみられない場合は、病的な意識障害が正常であれば、うとうと状態(drowsy state)になっているので開閉眼をさせた頁を参考にする。優位律動は脳機能、とくに大脳皮質の機能を表すのできちんと評価しなければならない

い。α波の周波数が遅いことは脳機能低下を示唆する。正常人でも右後頭部のα波が左よりも振幅が大きい傾向にあるが、振幅の左右差が50%以上あれば病的である。また、優位律動は数%の人でα波に乏しい低振幅速波パターンを呈することがある。次に、双極導出で優位律動の電位分布を検討する。基準電極導出では耳朵の活性化が起こることがあり、そのため、基準電極導出でびまん性にα波が認められることがある(図3-左)。Diffuse αという表現は、双極導出で分布に広がりがないかぎり極力さげなければならない。正常人での分布は、側頭部ではT5, T6, 頭頂部ではP3, P4までである(図3-右)。T3, T4, C3, C4まで分布が広がっていると脳機能低下が示唆される。

正常成人(25~65歳)では9~11 Hzのα波が後頭部優位に出現し、開眼、光、音刺激などで抑制される。周波数の変動は1 Hz以内で、それを超すと不規則で非律動的にみえる。この時organization(組織化)が不良という。また、脳波記録

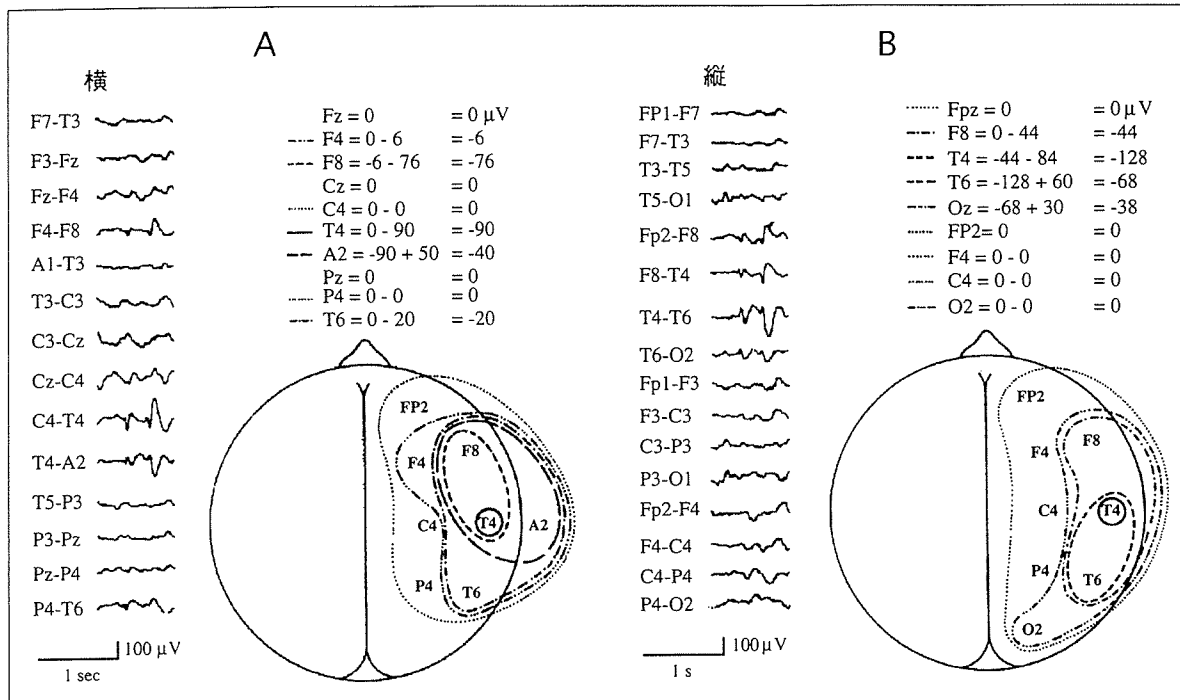


図2 鋭波の等電位マップ

横方向の双極導出で記録された鋭波(A)と同時期に縦方向の双極導出で記録されたもの(B)を示す。各脳波記録の右にあるのは各電極の電位を基に計算した等電位マップである。この鋭波はT4で最高電位であることがわかる。(文献³⁾より引用)

開始の部分から徐波が多い時には、開眼や音刺激を繰り返して覚醒度を上げた状態でもα波の出現が悪く、徐波が出ることを確認する必要がある。

2. 背景活動(background activity)

優位律動以外に混入する徐波と速波がないかどうかをチェックする。正常ではdrowsyにならない限りθ, δ波は出現しない。ただし、加齢の影響で側頭部にθ波が10%程度出現することは許容範囲である。前頭部には低振幅のβ波が出現することがある。

徐波あるいは棘波がある時はその分布が両側性か半球性か局所性かを基準電極導出で大まかにつかんだ後、双極導出でその分布を検討する(図1, 4)。脳波所見は導出方法にかかわらず一致するという原則を念頭におかなければならない。徐波の場合、周波数が遅くなればなるほど、また、振幅が大きくなればなるほど病的意義は高い。当然認められるべき波形が認められない場合と、認められないはずのδ波や高振幅速波などがほぼ持続的に認められる場合も異常である。もし、そうした異常が限局性ならば、その

局在部位に器質的異常が存在する。

3. 脳波の反応性

a. 開閉眼

開眼により優位律動(α波)は抑制される(α-blocking)。これは、視床-皮質反響回路間の脱同期による。一側で開眼によるα波の抑制が欠如する場合(Bancaud現象)はその半球の機能異常が示唆される。徐波が出現している場合はその反応性をみななければならない。反応性が低いとそれだけ病的意義が高いと判断される(図5)。

b. 光刺激

視覚誘発反応による光駆動(photoc driving)が起こる。正常人でも背景活動の抑制だけで光駆動が出現しないことはよくみられる。一側で光駆動が欠如する場合はその半球の機能異常が示唆される。光過敏性がある場合は光突発反応(photoparoxysmal response)が出現する。眼瞼のみが収縮する光筋原反応(photomyogenic response)は病的意義はない。開眼と同様に、徐波が出現している場合はその反応性を検討する。反応性が低いとそれだけ病的意義が高いと判断される(図5)。

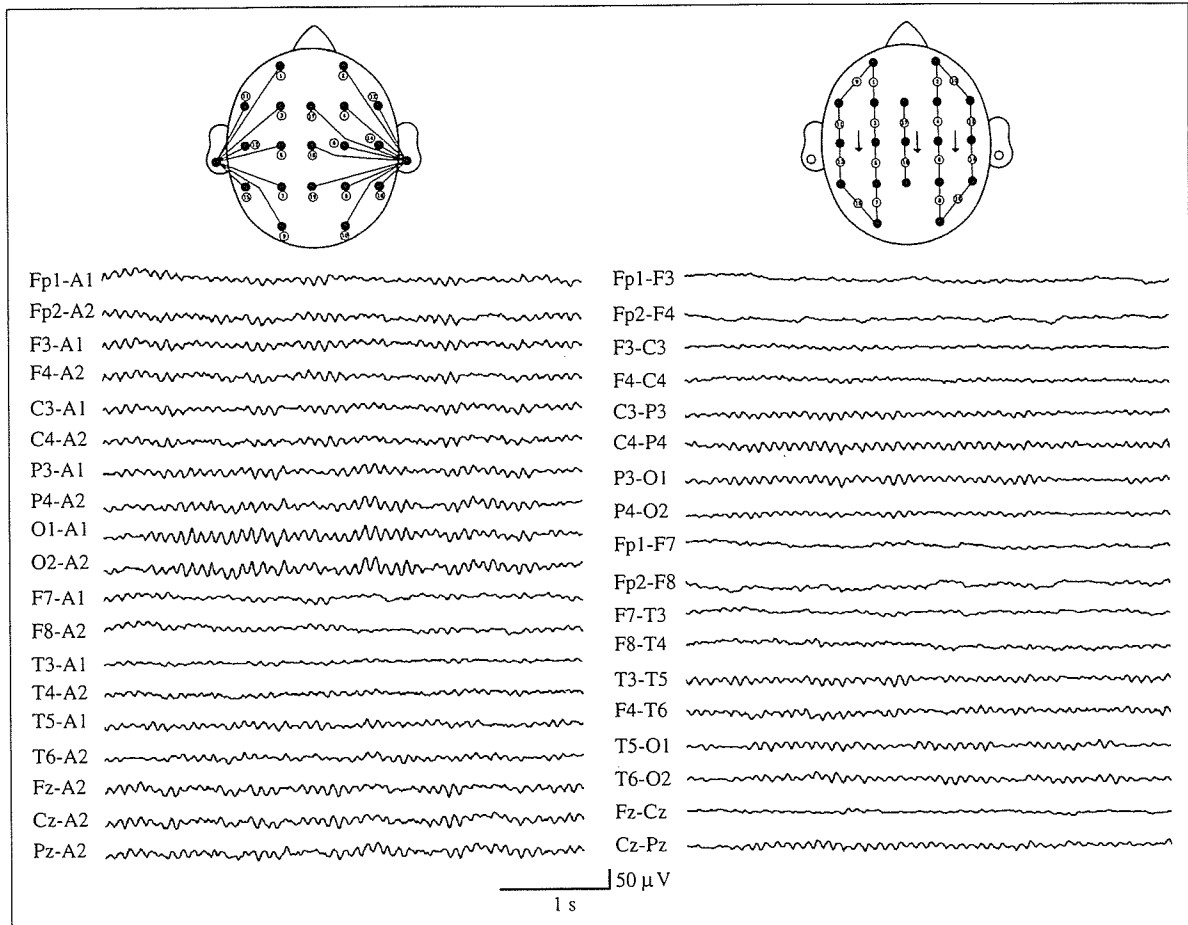


図3 優位律動の頭皮上分布

基準電極導出では α 波が後頭部優位ながらもびまん性に出現している(左)。しかし、双極導出では、側頭部ではT5, T6, 頭頂部ではP3, P4までの広がりしかない(右)。つまり、基準電極導出では耳朵の活性化により α 波が前頭部まで広がっているように見える。(文献²⁾より引用)

c. 過呼吸

呼吸性アルカローシスにより脳血管が収縮し、徐波化(build up)が起こる。成人では小児に比べbuild upは目立たず、徐波化してもだいたい1分以内に元の背景活動レベルに戻る。遷延するときは脳機能低下があると考えてよい。モヤモヤ病では、いったん背景活動が元のレベルに戻った後に再度徐波化(re-build up)が起こる。

d. 睡眠賦活

突発波が賦活されやすくなる。覚醒脳波で突発波が記録できない時は睡眠脳波を記録する。

e. 音、痛み刺激

意識障害、脳死の時には必ず行わなければならない。重篤な意識障害では背景活動に変化がみられない。

4. 突発波(paroxysmal waves)

突発波とは、背景活動に含まれる α 波などと

は、形、周波数、振幅などの点で区別される一過性の波形で、棘波(spike)、鋭波(sharp wave)やそれに徐波を伴う棘徐波結合(spike and wave)、鋭徐波結合、多棘徐波結合、徐波のバースト(burst)などいろいろなパターンがある。突発波が脳波上に認められれば、逆に臨床的に発作症状(てんかん、意識減損)が観察される可能性が高い(epileptiform activity)ことがわかる。突発波は被検者が実際に臨床発作を起こしていないときにも認められる。

てんかん発作波と間違いやすい活動、すなわち、偽性てんかん発作波pseudo-epileptiform patternとしては以下の活動があげられる⁸⁾⁹⁾。小鋭棘波(small sharp spikes: SSS)、14 & 6Hz陽性棘波(14 & 6 Hz positive spikes)、6Hz棘徐波結合(6 Hz spike and wave)、律動性中側頭部放電(rhythmic mid-temporal discharges)、ブリー

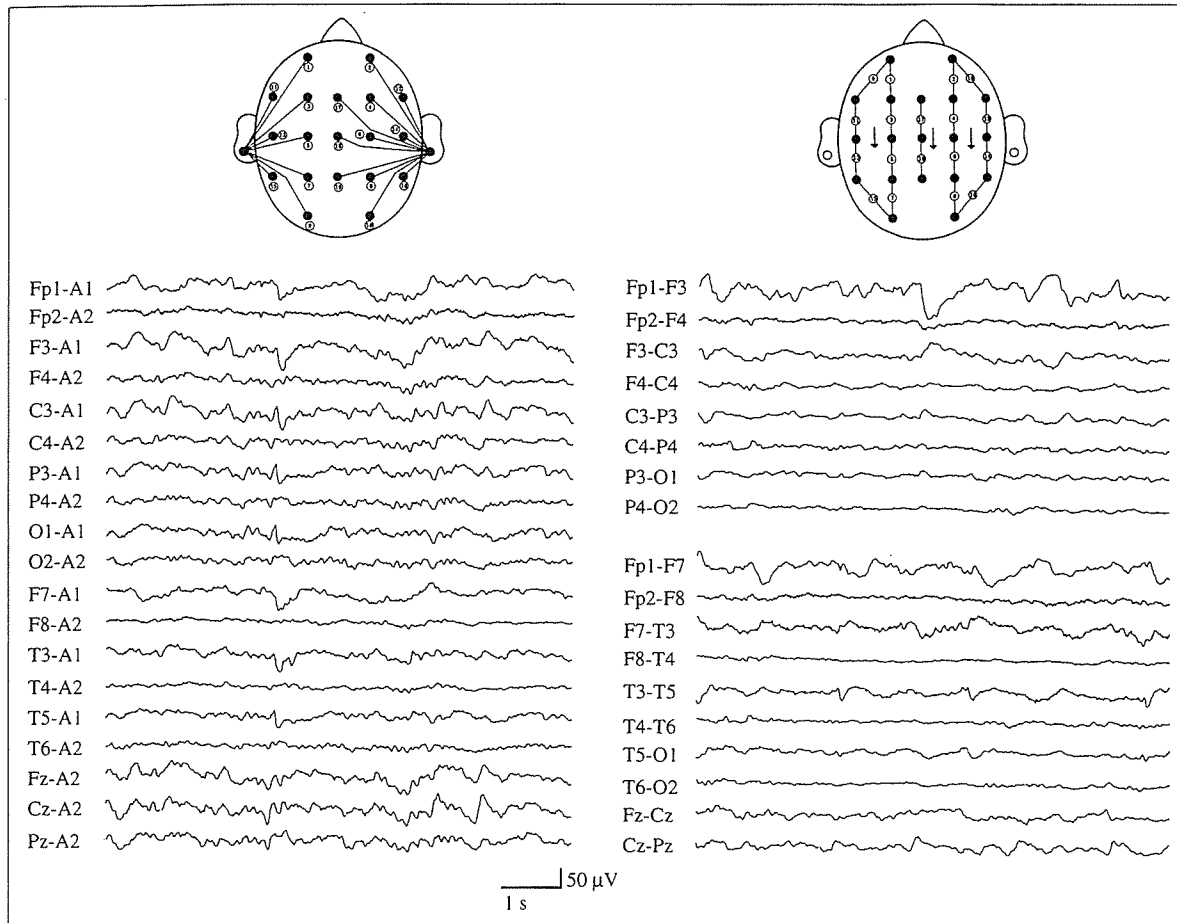


図4 局所性徐波

64歳男性の脳波で、左頭部外傷によるてんかんがある。基準電極導出(左)では左前頭側頭部に高振幅の不規則δ活動がみられる。双極導出(右)ではF3, F7で位相逆転がみられ、基準電極導出の所見と一致する。また、双極導出では鋭波がT3に認められるが、基準電極導出ではその局在性は不明である。(文献⁶⁾より引用)

チリズム (breach rhythm), 成人潜在性律動性脳波発射 [subclinical rhythmic electrographic (theta) discharges of adults : SREDA], ウィケット棘波 (wicket spikes), 後頭部陽性鋭一過波 (positive occipital sharp transients of sleep : POSTS). いずれも正常人でも出現するので、病的意義はないと考えられている⁸⁾.

かなり特徴的な脳波所見, ①薬物速波, ②FIRDA, ③PPDA, ④周期性一側性てんかん波発射 (periodic lateralized epileptiform discharges : PLEDs), ⑤PSDs, ⑥亜急性全硬化性脳炎 (subacute sclerosing panencephalitis : SSPE), ⑦三相波 (triphasic waves), ⑧バースト・サプレッションパターン (burst suppression pattern), ⑨α昏睡, ⑩平坦脳波 (electrocerebral inactivity) なども頭に入れておく必要がある⁹⁾.

よくみられる異常脳波所見とその臨床的意義

異常脳波というのは正常では出現しない波形の脳波はもちろん、波形は正常でも出現が異常であるようなものも含まれる。また、安静時には異常が認められなくても、睡眠や過呼吸あるいは閃光のような刺激によって引き起こされ、潜在的な異常が見出されることもある。優位律動の周波数、徐波の混入の程度を知ることにより脳の基本的な機能水準を推測することが可能である。優位律動の徐波化、徐波の混入の増大は大脳皮質の機能低下を示唆する。

1. 優位律動の徐波化 (slow dominant rhythm)
両側性なら軽度～中等度の脳機能低下、一側性ならその半球の機能低下が示唆される。
2. 優位律動の消失 (lack of dominant rhythm)

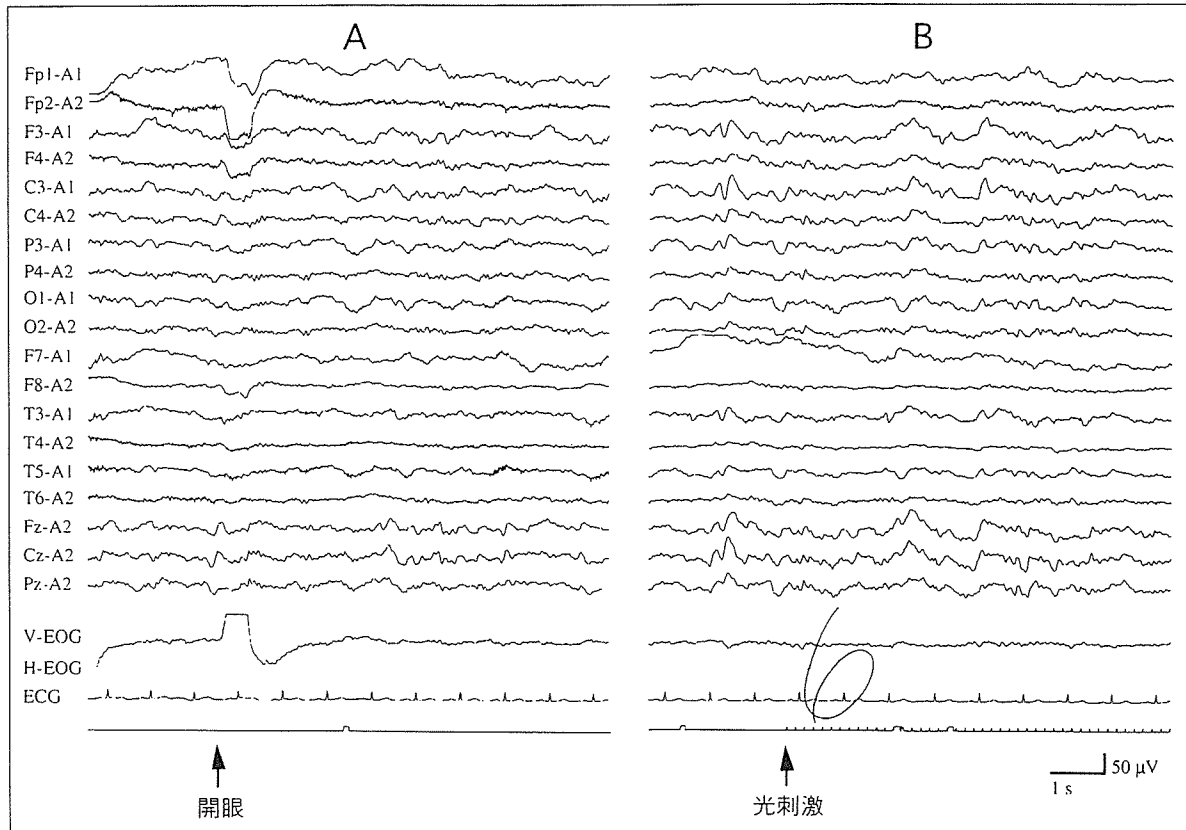


図5 局所性徐波の反応性

図4と同じ症例の脳波で、左前側頭部の徐波(PPDA)は開眼(A)および光刺激(B)に対する反応性が悪く、抑制されない。(文献⁶⁾より引用)

両側性なら中等度～高度の脳機能低下、一側性ならその半球の中等度～高度の機能低下が示唆される。

3. 背景活動の徐波化(diffuse background slowing)

周波数が遅くなればなるほど、その振幅が大きくなるほど異常の程度が強くなる。たとえば、中等振幅の6 Hz θ 波より高振幅の2 Hz δ 波の方がより異常の程度が強いと考えられる。開眼、音、光、痛み刺激に対する反応性がないとそれだけ異常の程度が強くなる。

脳波所見の書き方

優位律動を含む背景活動の所見を書かなければならない。その後、光刺激、過呼吸による変化、発作波の出現の有無を記載する。徐波や棘波をみた時は等電位マップを頭に描いてみる。最後に異常の程度を判定する。脳波所見から病態生理の鑑別診断を行った後に臨床所見と対比する⁵⁾⁹⁾。

1. 軽度異常(mildly abnormal)

背景脳波または優位律動が軽度に異常である場合をいう。健康人でもこのくらいの異常は20%くらいにあり得る。

2. 中等度異常(moderately abnormal)

軽度または高度異常を除いた異常脳波である。脳波所見と臨床的相関が明らかに認められる。

3. 高度異常(markedly abnormal)

正常の背景脳波または優位律動がまったくみられないか、著明な異常波がある場合をいう。

脳波所見のサンプル

筆者が書いた所見を下記に示す⁹⁾。実際には、図6に示す脳波検査報告書に書き込むことになる。読者が脳波所見を頭の中にすぐに思い描ければ(想像できれば)、幸いである。

1. サンプル1(64歳, 男性)

背景活動：優位律動は8～9 Hzの中等振幅の α 波で、左の方が右に比べて出現は不良である。開眼により抑制されるがmodulationやorganization

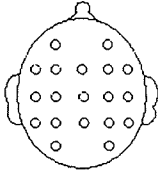
脳波番号	脳波検査報告書		九州大学医学部附属病院 検査部 脳波室 (内線 5762)
検査日			主治医
氏名	男 女	歳	月
検査目的	被検者		
診断名	の状態		
画像所見	意識状態		
投薬	Epilepsy		
前回脳波番号	Psychotic episodes		
病歴、現症			
賦活：閃光 過呼吸（強・中・弱・無） 誘発睡眠（薬剤 量） 特殊記録法（ ）			
検査時の状態 覚醒・傾眠（強・弱）・睡眠・意識障害（軽・中・重）、協力（良・不良）、了解（良・不良） 不随意運動（なし・振せん・ミクロス・ジスキミア・チック） その他（ ）			
1. 背景活動：覚醒（正常・異常）			
1) 優位律動：有（ ） Hz			
無			
振幅（低・中・高）			
左右差（－・＋）			
分布（ ～ ）			
開眼：α抑制（＋・－）			
その他の成分：			
2) 背景徐波：（異常量・正常量）			
周波数（ ） Hz			
左右差（－・＋）			
3) 傾眠・睡眠（－・＋）（自然・誘発）			
stage（V-wave・spindle）			
左右差（－・＋）			
2. 非突発性異常……………（－・＋）			
（全般・半球・限局）			
間歇性律動性徐波、間歇性非律動性徐波			
持続性徐波、その他			
3. 突発性異常……………（－・＋）			
（全般・半球・限局）			
鋭波、棘波、棘徐波複合、徐波バースト			
その他			
4. 賦活……………（正常・異常）			
過呼吸：徐波化（－・＋）			
回復（良・不良）			
異常波の誘発・増強（－・＋）			
光刺激：driving（－・＋）			
asymmetry（－・＋）			
異常波の誘発・増強（－・＋）			
5. 判定：コメント（臨床との相関）			

図6 脳波検査申込用紙と報告書

は不良である。中側頭部～中心部まで分布しており、正常よりも広い。左前側頭部にPPDAを認める(図4)。

光刺激：光駆動はないが優位律動は抑制され

る。PPDAは抑制されない(図5)。記録の10%程度に睡眠脳波がみられ、頭蓋頂鋭波および紡錘波が出現することから睡眠2期である。

過呼吸：明らかな徐波化は認めない。PPDAは

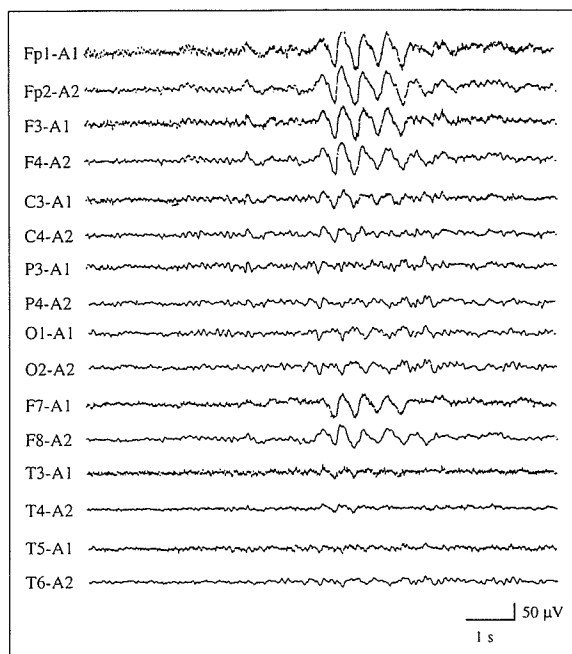


図7 前頭部間欠性律動性 θ 活動
60歳女性で、3日間の意識障害とせん妄状態の病歴がある。一過性の代謝性脳症の回復期にFIRDAを認めた。

増強される傾向を認めた。

突発性異常：しばしば左前側頭部(F7)に鋭波が出現する。

判定：中等度異常覚醒および軽睡眠脳波。

臨床との相関：左半球の機能低下が示唆される。また、左前側頭部に占拠性病変があり、部分発作(二次性全般化)の可能性がある。

2. サンプル2 (60歳, 女性)

背景活動：優位律動は8 Hz前後の中等振幅のslow α 波で明らかな左右差はない。開眼により抑制されるがmodulationやorganizationは不良である。中側頭部～中心部まで分布しており正常よりも広い。5～6 Hzの中等振幅の θ 波が両側びまん性に混入する。ときにFIRDAが出現する(図7)。記録のほとんどは覚醒状態であった。

光刺激：光駆動はないが優位律動は抑制される。FIRDAは抑制される。

過呼吸：明らかな徐波化は認めない。FIRDAは増強される傾向を認めた。

突発性異常：出現はない。

判定：中等度異常覚醒脳波。

臨床との相関：優位律動の徐波化およびFIRDAがときに出現することから、両半球の広汎な機能低下が示唆される。びまん性脳障害(変性疾患, 代謝性, 中毒性)が疑われる。

おわりに

コンピュータ断層撮影法(CT)や磁気共鳴画像(MRI)の発達により、脳の形態異常を画像として捉えるのは容易になってきた。しかし、画像として捉えられることの少ない機能的神経疾患群、とくにてんかんの診断と治療には脳波は欠かせない補助診断法である。また、代謝性脳症、脳死の診断にも有用な検査法である。脳波報告書を書く上で、順序だてた判読を行うことが重要であり、これにより脳波所見と臨床症状との対応を検討できる。

文 献

- 1) Noachtar S, Binnie C, Ebersole J, et al. A glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and proposal for the report form for the EEG findings. *Electroenceph Clin Neurophysiol (Suppl)* 1999; 52: 21-41.
- 2) 飛松省三. 脳波を楽しく読むためのミニガイド(1). *臨床脳波* 2004; 46: 665-73.
- 3) Lesser RP, Lüders H, Dinner DS, et al. An introduction to the basic concepts of polarity and localization. *J Clin Neurophysiol* 1985; 2: 45-61.
- 4) 加藤元博. 脳波判読のpitfalls(I). *臨床脳波* 2001; 43: 454-62.
- 5) 柴崎 浩. 脳波の合理的な判読法. *臨床脳波* 1974; 16: 304-13.
- 6) 飛松省三. 脳波を楽しく読むためのミニガイド(2). *臨床脳波* 2004; 46: 731-42.
- 7) 加藤元博. 脳波判読のpitfalls(II). *臨床脳波* 2001; 43: 524-32.
- 8) Westmoreland BF, Klass DW. Unusual EEG patterns. *J Clin Neurophysiol* 1990; 7: 209-28.
- 9) 飛松省三. 脳波を楽しく読むためのミニガイド(3). *臨床脳波* 2004; 46: 807-20.

7. 誘発電位検査

C. 誘発電位検査報告書の書き方*

● 飛松省三**

Key Words : evoked potentials, report, clinical manifestations, subclinical lesions

はじめに

大脳誘発電位は、末梢感覚神経を刺激することにより感覚経路の少なくとも一次感覚受容野のレベルまでの機能をミリ秒単位で検査できる。この章で取り上げられているパターン反転刺激による視覚誘発電位(VEP)、末梢神経電気刺激による体性感覚誘発電位(SEP)、クリック音刺激による聴覚脳幹誘発電位(BAEPあるいはABR)が臨床応用されている。また、大脳皮質運動野を頭皮上から磁気刺激して、被検筋の筋電図を記録する運動誘発電位(MEP)は錐体路の機能検査としてよく使われているが、これも誘発電位の中に含まれる。

脳波判読には熟練を要するが、アーチファクトのない誘発電位を記録し、その所見を解釈するのも大変な時間と労力が必要である。この章に誘発電位の基本的知識と臨床応用が詳述されているが、説明の都合上繰り返しになる部分があることをご了解いただきたい。

誘発電位の読み方

1. 波形パラメータ

誘発電位は脳波と同じく波形分析が基本であ

る。

a. 極性(polarity)

脳波と同じように、上向きの振れを陰性、下向きの振れを陽性として表示するのが一般的であるが、BAEPは慣習的に上向きの振れが陽性になっている。

b. 潜時(latency)

刺激開始時点(0 ms)を基準に基線(base line)から明らかに浮き立つ波形の頂点(peak)までの時間を測定する。これを頂点潜時(peak latency)と呼ぶ。波形の頂点から次の波形の頂点までの頂点間潜時(interpeak latency : IPL)は、もし波形の頂点が電位発生源の最高興奮時間点に対応するものとみなせば、異なる二つの波の発生源の間を興奮が伝導する時間と考えられる。頂点潜時は被検者の身体要因(たとえば、SEPでは身長)に左右されるが頂点間潜時はあまり影響を受けない。

c. 振幅(amplitude)

波の大きさを表す指標であるが、潜時に比べて個体間での変動が大きく、正常範囲の設定や異常値の判定には工夫を要する。頂点振幅は基線から頂点までの大きさで、頂点間振幅は隣り合った波同士の頂点間振幅となる

2. 再現性

再現性(reproducibility)はデータの信頼性の一つの判断材料である。誘発電位は振幅が微弱な

* 7. Measuring evoked potentials. C. Writing clinical evoked potential reports.

** Shozo TOBIMATSU, M.D.: 九州大学大学院医学研究院脳神経病研究施設臨床神経生理学部門〔〒812-8582 福岡県福岡市東区馬出3-1-1〕; Department of Clinical Neurophysiology, Neurological Institute, Faculty of Medicine, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-8582, Japan.

ため、少なくとも同じ波形が2回以上記録されること(再現性)を示す必要がある。そのためには、波形を重ね書き(superimpose)して、表示しなければならない。

3. 正常値の設定

刺激条件のみならず、被検者の年齢、性差、身体条件差、検査機器の相違があり、また、検査室や研究者によっても標準値の設定法や設定値が必ずしも一致しない。日本臨床神経生理学¹⁾、アメリカ脳波学会²⁾、国際臨床神経生理学³⁾からの測定指針が発表されているので、参考にしていただきたい。また、一つの施設でルーチン検査として使われているVEP, BAEP (ABR), SEP, MEPのすべての正常値を得ることは実際的には無理である。一つの方法として、標準的な方法で記録している文献の方法に準拠して、10名ほど誘発電位を記録し、もしその値が報告されたものとほぼ同等であれば、その文献の正常値を参考にしてもかまわないと筆者は考えている。

4. 異常の判定

正常人で100%安定して記録される波形を分析対象とする。頂点潜時あるいは頂点間潜時が正常人のデータより2.5標準偏差(S.D.)あるいは3 S.D.を超えている場合には異常と判定してかまわない。2 S.D.でもよいが、擬陽性(false positive)所見を少なくするためには少し厳しい基準の方がよいと思われる。振幅は個体間での変動が大きいので、波形がまったく消失しているかあるいは左右差が50%以上ある場合に異常と判定する。

5. 申し込み用紙

脳波の場合、先に臨床情報を得ると先入観から所見に対する解釈の誤りを犯しやすいと筆者は考えている。しかし、誘発電位の場合は臨床的所見を確認するため、あるいは臨床的に明らかでない病変(潜在性病変, subclinal lesion)を検索するので、できるだけ詳しい臨床情報を得た方がよいと考えている。表1~4に当科で使っている各誘発電位の申し込み用紙と記入例を示す。

視覚誘発電位の所見の書き方

網膜電図(ERG)に関しては、神経内科領域でルーチン検査ではないので割愛する。いうまで

表1 VEP申込用紙

申込日 H15年 3月24日					
氏名		年齢	68	生年月日	
性別	女	身長	146	主治医名	
患者番号NM					
診断		Cervical myelitis (MS susp)			
神経学的所見	視力	右	n	左	n
	視野(中心暗点, 半盲)	右	n	左	n
	眼底(視神経萎縮, 耳側蒼白)	右	n	左	n
	色覚(石原式)	右		左	
	Marcus Gunn瞳孔	右		左	
	その他の参考所見	右		左	
検査目的	r/o OS-MS				
検査結果	脳MRI	脳MRIは正常だが, cervical MRIで延髄直下からC5/6, Th1~4 levelにT2 high lesionあり			

表2 ABR申込用紙

申込日 H15年 6月19日					
氏名		年齢	33	生年月日	
性別	女	身長	157	主治医名	
患者番号NM					
診断		MS susp			
神経学的所見	聴力	右	正常	左	正常
	眼振	⊕	注視性眼振	-	
	小脳失調	⊕	diadochokinesis poor	-	
	その他の参考所見				
検査目的	脳幹の病変検索のため				
検査結果	純音聴力検査	右		左	
	脳MRI	diffuse atrophy			

もないが、ERG異常があればVEP異常が起こるので、VEP検査を行うときは眼科的疾患がないことを確認しておく必要がある。フラッシュVEPは同一個人あるいは個体間でも波形の変動が大きいので、反応が安定しているパターン反転刺激によるVEPについて述べる。

1. 異常の判定

全視野刺激の場合、P100を指標にする。P100の発生源は一次視覚野であると考えられている⁴⁾。

表3 SEP申込用紙

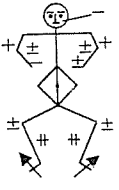
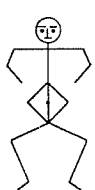
申込日 H15年 4月25日				
氏名		年齢	33	生年月日
性別	男	身長	162	主治医名
患者番号NM				
診断	MS susp			
神経学的所見	反射亢進		Nystagmus tandem gait -1 右半身のジンジン感・ 脱力感	
	後索障害			
	レベルの有無			
	その他の参考所見			
検査目的				
検査希望部位	1. <u>上肢SEP</u> 2. <u>下肢SEP</u>			
検査結果	頸椎写/MRI			
	腰椎写/MRI			
	SCV	上肢	下肢	

表4 MEP申込用紙

申込日 H15年 2月18日				
氏名		年齢	69	生年月日
性別	女	身長		主治医名
患者番号NM				
診断	ALS susp			
神経学的所見	反射亢進		反射亢進：上・下肢にて 病的反射：-	
	病的反射			
	レベルの有無			
	その他の参考所見			
検査目的	MNDの鑑別			
検査希望部位	1. <u>上肢MEP</u> 2. <u>下肢MEP</u>			
検査結果	頸椎写/MRI			
	腰椎写/MRI			
	MCV	上肢	下肢	

女性の方が男性よりも振幅が大きく潜時が短いことはよく知られている⁵⁾。また、P100潜時は加齢とともに延長し、60歳以降それが顕著になる⁵⁾。P100潜時の正常平均値に2.5ないし3 S.D.を加えた値を超える時は異常と判定する。P100の振幅はおよそ5~10μVであるが個人差が大きく、通常異常の判定には用いない。しかし、同一個人における左右の眼による差は小さいので、左右

の振幅の比が50%以上あれば異常の可能性がある。また、左右の眼の反応がともに正常値に入っているにもかかわらず、潜時の差(interocular latency difference)が10 ms以上あれば異常と判定する。ときにP100が明らかでなく、二峰性の陽性頂点(W波形反応, W-shape response)を示すことがある。中心暗点がある場合に出現する。覚醒度が低下するとP100潜時が延長したり、振幅が低下するので被検者の行動をよくモニターする必要がある。

半側視野刺激の場合はP100の頭皮上分布に左右差がみられれば異常である。一側後頭部にP100が出現しない場合、それと同側の半盲があることがしばしばである。

2. 視覚求心路の病巣とVEP所見⁵⁾⁶⁾

視神経病巣では患側眼の視力低下が生じる。健側の眼を遮蔽し、患眼のみを全視野刺激すると、障害の程度に応じてP100の頂点潜時の延長、または振幅低下~消失がみられる。健側眼刺激では正常のVEPが得られる。視交叉部病巣では両耳側半盲が生じる。いずれか一方の眼を遮蔽し、刺激眼の視野耳側部(欠損部)のみを刺激するとVEPの低振幅化、消失がみられる。視野鼻側部の半側刺激では正常にP100が誘発される。視交叉後病巣では同名半盲が生じる。いずれか一方の眼を遮蔽し、視野欠損側を刺激するとVEPの振幅低下、反応消失がみられる。視野正常側の刺激では正常なVEPが得られる。

3. 具体的所見例

68歳女性のVEP所見を示す(図1)。本例は臨床的には頸髄炎であるが多発性硬化症(MS)疑い例であった(表1)。視力障害はないが両眼性のP100異常を認めたことから、潜在性の視神経障害が推測された(表5)。空間的に多発性であることがVEPにより証明されたので、MSの可能性が高くなった。

聴覚脳幹誘発電位の所見の書き方

BAEPは代表的な遠隔電場電位(far-field potential)である。この反応は、個体間の変動が少ない上に麻酔や睡眠の影響をほとんど受けず、簡単に脳深部の電気活動を捉えることができる。

1. 異常の判定

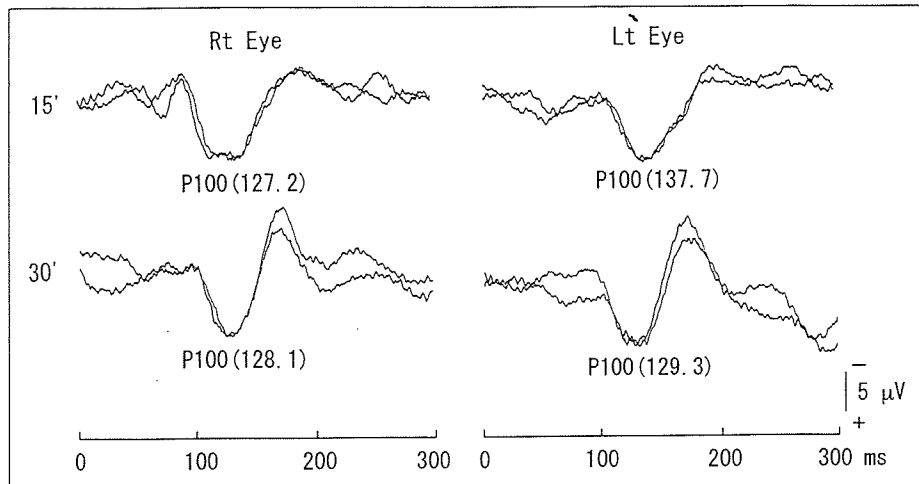


図1 68歳女性. 頸髄炎例の単眼全視野刺激によるVEP
 チェックサイズ15分, 30分に対するP100は両眼とも著明に延長している.

表5 VEP所見報告用紙
 VEP

NAME	AGE	68	SEX	F			
DATE	03/3/24	EV#	03-009	NM#			
DIAGNOSIS Cervical myelitis (MS susp)							
FULL-FILED STIMULATION							
		NORMAL VALUES		PATIENT'S VALUES			
COMPONENT		MEAN	LIMIT	OD	OS		
P100	15'	105.5	123.8	127.2 ↑	137.7 ↑		
	30'	103.0	121.0	128.1 ↑	129.3 ↑		
HEMI-FILED STIMULATION							
		NORMAL VALUES		PATIENT'S VALUES			
COMPONENT		MEAN	LIMIT	OD		OD	
				RIGHT	LEFT	RIGHT	LEFT
P100(Oz)		101.5	120.7				
P100(O1/O2)		101.8	117.7				
COMMENT:							
両眼ともP100潜時が著明に延長しています. 両側視神経の潜在性障害が示唆されます.							
IMPRESSION: Abnormal							
飛松 (INTERPRETED BY)							

正常成人におけるBAEPは音刺激後およそ10 ms以内に7個の陽性頂点(I~VII波)が出現する. この7個の成分のうちI, III, V波は安定して記録され, それぞれの発生源は聴神経, 上オリブ核(橋), 下丘(中脳)とされている⁷⁾. これらの潜時

とIPLが脳幹の聴覚路の機能を表す指標として用いられている. BAEPにおけるIPLは刺激音の大小にかかわらず一定であり, 中耳や蝸牛の末梢性神経障害の影響を除外できるので中枢神経の機能検査に適している. 振幅は, 個体間での

変動が大きく成分そのものの消失や著しい低振幅のときに異常と判定する。振幅を定量的に表現するためにV/I振幅比を用いることもある。得られたBAEPを正常対照群と比較して判定する場合には、記録部位、記録条件、年齢などBAEPの波形に影響を及ぼす因子をそろえて記録した対照群との比較が不可欠である⁸⁾。

2. 聴覚脳幹求心路の病巣とBAEP所見⁶⁾⁸⁾

BAEPは脳幹の聴覚路を侵す病変があれば異常となる。I~III, III~V, I~VのIPLがそれぞれ下部脳幹(橋)、上部脳幹(中脳)、脳幹の聴覚路の機能を表す。聴神経障害ではI, III, V波の潜時がすべて延長するが、I~III, III~VのIPLは正常である。病変が高度になればすべて消失する。下部脳幹の障害では、I波は正常であるがIII, V波の潜時が延長し、I~IIIのIPLが延長する。III~VのIPLは正常なこともある。障害が強ければIII, V波は消失する。上部脳幹の障害では、I, III波は正常であるがV波の潜時が延長し、III~VのIPLが延長する。障害が強ければV波は消失する。

脳幹橋被蓋部の背外側を聴覚路が通るため、橋の腹側に病変がある“閉じ込め症候群”や聴覚路より下のレベルで障害される延髄外側症候群では正常なことが多い。椎骨脳底動脈系の一過性脳虚血発作(TIA)の発作終了後にもBAEPの異常がみられ、無症候性血流障害の存在が推測されるのでBAEPは非脳幹性めまいとの鑑別に有用である。橋・中脳梗塞でBAEP異常を伴うと予後不良である。BAEPを脳死の判定に用いることを提唱したStarr⁹⁾は、I波を除いた後方成分の消失を脳死の判定基準としている。すでに脳死と判定される以前にBAEPはI波を含めて全成分が消失することも多いが、簡便かつ非侵襲な検査で脳幹機能の残存が判定できる。

3. 具体的所見例

33歳女性でMS疑い例のBAEPの所見を示す(図2)。臨床的には注視性眼振と拮抗運動反復障害を認めた(表2)。右耳刺激ではI~IIIが延長し下部脳幹病変が示唆された。一方、左耳刺激ではIII~Vが延長し上部脳幹病変が示唆された(表6)。MRIでは脳幹病変を認めないので、潜在的な脳幹異常を検出したと考えられる。

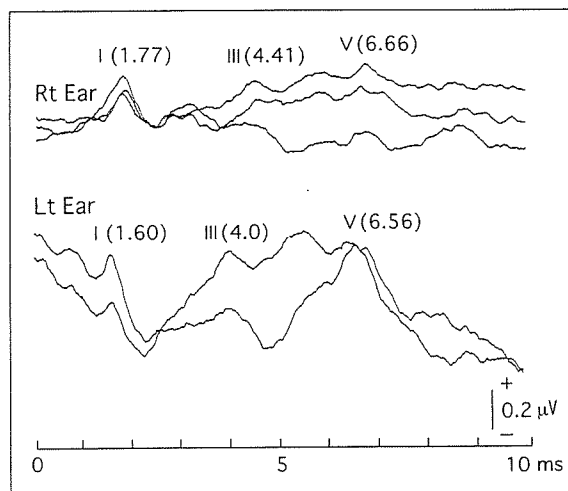


図2 33歳女性、MS疑い例のBAEP
右耳刺激ではI-IIIが延長し、左耳刺激ではIII-Vが延長している。

体性感覚誘発電位の所見の書き方

上肢では正中神経電気刺激、下肢では後脛骨神経刺激によるSEPがルーチン化されている。その伝導路は末梢神経大径有髄線維、脊髄後索、内側毛帯、視床、大脳皮質感覚野と考えられている。BAEPと同様、麻酔や睡眠の影響をほとんど受けない。

1. 異常の判定

他の誘発電位と同じように頂点潜時や中枢感覚伝導時間(central somatosensory conduction time: CSCT)が指標となる。これらは年齢、性、身長などに影響される¹⁰⁾¹¹⁾。振幅は個体間の変動が大きいので、消失もしくは左右差が50%以上あるときに異常とみなす。

2. 体性感覚求心路の病巣とSEP所見⁶⁾¹⁰⁾

後索-内側毛帯系を検査するので、それ以外の経路に障害がある場合、たとえば痛覚(外側脊髄視床路)の障害のみならばSEPは正常である。上肢SEPの場合について簡単に述べると、末梢神経病巣ではN9, N13, N20潜時がすべて遅延する。障害が強いつは低振幅化または消失する。Erb点より上で頸椎神経根までに病変があれば、N9は正常であるがN9-N13が延長する。病変が高度になればN13, N20が消失することもある。下部脳幹、脊髄病巣では、N13, N20潜時が遅延するがN9潜時は正常である。障害が強いつはN13, N20が消失する。脳幹部(中脳、橋)病巣では、N9,

表6 ABR所見報告用紙
ABR

NAME	AGE	33	SEX	F
DATE 03/7/7	EV#	03-025	NM#	
HEARING LEVEL	RIGHT	35 dB	LEFT	35 dB
DIAGNOSIS	MS susp			

BINAURAL(90dB) NORMAL VALUES			PATIENT'S VALUES	
COMPONENTS	MEAN	LIMIT	RIGHT	LEFT
I	1.74	2.22		
III	3.86	4.43		
V	5.82	6.51		
I-III	2.12	2.57		
III-V	1.96	4.65		
I-V	4.09	4.65		

MONAURAL(50 dB above SL) NORMAL VALUES			PATIENT'S VALUES	
COMPONENTS	MEAN	LIMIT	RIGHT	LEFT
I	1.70	2.21	1.77	1.60
III	3.85	4.51	4.41	4.0
V	5.77	6.43	6.66 ↑	6.56 ↑
I-III	2.16	2.55	2.64 ↑	2.40
III-V	1.92	2.31	2.25	2.56 ↑
I-V	4.07	4.61	4.89 ↑	4.96 ↑

COMMENT:
右耳刺激ではI-III, I-Vが延長し, 下部脳幹病変が示唆されます。左耳刺激ではIII-V, I-Vが延長し, 上部脳幹病変が示唆されます。

IMPRESSION: Abnormal

飛松
(INTERPRETED BY)

N13は正常でN13-N20(CSCT)が延長する。障害が強い時はN20が消失する。大脳半球内視床, 内包付近の病巣では, 病巣側半球のN20が消失するがN9, N13は正常である。非病巣側(健側刺激)の皮質反応(N20)は正常である。上記の上肢SEPと病巣所見の関係は下肢SEPでも同様である。

3. 具体的所見例

33歳男性でMS疑い例の正中神経刺激によるSEP所見を示す(図3)。臨床的に右半身のジンジン感があるが, レベルははっきりしない(表3)。病的反射が両側に出現した。右側でN9, N13は正常であったがN20が誘発されなかった。左側は正常であった(表7)。したがって, 下部頸髄より上の後索-内側毛帯系の障害が示唆された。なお, 本例では右後脛骨神経刺激によるSEPでもCSCT

の延長を認めた。

運動誘発電位の所見の書き方

1985年Barkerら¹²⁾が大脳運動野をパルス磁気で刺激し, 四肢・体幹節でのMEPを記録する方法を発表した。電気刺激のような痛みを伴わないため, 磁気刺激によるMEPは下行性運動路の客観的検査として急速に普及した。

1. 異常の判定

MEP波形の立ち上がり潜時と中枢運動伝導時間(central motor conduction time : CMCT), 運動閾値が指標となる¹³⁾。これらのパラメータが年齢, 性, 身長に影響されることはいうまでもない¹⁴⁾。