

## 特集「臨床検査技師の今後の教育について」



中倉真之

## 市中病院における臨床検査技師の 脳波教育のかたち

中倉真之<sup>1)</sup> 短田浩一<sup>2)</sup> 崔 聡<sup>3)</sup>  
木下真幸子<sup>4)</sup> 浦田洋二<sup>1),5)</sup>

**要旨** 当院は専従の脳波検査技師や脳波専門医がおらず、脳波教育の環境が整っていなかったため、指導医との脳波判読会、院内多職種勉強会および他院検査技師との合同勉強会を通して脳波教育に取り組んだ。その結果、技師が判読技術を習得し、脳波検査室の検査技術が向上しただけでなく、医師や他院技師との連携が強化された。近年、神経救急領域ではリアルタイムで脳波判読を行い、症状と総合して診断し治療介入することが重要視されており、検査に立ち会う技師の役割は大きい。また、タスクシフト/シエアの観点から技師による判読が求められる可能性がある。したがって、多施設が協力して判読技術を持った検査技師を育成することで、地域の脳波検査室の水準が底上げされて脳神経疾患診療の質向上につながり、ひいては患者の利益に寄与すると考えられる。

**キーワード**：脳波、脳波教育、脳波判読、臨床検査技師、脳神経疾患診療

### 1. はじめに

当院は、三次救急医療機関として京都市内の急性期医療を担う主要な基幹病院である一方、総合周産期母子医療センターを設置し京都府下の成育医療の中心的機能を担っている(図1)。また、地域がん診療連携拠点病院や京都府基幹災害拠点病院として、がん診療や災害医療にも精力的に取り組んでいる。検査部門(検体検査・病理部門)においては、臨床検査室の技術能力を証明する国際規格ISO15189の認定を2015年1月に取得し、2016年3月には生理分野の認定を取得している。

脳神経疾患診療に関しては、急性期脳卒中センターで超急性期の脳卒中患者を24時間受け入れ、脳神

経・脳卒中科、脳神経外科、救急科医師をはじめ看護師、放射線技師、リハビリテーション専門職および医療ソーシャルワーカーなどの多職種から成るチーム医療を行っている。脳波検査室では、熱性けいれん重積と急性脳症の鑑別を要する小児患者、early seizureやてんかん重積状態を疑う脳卒中患者など、新生児・小児から成人の幅広い患者を対象に、検査室でのルーチン脳波、病棟への出張脳波に加えて長時間ビデオ脳波モニタリングを行っている。主な依頼科は脳神経・脳卒中科、小児科、新生児科、救急科および脳神経外科であり、専従の脳波検査技師や脳波専門医がいない体制で年間1000件以上の検査を実施している(図2)。昨今の業務多忙化のあおりを受けて脳波記録と判読が分業化され、技師と医師の相互関係が希薄化している病院が多く、当院の技師においてもきれいな脳波記録に努めるのみで判読は医師任せにしており、医師との連携が不十分であった<sup>1)</sup>。しかし、判読医が脳波記録

1) 京都第一赤十字病院 検査部  
2) 京都第一赤十字病院 小児科  
3) 京都第一赤十字病院 脳神経・脳卒中科  
4) 国立病院機構 宇多野病院 脳神経内科  
5) 京都第一赤十字病院 病理診断科



図1 当院の全景

三次救急医療機関として京都市内の急性期医療を担う主要な基幹病院である一方、総合周産期母子医療センターを設置し京都府下の育成医療の中心的機能を担っている。

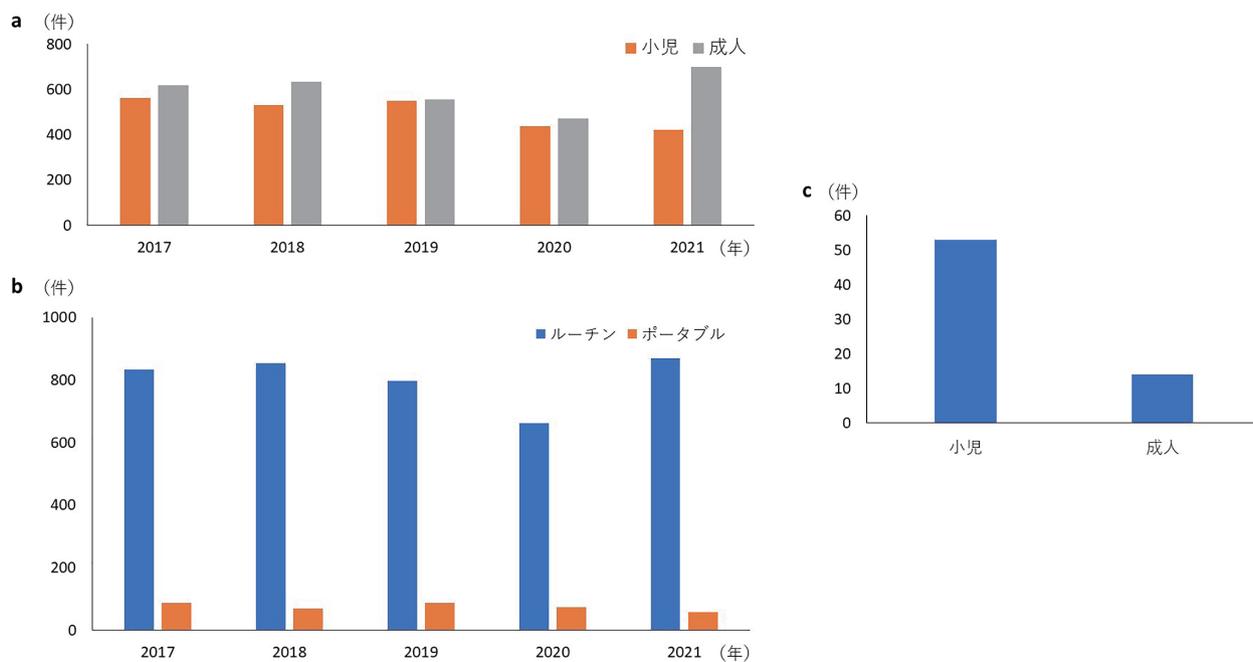


図2 脳波検査件数の内訳

a は小児および成人の脳波検査件数, b はルーチン脳波およびポータブル脳波の件数を示す。横軸は年, 縦軸は件数を表す。c は2019年9月～2023年10月の長時間ビデオ脳波モニタリングの件数を示す。

のどこに重点をおき, 何に注目しているかを理解し, それを脳波記録に活かすことは患者の利益に寄与するため, 技師が脳波判読を試みることは重要である<sup>2)</sup>。また神経救急領域では, リアルタイムで脳波判読を行い症状と総合して診断治療に介入することが重要視されている<sup>3)</sup>。例えば, 検査に立ち会う技師が脳波を判

読し, periodic discharges (PDs) などの異常所見を認めた場合は, 依頼医に連絡すれば早期に治療介入できるため技師の役割は非常に大きいと言える。

そこで, 技師の脳波判読技術習得とその向上を目的に院内外で脳波教育に取り組んだので, その取り組みを提示する。

京都第一赤十字病院 検査部門	脳波検査標準作業手順書	文書番号	版数
		SOB001	20

脳波検査標準作業手順書

第 20 版

使用開始日 2023 年 12 月 01 日

1/46

京都第一赤十字病院 検査部門	脳波検査標準作業手順書	文書番号	版数
		SOB001	20

1. 検査の目的

脳波は、脳の活動に伴う電位をリアルタイムで知ることができる唯一の検査法である。特に、てんかんの診断には不可欠である。脳腫瘍、脳出血、脳梗塞などの形態学的異常部位の補助診断の検査として、また急性脳症、尿毒症、薬剤中毒などの脳代謝異常に関する疾患、脳炎、髄膜炎、知的障害、頭痛、頭部外傷、各種の腫瘍疾患、意識障害、脳死判定などの補助診断の検査として広く応用されている。

臨床検査法概要

2. 検査に用いられる手順の原理および測定法

◆ 10-20 法 (ten-twenty electrode system : 国際脳波学会勧告)

正中前後方向の計測のために鼻根部(nasion)、頂置頂 (vertex)、外後頭隆起 (inion) を通る線を考え、その上にある 7 つの点を決める。すなわち、第 1 の前頭極正中点 (Fpz) は鼻根部-外後頭隆起間距離の 10% だけ鼻根より上部の点、第 2-5 の点は Fpz から順に 20% ずつ後方となり、それぞれ Fz、Ca、Fz、Oz と呼ばれる。

側方向の計測は、中心部の冠状線を基準に行う。まず左右の耳介前点 (auricular point) を定める。これは、耳珠の直前で髪を引抜後部のすぐ上を圧すと凹むところである。両側の耳介前点と Cz を結ぶ線上で、両耳介前点間の距離を測る。10% だけ、耳介前点から上部に、左中側頭部 (T3) と右中側頭部 (T4) を決める。次に、20% 上部に左右の中心部 (C3、C4) を定める。Cz は前後方向と交わることになる。側頭部の前後方向では、Fpz から T3 (T4) を通って Oz に至る間隔の距離を 100% として、Fpz から左右に 10% の点を Fp1、Fp2 とする。次の 20% の点を F3、F4 とし、Oz から左右に 10% を O1、O2 とする。これら 20% の点を T3、T4 とする。F1 と Fz、F3 と Fz、F5 と Fz、T6 と Fz の中点がそれぞれ F3、F4、F5 となる。

これらの電極と大脳皮質との位置関係は、おおよそ Cz、C4 が中心線の上に、F1、F3 がシラビウス溝に近くなる。数字の奇数は左、偶数は右を指し、z はゼロを意味する。C は central、F は frontal、P は parietal、T は temporal、O は occipital を指し、耳介につける電極は A1、A2 と呼ばれる。

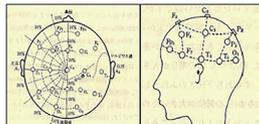


図 3 取り組み前の教育方法

標準作業手順書をもとに脳波検査の手順、機器の操作方法およびアーチファクト対策などの検査技術を中心に指導した。約 1 か月トレーニングを行った後に教育チェックシートで習熟度を評価し、指導者が「できる」と評価すればトレーニングは終了、評価できない場合はできるまで継続して実施した。

### 2. 取り組み前の教育方法と問題点

当院検査部では、生理機能検査として心電図検査、呼吸機能検査、超音波検査、神経生理検査および聴力検査を行っており、複数人でそれぞれの検査室を兼務している。心電図、呼吸機能および超音波検査に従事する技師が多い一方で、神経生理検査を担当する技師が少ないため脳波教育は質・量ともに十分でなかった。具体的には、標準作業手順書をもとに脳波検査の手順、機器の操作方法およびアーチファクト対策などの検査技術を中心に指導し、判読技術の指導は後頭部優位律動、睡眠脳波および突発性異常波のみであった。約 1 か月トレーニングを行った後に教育チェックシートで習熟度を評価し、指導者が「できる」と評価すればトレーニングは終了して、高度な知識が要求される場合は適宜指導した(図 3)。ルーチン検査業務ができることを目標とした教育方法であったため、定められた手順できれいな脳波を記録することに終始していた。そのため、検査中に脳波を判読して異常脳波を誘発するための賦活法を実施したり、医師が判読しやすいように意識状態を確認することはしていなかった。

一方、脳波と症状との関連性や、脳波所見に基づく医師への連絡は検査に立ち会う技師が判断しなければならない。したがって、検査技師には検査技術だけで

なく判読技術も要求されるが、技師のみで判読技術を習得することは容易でない。なぜなら、判読技術の習得には指導医の下で一定期間の専門研修を受けることが肝要であるが、指導医の絶対数が少なく教育環境が限られるためである<sup>4)</sup>。日本神経学会年次学術大会の脳波判読ハンズオンと日本神経学会近畿地方会の脳波判読セミナーでのアンケート結果より、「脳波の読み方」の要望が高いことから技師だけでなく医師の間でも判読技術の教育機会が乏しいことが推察され、脳波検査従事者全体における大きな課題となっている<sup>5)</sup>。

### 3. 判読技術向上のための取り組み

では、当院のように脳波専門医が常駐しない市中病院においては、どのように判読技術を学べばよいのだろうか？ その一例として、筆者が取り組んだ 3 つの実例を紹介する。1 つ目は日本臨床神経生理学会指導医（以下、指導医）との脳波判読会、2 つ目は院内多職種勉強会、3 つ目は他院検査技師との合同勉強会である。

#### 3-1. 指導医との脳波判読会

専門医がいない検査室で判読技術の技師教育を行うには、判読技術を習得した技師が指導する必要があるため、その先駆けとして筆者自身が判読技術の習得に

検査者名		脳波検査室		評価	内容	指導者印
氏名	年 月 日	年 月 日	年 月 日			
記入日				1	できない	/ /
				2	指導者の監視下でできる	
				3	できる	
- 説明なし						

項目・内容	備考	1 週目		2 週目		3 週目	
		自己	指導者	自己	指導者	自己	指導者
脳波検査技術 評価表							
機器の立ち上げができる							
検査前の準備(必要な物品を揃える等)ができる							
付箋・線を正確に貼ることができる							
患者名の入力ができる							
検査前の患者確認ができる							
事前に検査の内容と注意事項を説明できる							
患者の移動に配慮し、転倒等を防止できる							
検査前後で指さし確認(変更等)ができる							
校正液(ダンピング・特定期)のチェック、インピーダンスチェックができる							
電極の装着(10-20法)ができる							
単極誘導・双極誘導の記録ができる							
脳波判読(光刺激・過呼吸)の記録ができる							
検査終了時の校正液の記録、インピーダンスチェックができる							
電極の取り外しへの対応ができる							
検査終了後の患者の案内ができる							
脳波記録用紙の処理ができる							
検査中、患者に不安を与えないように対応できる							
アーチファクトの鑑別、及び軽減ができる							
まぼたき							
閉電源							
交流障害							

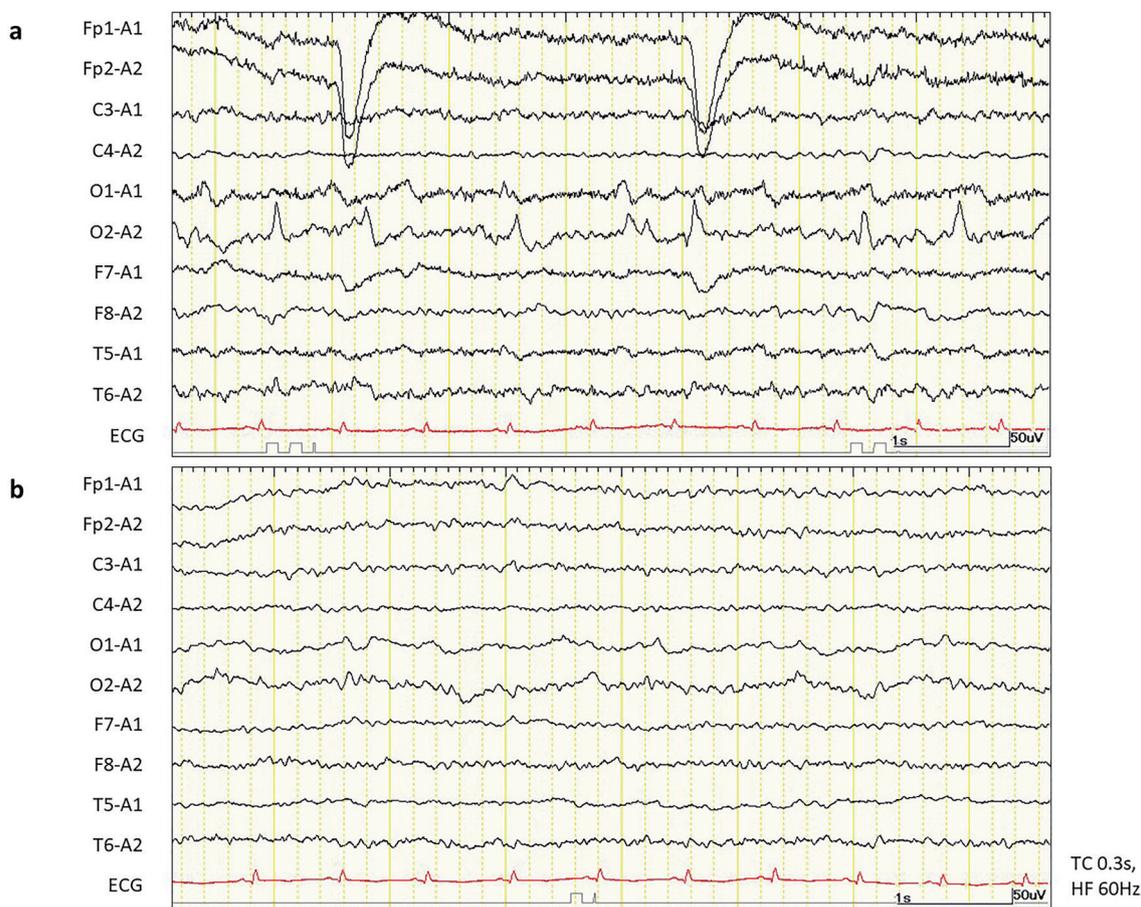


図4 技師と医師の連携により治療方法が決定された一例

40歳代女性，記録時の同側耳朶基準電極導出法での脳波所見を示す。検査時の意識状態はE4V1M5であった。aは記録開始時の脳波である。右後頭部（O2）に約1 HzのPDsを認めたため依頼医に報告し，ジアゼパム5 mgを静脈注射した。bはジアゼパム投与後の脳波である。意識障害は改善されなかったが，PDsが消失したことから抗発作薬への反応性が確認された。ACNSのStandardized Critical Care EEG Terminology 2021年版に基づき Ictal-interictal continuum（possible electroclinical status epilepticusの基準を満たす）と判断され，治療方針が決定された。

取り組んだ。そのためには指導医の下で学ばなければならないが，この「指導医との出会い」が判読技術を習得するための最も重要なポイントと考える。筆者の場合は，講演会で指導医に質問したことをきっかけに交流が始まり，自ら指導医にアプローチして定期的な脳波判読会を開催し，判読技術の教育を受けることができた。判読会では提示する症例の脳波記録を事前に判読して所見をまとめ，内容をプレゼンテーションして指導医とディスカッションした。判読会を通じて判読方法や所見の書き方を学んだが，プレゼンテーションを行うには患者情報を読み込まなければならないため，疾患や治療に関する知識も得られた。判読会で学んだ知識を技師同士で共有することによって，技師の知識向上につなげることができた。また，脳波記録方

法に関しても，（1）記録誘導の切り替わり時や賦活実施前に脳波記録が停止しており，停止中の脳波変化がわからない，（2） $\mu$ 波が出現した時に離握手を行って $\mu$ 波が抑制されるか確認していない，（3）発作時脳波パターンを認めた際に意識状態が確認できていない，などのような不備が見つかったため，手順書を変更して判読医がわかりやすい脳波を記録できるように努めた。従来の脳波レポートは，技師が検査時の状況を記載して判読医が所見と解釈を入力していたが，医師に了承を得て可能な範囲で技師が脳波所見を記載するようにした。これによって技師は検査中に判読に努め，一層緊張感を持って検査に臨むようになった。医師もレポートを見て所見の根拠を検査室に問い合わせるようになり，技師と医師がコミュニケーションを図れる

ようになった。以上のように、脳波判読会の効果は判読技術の習得だけでなく、脳波検査室の検査技術向上や技師と医師の相互関係構築につながった。

ここで、技師と医師の連携によって早期に治療方針が決定された症例を紹介する。

40歳代女性、自宅で倒れているところを発見されて当院に救急搬送された。ICUで挿管して全身状態の管理を行い、4日後には意識レベルが改善してきたためネーザルハイフローによる管理に移行した。しかし、翌朝4時過ぎに全身の痙攣を認めたため、ジアゼパム15 mgを投与して痙攣はおさまったものの意識レベルは改善されなかった。救急科からの依頼で病室での脳波検査を施行したところ、検査開始直後から右後頭部に約1 HzのPDsを認めたため記録中に依頼医に報告した(図4a)。報告を受けた医師は速やかに来室して患者の状態と脳波記録を確認したうえで、反応性の変化を調べるためにジアゼパム5 mgを静脈注射した。その結果、意識障害は改善されなかったがPDsが消失したことから(図4b)、American Clinical Neurophysiology Society (ACNS)のStandardized Critical Care EEG Terminology 2021年版に基づきIctal-interictal continuum (possible electroclinical status epilepticusの基準を満たす)と判断されたため、脳神経・脳卒中科の管理下でミダゾラム10 mg/hによる深鎮静が開始され、抗てんかん発作薬としてレベチラセタム1000 mgにホスフェニトイン750 mgが追加された<sup>6)</sup>。17日後に簡単な従命が可能になるまで意識レベルが改善し、22日後に失語症状は改善、61日後に他院へ転院となった。この症例では技師が異常所見を拾い上げて速やかに医師に報告したこと、医師が報告を受けて早急に対応したことが治療方針の決定につながったが、日々のコミュニケーションを通じて両者に相互関係が構築されていたことが重要であったのは間違いないであろう。

### 3-2. 院内多職種勉強会の開催

前述したとおり、技師と医師が相互関係を築くことは診断や治療の上で極めて重要である。脳波判読会を契機に両者は連携するようになったが、院内全体で見ると脳神経疾患の診療に携わる部署間での連携は充分ではなかった。そこで、院内関連職員の連携強化および知識向上を目的として、脳神経・脳卒中科、小児科

および脳波検査室で院内多職種勉強会“EEG-Club”を立ち上げた。月に1回zoomミーティング形式で実際の症例を交えながら、脳波やてんかん診療に関する講義を行った。開始後約3年間で26回の勉強会を開催したが、救急科医師、看護師および研修医も参加して活動の輪が院内全体に広がり、さらには関連病院の医師も参加するようになった。参加者の力量は脳波判読の初心者からベテランまで様々であるため、講義内容は基本的なものから専門的知識まで幅広く取り扱って、参加者のニーズに応えられるようにした。また、参加者が積極的に参加できるようにクイズ形式の講義にするなど、双方向性の勉強会になるように開催形式を工夫した。

EEG-Clubの特徴は医師だけでなく技師も講義を行うことである。医師は診断や治療など臨床の講義を行い、技師はデジタル脳波計の扱い方やアーチファクトなど検査技術を講義することで、双方の学びの場になっている。私達技師は医師から学ぶことが多いが、受け身にならず専門分野の情報を発信することで、医師から信頼されて連携が深まると考えられる。病棟に脳波検査に赴くと、電極の装着方法や脳波検査の結果について医師や看護師から質問されることが増えたため、EEG-Clubの効果を実感することが多い。

### 3-3. 他院検査技師との合同勉強会

当院においては脳波教育の環境が整備されたが、専門医が不在の市中病院では「判読したいけれど学べる環境がない」と悩んでいる技師が少なくない。また、脳波に関する研修会の頻度は少なく、新型コロナウイルス感染症流行の影響でWeb形式の勉強会が普及したために、技師間で情報を交換する機会が非常に限られていた。そこで、他院の検査技師に学びと情報交換の場を提供することを目的として、有志施設による合同勉強会を開催することにした。

開催にあたって、京都府臨床検査技師会主催の脳波検査研修会で事前に勉強会の案内をして参加者を募り、4施設参加のもとにzoomミーティング形式での勉強会を開始した。当検査室の検査環境紹介や脳波判読の基本を講義し、普段は聞きにくい基本的な内容についての質疑応答を行った。その後は1-2か月に1回の頻度で開催し、1年半後の現在、参加施設は計16施設に増加した。講義は参加施設が持ち回りで担当して

いるが、参加者の力量が様々であることと講師にかかる負担を考慮して、開催当初は脳波検査の基本的事項を中心に学び、徐々に判読会に移行した。技師による脳波判読会の事例が少ないため、「脳波所見の妥当性は誰が判断するのか」、「所見と症状の関連性は適切なのか」など悩むことも多いが、判読経験者が中心となって試行錯誤しながら開催している。参加者の評価は良好なため、継続して取り組んで地域の検査技師育成につなげたい。

#### 4. おわりに

当院検査室での脳波教育の環境が整っていなかったことから始めた取り組みであったが、技師の判読技術習得や検査室の技術向上にとどまらず、院内外の関連スタッフがともに学び互いの連携を強化するまでに発展した。勉強会を通して多くの成果を得たが、課題もいくつか抱えている。

①当院では基本的な検査技術教育のプログラムはあるが、判読技術教育は勉強会で得た知識を共有するのみで、系統だったプログラムが整備されていない。

②独り立ちした後の継続的な教育も問題であるが、自己評価チェックシートを作成して指導ツールとして用いている施設もあり、可能ならば参考にして取り組んでいきたい<sup>7)</sup>。

③ EEG-Club や他院技師との合同勉強会は zoom ミーティング形式で行っているが、web での勉強会は講師が一方向的に講義して受講者が受け身になる傾向があるため、いかにして参加者全員を巻き込むか講義内容を工夫しなければならない。

④他院技師との合同勉強会では、脳波所見の妥当性や症状との関連性の議論が十分できない場合があるため、医師と検討する機会を設けて理解を深める必要がある。

脳波専門医が不在の市中病院で判読技術を習得するためには、専門知識を有する指導者に協力を仰ぐことが非常に重要である。自施設で協力者の確保が難しければ、他院の専門医や知識を有する技師に協力してもらうことも手段の1つである。筆者の場合は講演会で指導医に質問したことが大きなきっかけとなったが、質問する勇気は学びの突破口になることを覚えておいてほしい。

非けいれん性てんかん重積状態による意識障害は脳波以外に診断方法がないので、疑いがあれば早急に持続脳波モニタリングを行う必要があり、対応するためには医師だけでなく技師が常駐し、脳波が判読できることが理想的である<sup>3)</sup>。また、医師の働き方改革の取り組みの一つとしてコメディカルスタッフへのタスクシフト/シェアが進んでおり<sup>8)</sup>、医師の負担軽減が求められることから技師による脳波判読がさらに求められる可能性がある。

したがって、多施設が協力して判読技術の力量を持つ検査技師を育成することで、地域の脳波検査室の水準が底上げされて脳神経疾患診療の質向上につながり、ひいては患者の利益に資すると考えられる。

#### 謝辞

本発表に関して多大なご協力を賜りました、京都第一赤十字病院脳神経・脳卒中科部長 今井啓輔先生、同小児科・新生児科部長 西村陽先生に深謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 人見健文, 池田昭夫: 所見の解釈と脳波レポートの作成. 日本臨床神経生理学学会(編). モノグラフ臨床脳波を基礎から学ぶ人のために. 第2版, 診断と治療社, 東京, pp 64-71, 2019.
- 2) 人見健文, 池田昭夫: 脳波の基礎知識. 臨床神経生理学 42: 365-370, 2014.
- 3) 田村健太郎, 木下真幸子, 大杉奈保美ら: 長時間脳波モニタ(頭皮上記録). 日本臨床神経生理学学会(編). モノグラフ臨床脳波を基礎から学ぶ人のために. 第2版, 診断と治療社, 東京, pp 195-209, 2019.
- 4) 佐々木秀直, 有村公良, 糸山泰人ら: モデル教育コア・カリキュラム及び卒前教育における神経内科の現状に関するアンケート全国調査. 臨床神経 48: 556-562, 2008.
- 5) 谷岡洸介, 人見健文, 松本理器ら: 日本神経学会における脳波判読セミナー受講者のアンケート調査: 脳波教育の過去5年間の実態, ニーズおよびその変遷. 臨床神経学 57: 110-117, 2017.
- 6) Hirsch LJ, LaRoche SM, Gaspard E, et al: American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 version. *J Clin Neurophysiol* 38: 1-29, 2021.
- 7) 出村彩郁, 谷口美奈, 榎一教ら: 臨床検査技師の脳波検査実習における自己評価チェックシートの有用性. 臨床神経生理学 47: 93-97, 2019.
- 8) 宮島喜文: 医師の業務のタスク・シフト/シェアと臨床検査技師. 臨床検査学教育 14: 24-29, 2022.