

“脳波が読める”と学生が実感できる脳波教育法の実践

所司 睦文*1§ 青木 亘*2 小野澤 裕也*3

松下 育子*4 所司 都八紀*5

[要 旨] 川崎医療短期大学の学生を対象として臨床脳波学の理解と脳波検査技術に加えて脳波判読にも重点をおいた学内での教育方略を構築した。脳波検査の実習においては臨床脳波検査のやり方、正常脳波の読み方、注意事項などを詳細に説明した後、指導教官が、学生の目の前で実際に脳波検査を実施して見せることが重要であった。更に、学生一人ひとりに脳波計を操作させ、指導教員が詳細に記録方法を指導し、記録した全ての脳波を学生一人ひとりが脳波所見記録書にその判読所見を記載することで、脳波検査の理解度が改善された。脳波記録の実技試験、脳波検査に関する知識確認試験(完全記述式)、脳波判読試験を実施したところ、睡眠ステージの判定については改善の余地は残るものの、 α 波の評価、左右差の評価、 α アテニュレーションの評価、光駆動反応の評価、ビルドアップの評価、正常脳波等の総合的な判読能力は明らかに向上した。脳波がわかった、脳波はおもしろい、脳波は意外と簡単だと学生自身が感じる講義や実習を実践することが、結果として学生の脳波検査の理解向上につながることを示唆された。

[キーワード] 臨床脳波学の教育法、脳波検査、脳波判読

緒 言

脳波検査は多くの病院や施設においてルチン検査として活用されているが、脳波検査はわからない、苦手だと公言する臨床検査技師も少なくない。臨床検査技師の養成施設の臨床脳波学に関する教育は、一般に今も昔も基礎の理解にとどまっているというのが、現状のようである¹⁾。近年、画像検査の革新的進歩と脳波が読める医師の減少が相まって、脳波検査の依頼件数も減少傾向にあるといえる。しかし、臨床脳波検査の有用性が否定された訳ではなく、以前にも増して、脳波がわかる臨床検査技師の育成が重要になっていると考

えられる。

今回、川崎医療短期大学の学生を対象として臨床脳波学の理解と脳波検査技術に加えて、脳波判読にも重点をおいた学内での教育デザインを構築し、8年間実践したので、その詳細と評価について報告する。

I. 対象と方法

2007～2014年に在籍した川崎医療短期大学臨床検査科学生468名(男性62名・女性406名・年齢19.4±0.2歳)を対象とした。川崎医療短期大学臨床検査科は3年制の入学定員50名の臨床検査技師養成施設で、臨床検査技師学校養成所指定規

*1 川崎医療短期大学臨床検査科(現所属：九州保健福祉大学生命医科学部生命医科学科) §chikashoshi@gmail.com

*2 日本医科大学生理機能センター、*3 北里大学病院臨床検査部、*4 聖路加国際病院生理機能検査室、

*5 兵庫教育大学連合大学院研究員

則における指定校である。教育カリキュラムの大綱は入学から2年生前期までのおよそ1年半が学内での講義と実習、2年生後期から3年生前期までのおよそ1年間は川崎医科大学附属病院および同附属川崎病院での臨床実習(病院実習)、3年生後期は臨地実習および研究実習、国家試験対策を行っている。この中で、脳波検査の学内の教育は、講義として1年生後期に生理機能検査学Ⅰ：90分×3回、2年生前期に生理機能検査学Ⅱ：90分×2回、3年生前期に生理機能検査学Ⅲ：90分×3回を、また、実習として2年生前期に生理機能検査学実習Ⅱ：180分×5回を実施した。臨床実習では各病院の脳波検査室でおよそ8時間×6回(6日間)の実習を行った。2年生前期までの生理機能検査学ⅠおよびⅡと生理機能検査学実習ⅠおよびⅡは互いに連携しながら開講された後、臨床実習を経験した上で、3年生後期開講の生理機能検査学Ⅲで学生が習得すべき臨床生理学の知識が収束し、完成する。

臨床脳波の教育は1年生後期の生理機能検査学

Ⅰで検査の目的・正常脳波・検査法・検査の注意点・他を、2年生後期の生理機能検査学Ⅱで代表的な各種疾患と脳波変化・他を、また、生理機能検査学実習Ⅱで脳波検査実習を開講した。2年生後期から3年生前期の期間の臨床実習で、医療現場で日々行われている脳波検査をダイナミックに体験した上で、3年生後期の生理機能検査学Ⅲで脳波検査の総復習および病態生理との関連、他の各種臨床検査との関連等を講義した。

II. 脳波検査実習の概説

今回は過去8年間、取捨選択を繰り返し行き着いた2年生前期に実施している生理機能検査学実習Ⅱの脳波検査実習を中心に概説する。実習は脳波検査法、正常脳波判読法、ノイズ鑑別とノイズ対策法などの理解と体得を目的とすることを学生に周知させた。テキストは臨床脳波検査スキルアップ²⁾および臨床検査学講座生理機能検査学³⁾を活用した。

当該実習はクラスをA、B、Cの3グループ(1

表 学内における脳波検査実習の日程表

開講	クール	臨床脳波実習	心臓超音波検査実習	腹部超音波実習
第1日	1	正常脳波検査概説		
第2日		A	B	C
第3日	2	B	C	A
第4日		C	A	B
第5日		A	B	C
第6日	3	B	C	A
第7日		C	A	B
第8日	4	超音波検査概説		
第9日		A	B	C
第10日	5	B	C	A
第11日		C	A	B
第12日		A	B	C
第13日	6	B	C	A
第14日		C	A	B
第15日	7	総合問題演習		
第16日	8	脳波判読試験 (定期試験)		

クラスをA、B、Cの3グループ(1グループおよそ20名前後)に分けた。脳波検査実習は第1、2、3、5、6、7、8クールの全部または一部で実施した。実習時間は1日当たり90分×2コマである。

グループおよそ 20 名前後)にわけ、それぞれ脳波検査実習、心臓超音波実習、腹部超音波実習をローテーションさせた(表)。

脳波検査実習に関しては、第 1 クールとして、クラス全員を対象とし、実習で経験する臨床脳波検査のやり方、正常脳波の読み方、注意事項などを詳細に説明した。学生に当該レポートを提出させ、習得度を評価し、必要に応じて個別指導を行った。第 2 クールはグループを半分に分け、10 名前後の小グループを作った。実習時間を前半と後半に分け、ひとつの小グループは前半、脳波検査実習を指導教員が実際にやって見せ、それを見学させるとともに、脳波検査の流れをレポートさせた。記録した脳波はグループで協議または相談させながら、脳波スケールを使って脳波所見記録

書を記載させた。また、もうひとつの小グループは風船と丸型カラーラベルを用意し、10/20 法による電極装着のシミュレーションを個々の学生毎に実践させた(図 1)。完成したものは指導教員がチェックし、完成度および訂正、修正点を指導し、必要に応じて再提出させた。実習の後半は小グループが行う内容を交代させた。第 3,5 クールは第 2 クールと同じく、実習前半、一方の小グループの学生一人ひとりに脳波計を操作させ、実際に脳波を記録させた(図 2 左上)。脳波計の初期設定値の確認、校正波形およびシステムリファレンス電極誘導の描出、記録モニタージュの確認、電極と記録チャンネルの関係、脳波に混入するノイズとその対策などを個々の学生に確認させ、適宜、指導した。学生 1 人あたりの記録時間は 5~8 分間

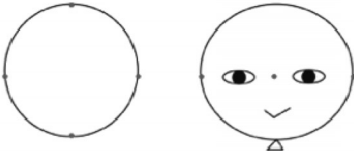
10/20 法に基づく計測トレーニング法

A. ふーせん

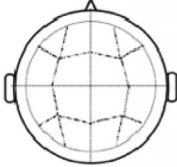
(1) 個人
個人で実施して下さい。

(2) ふーせんを利用した 10/20 法の計測

- 1) ふーせんを頭と同じ大きさに膨らませます。
- 2) ふーせんに 4 つの基点を記入します(目や耳、口なども書いてね)。



(3) ふーせんをメジャーで計測して 10/20 法の電極位置をマーキングします。



- 4) 完成品は、必ず、実習指導者にチェックを受けて下さい。
- 5) 制作したものの一番良いものをデジカメで撮影し、レポートに添付して下さい。

(3) その他
不明な点があれば、必ず、実習担当者に確認して下さい。



図 1 風船を利用した 10/20 法トレーニング

左図は電極装着シミュレーションの指示書、右写真は実際の結果である。

学生に市販の風船と丸型カラーラベルを用意させた。まず、風船を頭大に膨らませ、前後左右に 4 つの基点をマークさせた。その点を基準にして 10/20 法に基づき、メジャーを用いて電極装着位置を計測し、丸型カラーラベルを装着させた。でき上がったものは、指導教員がチェックし、学生にフィードバックした。なお、目、鼻、耳などをフーセんに記入させることも、電極装着位置を理解する上で重要である。



図2 脳波検査実習風景

左上段は脳波記録実習、右上段は電極装着実習、左下段は脳波所見記録書への記載、右下段は脳波記録の実技試験である。脳波記録実習では学生が実際に脳波計を操作し脳波を記録すると共に、指導教員から諮問も受ける。電極装着実習では1名が被験者となり2人で電極を装着させた。脳波所見の記載は実習外で行う学生も少なくなく、出来る限り、指導教員は個別指導を実施した。

であった。記録した脳波は学生一人ひとりに脳波所見記録書を記載させた(図2左下)。当然といえるが、実習が終わった後に脳波所見記録書を記載する学生も少なくなかった。学生からの脳波の読み方、または、所見の書き方や表現などの質問は時間が許す限り、個別指導を行った。もう一方の小グループは3名前後の学生同士で電極装着のトレーニングを実施させた(図2右上)。実習の後半は小グループが行う内容を交代させた。なお、脳波記録法、脳波所見記録書、電極装着法などについて、個々の学生ごとにレポートにまとめさせ提出させた。脳波所見記録書は指導教員が添削した上で返却し、学生に再確認させた。第6クールは学生一人ひとりを対象として、脳波記録または

電極装着の実技試験し、学生に個別総評を行った(図2右下)。脳波記録の評価ポイントは脳波計の初期設定値の確認、患者への声掛けおよび配慮、 α 波の評価、閉眼賦活試験の評価、ノイズ鑑別とその対策であり、また、電極装着の評価ポイントは患者への声掛けおよび配慮、10/20法の完成度、装着時間であり、いずれも減点法で採点した。また、脳波検査に関する知識確認試験(完全記述式・70問)を実施した。ちなみに、試験日の前1週間を実技試験トレーニング期間と定め、学生が自由に脳波計の操作や電極装着が出来る時間を提供した。学生たちは夕方18時頃からおよそ3時間、自主的にトレーニングを重ねた。指導教員は可能な限り、それに立ち会い、質疑応答や実技指

導を行った。第7クールは実習前半に近年の国家試験またはそれに準じた脳波検査、他の問題を課し、実習後半にその正当と解説を実施した。第8クール(定期試験)では脳波判読試験として学生に実際の脳波記録(一部抜粋)と脳波所見記録書を配布し、解答させた(図3)。脳波判読試験の問題は

当該年度で記録した典型的な学生の脳波から、安静・閉眼・覚醒時脳波、閉閉眼賦活時脳波、睡眠脳波(N1~N2)、閃光賦活試験時脳波、過呼吸賦活試験時脳波を抜粋し、脳波スケールを用いて実測できるように配慮した。

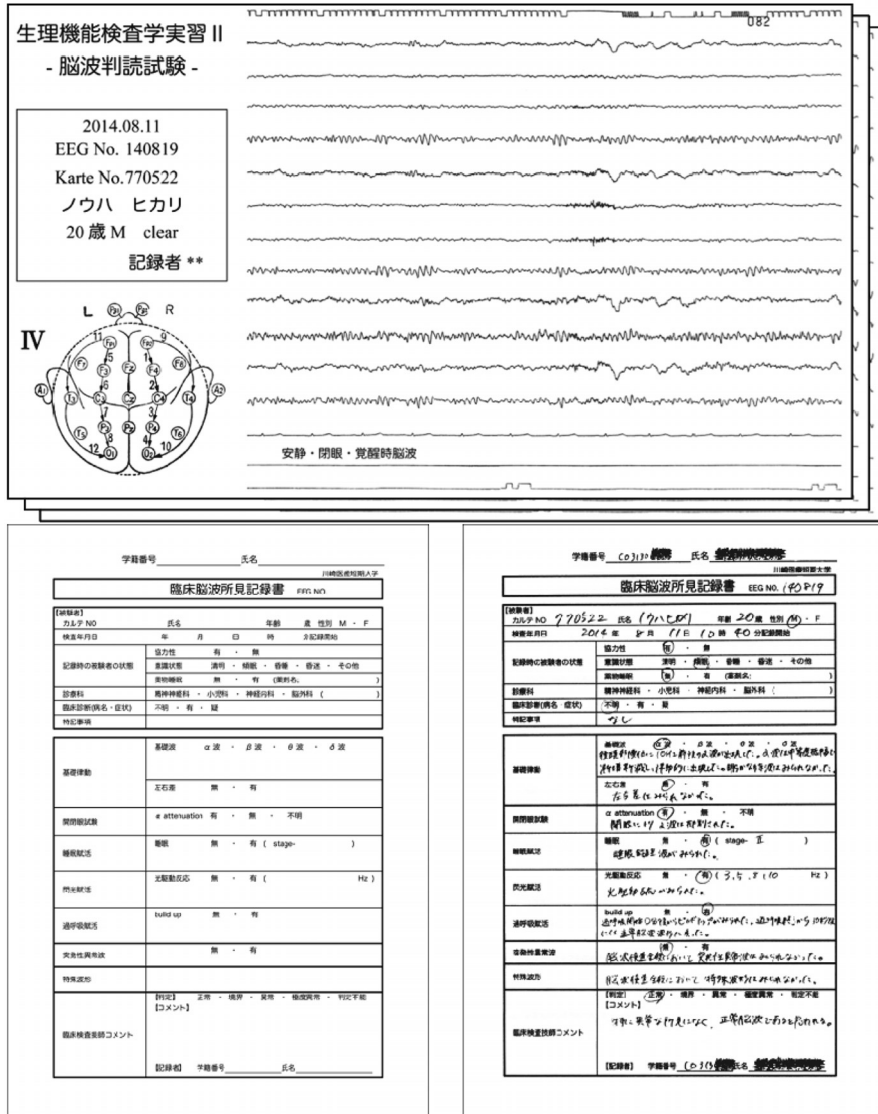


図3 脳波判読試験と脳波所見記録書

上段は脳波判読試験(B4、20 ページ、脳波スケール利用可)、左下段は脳波所見記録書、右下段は脳波所見記録書の学生の解答例である。脳波モニタージュは川崎医科大学附属病院中央検査部脳波検査室で用いられているものである。

III. 脳波検査実習の主観的または客観的評価

2012～2014年の3年間の6月初旬(脳波検査実習開始から2ヵ月頃)の脳波検査実習の学生の主観的評価の平均点は5段階評価で平均3.9であった(図4)。指導教員の話し方や脳波記録の指示または説明が適正で、教本が解りやすい等の得点が

4.2～4.4が比較的高く、実習前の期待度や実習内容の理解度等の得点が3.5～3.7が比較的低かった。また、6月初旬および8月初旬(脳波検査実習終了直後)の脳波判読の学生の主観的自己評価の平均点は5段階評価で6月が平均3.5、8月が平均4.0であった(図5)。6月に比べ、8月の方が全ての項目において学生の理解度が向上した。項目別

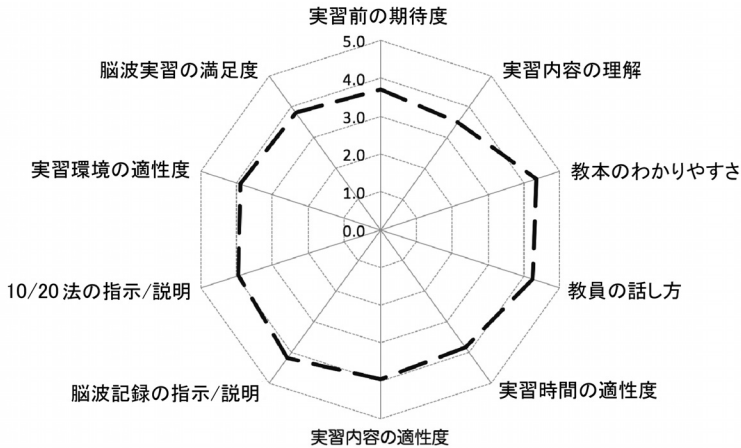


図4 脳波検査実習に対する学生評価

学生が脳波検査実習を5段階で評価した結果である。5に近づくほど評価が高く、0に近づくほど評価が低い。このアンケートは6月上旬に実施したものである。

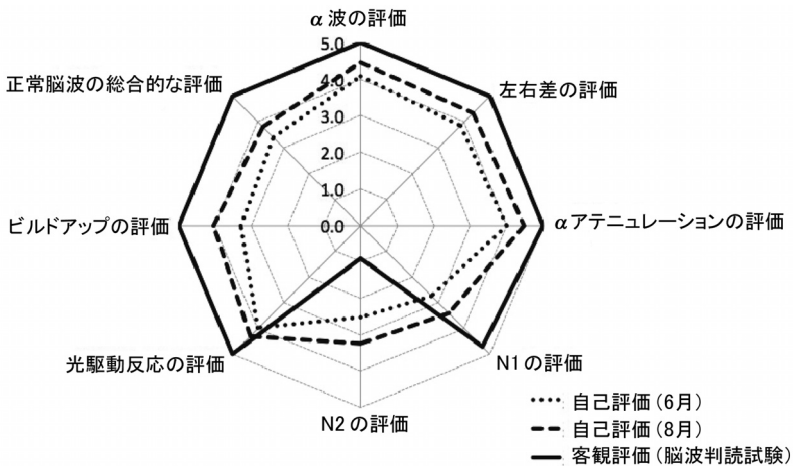


図5 脳波の判読に関する学生評価と客観評価(脳波判読試験)

学生が自身の脳波の判読状況を5段階で評価した結果である。5に近づくほど評価が高く、0に近づくほど評価が低い。点線が6月上旬の学生自身の自己評価、破線が8月上旬の学生自身の自己評価である。実線が8月上旬に実施した脳波判読試験に基づき各項目を客観的に評価したものである。

では α 波の評価、 α アテニュレーションの評価、光駆動反応の評価等の得点が6月、8月共に4.0~4.5と高く、睡眠ステージのN1またはN2の評価等の得点が2.5~3.4と低かった。8月初旬の脳波判読の学生の主観的自己評価と8月に実施した脳波判読試験の客観的評価を比較すると前者が平均4.0で後者が平均4.4であった(図5)。脳波判読試験において、ほとんどすべての学生が主観的的自己評価と異なり、 α 波の評価、左右差の評価、 α アテニュレーションの評価、光駆動反応の評価、ビルドアップの評価、正常脳波の総合的な評価等を適正に解答した。しかし、睡眠ステージの判定、特にN2の判定は0.9と有意に低値となった($P < 0.01$)。これを詳細に分析すると、ほとんどすべての学生は脳波が覚醒状態でなく睡眠状態であることを判別し、その上で、頭頂鋭波(瘤波)が出現しているためN1と判定した学生が多かった(応答率; 平均93.5%)。しかし、同脳波波形には14Hz睡眠紡錘波が出現していたため(応答率; 平均17.7%)、正解はN2であり、これが学生の正解率が極めて悪い原因であった。

IV. 現に働いている臨床検査技師の 脳波検査教育に関する意見

東京近郊で臨床検査技師として現に働いている臨床検査技師を対象として、脳波を読んで臨床脳波記録書を記入してみようという関東神経生理検査技術研究会主催の臨床脳波検査スキルアップを2009年から毎年実施している。そこで、実際に脳波検査をはじめた、または、脳波が読みたいという気持ちがある臨床検査技師(述べおよそ200名)から、脳波検査に関する学生教育についてご意見を伺ったので、参考までにその主なものを紹介する。

- 1) 最近の学生は基礎的なことをまったく勉強していないように思われる。個人的な意見かもしれないが、1から実習先で教えるのはおかしと思う。
- 2) 大学教育では脳波を重要視してなく、卒業したての臨床検査技師は患者が眠っているかどうかすらわからない。

- 3) 私自身、学生時代は脳波が全くわからなかった。授業時間も限られているので、とりあえず広く浅く勉強しておいて、聞いたことがある程度でよいと思う。
- 4) 施設が充実している場合や、良い講師がいる場合を除いて、検査項目が多岐にわたるため、入職後に専門とするものを勉強していったほうが良いと思われる。
- 5) 附属病院のある大学出身なので詳しく勉強させていただいた。患者さんへの対応の仕方や、実際の検査手技に関しては現場でやるとしても、やはり、ある程度の知識を持った状態で入職するべきである。
- 6) 正常脳波をしっかり理解するのが第一である。正常がわかれば、あとは異常波を理解すれば良く、医療現場でも役立つと考える。
- 7) 学生時代を思い出すと、脳波計1台に30人が群がって実習していた。電極を着けるのも時間がかかり、覚えるのも大変だったと思う。
- 8) 大学のカリキュラムの問題もあると思うが、教育機関で許される範囲の時間でしっかりと教育してほしい。卒業後、勤務先により脳波検査室に配属になってからさらに勉強できる機会が多くあることを願っている。

V. 考 察

脳波検査を含む脳神経筋機能検査および関連知識の教育には、どの施設も苦慮しているものと推察される。学生に脳波検査という医療技術を教える場合、実習時間という限られた時間だけでなく、実習時間外で学生と向き合う時間を如何に確保するかが重要である。技術や知識の習得度を向上させるためには、繰り返し実習指導していくことが大切である。実習の最後に脳波記録や電極装着の実技試験や脳波判読試験を課すのはたやすいことであるが、それを効果あるものにするためには、試験前の学生指導が重要である。各試験のすべての評価ポイントを学生に過不足無く開示し、それらが滞りなく出来るように指導すると共に、トレーニングに立ち会い詳細な指示を行うことが重要である。実技試験や判読試験を設けることで、一

般に学生の技術および知識の習得度は飛躍的に向上すると考えられた。ただし、学生は試験直後、十分な技術と知識を有していたとしても、1~2ヵ月経てば脳波検査実習をクリアしたという記憶は消えないが、すぐに出来なくなってしまうのも残念ながら事実である。

ところで、今回、睡眠脳波の判読が他の項目と比べ極めて悪かったのは、脳波記録実習で睡眠脳波の見学が十分出来ていないことが原因のひとつと考えられた。脳波記録をする学生も被験者の学生も、緊張感が高く、ほとんどの場合、被験者が睡眠することはない。如何に睡眠脳波を見学させるかが、今後の課題のひとつである。

臨床検査技師として働いている方々の意見も示唆に富むものであり、学生時代にはまったく脳波が理解出来なかった、しっかりと教えてもらっていない、脳波検査や脳波の判読は卒後教育で行うべきという意見を真摯に受け止め、今後の脳波教育のあり方について考えていく必要がある。心電図検査や超音波検査と比べ、脳波検査は教育施設間の格差が大きいと思われた。

VI. 結 語

学生にとって、臨床脳波学の講義・実習は、と

かくは難解でイメージしづらいものであることは想像するに余りある。しかし、心電図検査や超音波検査等と同様に、脳波検査も学生時代に基礎的知識や脳波検査法の諸技術だけでなく、せめて正常脳波波形の判読まで習得させ、臨地実習または社会に送り出すことの必要性は今後ますます高まっていくことが推察された。

昨今、医学・医療の高度化、細分化、多様化を背景として、脳波が読めない医師が増えているため、臨床検査技師が診療支援のひとつとして、如何に臨床脳波判読サポートを行っていくかが、今後、ひとつの課題になっていくはずである。そのために、我々、教育施設の教員が担うべき責任は少なくないと考える。

文 献

- 1) 関 亨. 脳波検査技師の現状と活用. 脳と発達 1977; 9: 104-8.
- 2) 所司睦文. 臨床脳波検査スキルアップ. 東京: 金原出版; 2012. p.1-240.
- 3) 大久保善朗, 本間伊佐子. 第 II 章 神経・筋機能検査. 臨床検査学講座 生理機能検査学 第 3 版. 東京: 医歯薬出版; 2010. p.107-76.