原 著

側頭葉てんかんの側方性と 発作時頭皮上脳波所見の検討

Accuracy and Reliability of Ictal Scalp EEG in Temporal Lobectomy

川 崎 淳* 兼 本 浩 祐* 西 川 覚**
中 川 嘉 洋*** 武 内 重 二* 河 合 逸 雄*

要旨：難治側頭葉てんかんに対する発作時脳波検査の有用性を検討する目的で術後1年以上 CPS の抑制された10例を対象とし、蝶形骨誘導を含む頭皮上脳波記録10例38発作について、3名の判読者が独立して判読した。その結果 CPS 時の律動的变化が最も多く出現し、起始側は56~80%の発作で手術側と一致した。脳波上側性を判断できた発作に限ればすべて手術側と一致した。振幅の左右差による判定は手術側との一致率、判読者間の信頼性とも起始側による判定に及ばなかった。また発作後の徐波は出現が少ない上に、側性の判定が困難なものが多く見られた。判読基準を明確にすることで発作時頭皮上脳波の有用性がより高まることが示唆された。

てんかん研究 1996; 14: 12-18

Key Words : accuracy and reliability, ictal scalp EEG, temporal lobectomy, rhythmic discharge

(受付: 1995年9月1日、訂正: 1995年12月5日、受理: 1995年12月8日)

はじめに

難治側頭葉てんかんに対する外科治療の術前検査として、発作時脳波検査は最も重要である。このうち頭皮上脳波は比較的侵襲の少ない検査であるが、側方性に関しては必ずしも正確とは言えない。また深部脳波は頭皮上脳波に比較して信頼性の高い検査ではあるが、侵襲が大きいという難点がある。実際に発作焦点の側方性を決定するにあたって、頭皮上脳波の所見をどのように評価するか、深部脳波がすべての症例に必要なか否かは臨床

上の大きな問題である。これらの問題を解決するために、発作時脳波特に頭皮上脳波の信頼性については現在までにいくつかの検討がなされてきた¹⁻⁴⁾。これらの報告では、いずれも3人の判読者による解析を行っており、頭皮上脳波の信頼性は高く、発作時脳波所見のうち律動的な θ 波または α 波が最も有用であると述べている。しかし律動的变化のなかでさらにどのような所見が有用であるかについては明らかでなく、頭皮上脳波の有用性を検討するにはさらに細かい脳波所見の検討が必要であると考えられる。またいままでの研究

* 国立療養所宇多野病院関西てんかんセンター
〔〒616 京都市右京区鳴滝音戸山町8〕

Jun Kawasaki, Kousuke Kanemoto, Satoru Nishikawa, Yoshihiro Nakagawa, Juji Takeuchi, Itsuo Kawai
Utano National Hospital, Kansai Regional Epilepsy Center

** 現: 京都大学脳統御医科学

*** 現: 北野病院小児科

Table 1 Summary of patient data

no	sex	age	onset	Sz type	number of Sz records	MRI atrophy	PET	depth EEG	side of surgery	outcome	follow up period
1	F	31	5	SPS, CPS GTC	2	Lt T	Lt T↓	Lt H	Lt	SPS only	4y9m
2	M	23	13	SPS, CPS	5	Lt T	Lt T↓	—	Lt	SPS only	4y
3	F	24	16	CPS	2	Rt H	Rt T↓	Rt H	Rt	Sz free	3y10m
4	F	28	3	SPS, CPS GTC	4	Rt T	—	—	Rt	GTC (withdrawal)	3y5m
5	F	41	11	SPS, CPS	2	Lt T	Lt T↓ (SPECT)	Lt H	Lt	Sz free	1y
6	F	19	9	SPS, CPS	5	negative	Rt T↓	—	Rt	SPS only	2y4m
7	F	25	2	SPS, CPS GTC	10	Rt T	Rt T↓	Rt H	Rt	SPS only	3y
8	M	22	4	SPS, CPS GTC	2	Lt H	Lt T↓	—	Lt	Sz free	1y4m
9	M	31	6	SPS, CPS GTC	2	negative	negative	Lt H	Lt	Sz free	2y
10	F	33	12	SPS, CPS GTC	4	Lt H	Lt T↓	Lt H	Lt	SPS only	1y

Abbreviations : M, male ; F, female ; Sz, seizure ; SPS, simple partial seizure ; CPS, complex partial seizure ; GTC, generalized tonic clonic seizure ; Lt, left ; Rt, right ; T, temporal lobe ; H, hippocampus

では発作焦点の側方性を深部脳波の結果で判定したものもある^{2,3)}。そこでわれわれは今回、術後1年以上複雑部分発作 (CPS) の消失した症例を対象に頭皮上脳波の発作時の所見を検討したのでこれを報告する。

対象および方法

1988 年以降 1993 年 10 月までに当院において側頭葉切除術を行った患者のうち、術前に発作時の頭皮上脳波 (蝶形骨誘導を含む) が施行され、術後1年以上が経過し複雑部分発作 (CPS) の再発を認めない 10 例 (男 3 例、女 7 例) を対象とした。これら 10 例の手術時の年齢は 19 歳から 41 歳 (平均 27.8 歳)。発症年齢は 2 歳から 16 歳 (平均 8.1 歳)。罹病期間は 8 年から 30 年 (平均 19.7 年)。手術後の追跡期間は 1 年から 4 年 9 ヶ月 (平均 2 年 8 ヶ月) である (Table 1)。

検討した蝶形骨誘導を含む頭皮上脳波記録は 38 発作である。これらについては発作脳波同時記録によって、意識減損の時期を確認し、単純部分発作 (SPS) の段階と複雑部分発作の段階に分けた。そして各脳波記録には発作内容 (単純部分発作のみ、単純部分発作から複雑部分発作、複雑部

分発作のみ) を記入した。発作の内訳は、単純部分発作のみが 10 発作、単純部分発作から複雑部分発作が 10 発作、複雑部分発作のみが 18 発作であった。さらに 3 人の判読者 (KK, SN, IK) に各脳波記録がどの症例のものか明らかにならぬよう、患者名を伏せて脳波記録をコピーし無作為に並べ替えた。各判読者はあらかじめ定められた判読基準に従って脳波記録を検討し、所定の脳波判読用シートに所見を記入した。判読の際に 3 名の判読者間の判読基準に対する解釈の差異が生じないようにする目的で、初めの 10 記録の判読には判読者以外の研究者 (JK) が立会い、解釈を確認しながら判読した。3 人の判読者とは別の研究者 (JK) が脳波判読用シートの結果をまとめ、発作ごとの検討および症例ごとの検討を行った。発作ごとの検討では各脳波所見ごとに焦点側の予測の正確性と各判読者間の信頼性について検討を行った。

検討した脳波所見は、「単純部分発作 (SPS) 時に出現する反復性の棘波、鋭波または律動的变化」、「CPS 起始時の変化」として、「棘波」、「脱同期化」、「速波」、「CPS 時の律動的变化」、「発作後の徐波」である。「CPS 時の律動的变化」の中

Fig. 1 This scalp recording contains rhythmic activity at CPS
Sp : sphenoidal electrode

ではさらに一側性か両側性か、起始部位、終了部位、振幅最大部位について検討した。

判読基準を以下に述べる。なおこれらの判読基準は Walczak ら⁴⁾の発作波の定義を参考にした。

「SPS 時に出現する反復性の棘波、鋭波または律動的变化」SPS 時にすでに出現する、規則的に反復する棘波もしくは鋭波または律動的な δ 、 α 、 θ 波。

「起始時の変化」CPS の初めに出現する脳波変化で、律動性変化より先行して現れる脳波変化を指す。律動性変化の見られないものでは、発作後の徐波より先行して現れる脳波変化で、脳波上の発作起始から 20 秒以内に起こるものを指す。

「律動的变化」脳波上の発作起始から 40 秒以内に出現し、5 秒以上持続する律動的な脳波変化をいう。 δ 波、 θ 波、 α 波を含む。

「発作後の徐波」新たに出てくるか、律動性変化より振幅が 50%以上増加する徐波をいう。

・起始部位とは他の誘導よりも 2 秒以上先行して、脳波変化が見られる部位とする。

・終了部位とは他の誘導よりも 2 秒以上遅れて脳波変化が終了する部位とする。

・振幅の左右差は一方が他方に比べて 2 倍以上大きいときに左右差があると判定する。

Fig. 1 は頭皮上脳波の 1 例である。右蝶形骨誘導 (Sp) および右前側頭部に CPS 時の律動的变化が見られる。

なお統計処理に関しては、コーエンの一致係数を用いて検討した。 P_o を観察された百分率、 P_e を偶然一致する確率とし、 $\kappa = (P_o - P_e) / (1 - P_e)$ とする。これにより得られた κ の値が 0.00~0.39 を Poor、0.40~0.59 を Fair、0.60~0.74 を Good、0.75~1.0 を Excellent とし、臨床的意義を判定した。

κ を検討するにあたり、まず各所見について 3 人の判読者が一致して所見なしとした発作は除外して検討した。つぎに 2 人以上の判読者が側方性を判断しえた発作について κ を検討した。

Table 2 The comparison of ictal scalp EEG finding to the side of surgery

ictal EEG findings	total	concordant	discordant	non
activity at SPS	13	12	0	1
activity at onset of CPS				
spike	2	2	0	0
desynchronization	0	0	0	0
fast wave	1	1	0	0
rhythmic activity				
onset	24	20	0	4
end	24	6	1	17
amplitude	24	13	1	10
post ictal slowing	9	2	1	6

Abbreviations : SPS, simple partial seizure ; CPS, complex partial seizure ;
Non, nonlateralized ;

Table 3 Accuracy and reliability of lateralization judgments using scalp EEG of SPS

accuracy of lateralization						
		all SPS			lateralizable SPS	
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-side surgery	67	0.45	15	100	1.0	10
2-side surgery	93	0.85	15	100	1.0	14
3-side surgery	93	0.85	15	93	0.85	15
reliability of lateralization						
		all SPS			lateralizable SPS	
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-2	73	0.54	15	100	1.0	10
1-3	67	0.48	15	100	1.0	10
2-3	87	0.73	15	93	0.84	14

Numbers in first column refer to individual EEGers. Thus "1-side surgery" refers to agreement between EEGer 1 and side of surgery, and "1-2" refers to agreement between EEGer 1 and EEGer 2

Abbreviations : SPS, simple partial seizure ; p_o, percentage agreement observed ; p_c, percentage agreement expected by chance ; κ , kappa, defined as (p_o-p_c)/(1-p_c)

結 果

まず 3 人の判読者のうち 2 名以上が所見ありとした脳波記録について、側方が手術側とどの程度一致したかを検討した (Table 2)。

「CPS 起始時の変化」は「棘波」、「脱同期化」、「速波」いずれも所見ありとしたものが非常に少なかったが、所見ありの場合は手術側と一致していた。

「発作後の徐波」については左右差が判定でき

た発作が非常に少なく、手術側との一致率も低かった。

「SPS 時の変化」および「CPS 時の律動的变化」は左右差を判定できた発作が多く見られたので詳述する。

「SPS 時に出現する反復性の棘波、鋭波または律動的变化」については 20 発作中 5 発作では 3 人とも所見なしとした。残りの 15 発作について検討した結果を Table 3 に示す。なおここでいう「1-side surgery」とは判読者 1 と手術側との比較で

Table 4 Accuracy and reliability of lateralization judgments using scalp EEG of CPS

rhythmic discharge at seizure onset						
accuracy of lateralization						
	all CSP			lateralizable CSP		
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-side surgery	56	0.39	25	100	1.0	14
2-side surgery	80	0.67	25	100	1.0	20
3-side surgery	72	0.56	25	100	1.0	18
reliability of lateralization						
	all CPS			lateralizable CPS		
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-2	60	0.42	25	100	1.0	12
1-3	60	0.44	25	100	1.0	11
2-3	68	0.52	25	100	1.0	15
rhythmic discharge at end of seizure						
accuracy of lateralization						
	all CPS			lateralizable CPS		
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-side surgery	20	0.09	25	83	0.56	6
2-side surgery	48	0.32	25	100	1.0	12
3-side surgery	32	0.17	25	89	0.77	9
reliability of lateralization						
	all CPS			lateralizable CPS		
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-2	64	0.37	25	100	1.0	5
1-3	84	0.71	25	100	1.0	5
2-3	60	0.35	25	100	1.0	6
difference of amplitude at rhythmic discharge						
accuracy of lateralization						
	all CPS			lateralizable CPS		
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-side surgery	68	0.43	25	77	0.54	22
2-side surgery	60	0.43	25	94	0.88	16
3-side surgery	24	0.13	25	86	0.70	7
Reliability lateralization						
	all CPS			lateralizable CPS		
	p _o	κ	n	p _o	κ	n
1-2	64	0.49	25	88	0.76	16
1-3	36	0.22	25	86	0.70	7
2-3	52	0.30	25	100	1.0	6

see legend for table 3

abbreviations : CPS, complex partial seizure ;

あり、「1-2」とは判読者1と判読者2との比較という意味である。手術側との一致率は67%から93%、 κ は0.45から0.85、脳波上側方性を判定できた発作に限れば93%から100%、 κ は0.85から

1.0と高かった。また判読者間の信頼性も κ 0.48から0.73、側方性を判定しえた発作に限れば、0.84から1.0と高かった。

「CPS時の律動的变化」については「起始部位」

で焦点側を判断した場合が、「終了部位」や「振幅の左右差」よりも手術側との一致率が高かった。すなわち一致率は「起始」で 56% から 80%、「終了」で 20% から 48%、「振幅の左右差」で 24% から 68% であった。判定しえた発作に限れば「起始」は 100% 一致した。信頼性についてみれば「起始」は κ が 0.42 から 0.52 とまずまずの結果で、判定しえた発作については完全に一致した (Table 4)。

症例ごとの検討では、SPS を持つ 5 例のうち 2 例で「SPS 時の変化」で判定が可能で、2 例とも手術側と一致していた。

「CPS 時の律動的变化」の「起始」で 10 例中 8 例が判定が可能で、すべて手術側と一致していた。判定不能の 2 例のうち 1 例は SPS 時の変化で判定可能であった。1 例はあらゆる脳波所見から判定不能で、深部脳波の所見から手術側が決定された。

考 察

発作時脳波、特に頭皮上脳波の信頼性については現在までにいくつかの検討がなされている。Spencer ら³⁾は 54 例の頭皮上発作時脳波について 3 人の判読者による解析を行い、そのうち側頭葉に焦点を持つ 27 例では 57~61% において側方性を正確に判定できたとしている。さらに左右の判定可能であった症例に限れば 83~97% で正確に判定可能であった。しかし側方性の決定に深部脳波を用いたことと、明確な判読基準を用いなかったことが問題であった。Risinger ら²⁾は 110 例の側頭葉てんかんの症例を対象に蝶形骨誘導を含む頭皮上脳波を検討した。彼らは発作波を「側頭部/蝶形骨に一側性の 5 Hz もしくはそれ以上の律動的な放電が発作記録の最初の 30 秒に現れたもの」と明確に定義した。この結果 82~94% の症例において深部脳波の結果を正しく予見したとしている。しかし発作波の定義を一側性と厳密にしたため、半数近くの症例では判定ができていない。Walczak ら⁴⁾は術後 2 年以上発作の消失した 35 例を対象に検討を行っている。彼らは発作波を、脳波上の発作起始、律動的な θ 波または α 波、発作後の所見の 3 つに分け、一側のみでなく左右

差のあるものも判定するように定義した。この結果側頭葉の発作においては 76~83% が正しく判定可能で、判定可能なものに限れば 93~99% 正しく判定できたとした。また彼らは律動的な θ 波または α 波がより正確であるとしたが、脳波上の発作起始や発作後の所見もかなり正確に焦点を判定したとしている。また Williamson ら⁵⁾の研究においては、側性のある律動的な発作活動の build up は 80% で見られたが、13% の症例で手術による治癒から判定された発作起始側とは反対側に出現し、一側性の発作後の徐波はもし存在するとすれば非常に信頼できる側性所見であったとしている。

今回のわれわれの研究はこれらの研究と同じように 3 人の判読者による解析を行っており、CPS 時の律動的变化についての判読者間の一致率は高かった。また症例を術後 1 年以上発作の消失した症例に限定したことで、Walczak ら⁴⁾の研究と同様により正確に発作起始側との比較が可能となっている。さらに Walczak ら⁴⁾の研究より脳波の判読基準を詳細に定義し、頭皮上脳波において発作波のどの所見が側方性の検討により有用性が高いかを検討した。Walczak ら⁴⁾の研究における「脳波上の発作起始」には SPS 時のものかどうかの定義がないが、今回のわれわれの研究では SPS 時の変化と CPS 時の棘波、脱同期化、速波に分けて検討した。その結果 SPS 時の変化はもし存在すれば側性の判定にかなり有用であるが、その他の所見は出現率が低く、有用性が少ないことが明らかとなった。SPS 時の変化は側性を誤る可能性も否定できない。

次に CPS 時の律動的变化であるが、これは他の研究においても最も有用と考えられている。しかし一側性の変化のみを取り上げたり、振幅の左右差と起始時の差を一緒に扱うなどのために、いかなる所見が有用であるかは明らかになっていなかった。今回の研究においては、起始側の判定が発作焦点の側性を判断する上で最も有用であり、振幅の左右差は時に側性を誤る恐れがあると考えられた。振幅の左右差の有用性に問題を生じる理由としては、振幅は発作の途中でしばしば変化するため⁶⁾、いつの時点の左右差を判定するかの

定義がしにくいことが挙げられる。われわれの研究でもこれを定義していないため、判読者間のばらつきが大きくなり、信頼性が低くなった。このことは今後 CPS 時の律動的变化の左右差を判定する上で重要であると考えられる。また発作後の徐波について、他の研究ではかなりの症例に出現し、発作起始側の判定に有用であるという結果がでているが³⁻⁵⁾、今回のわれわれの研究ではこれを否定する結果がでた。この原因として施設による患者背景の相違が考えられる。より難治な症例を対象にした場合、側性を示唆する所見は少なくなる可能性がある。さらに多くの施設による研究を待ちたい。

以上をまとめると発作時脳波として、頭皮上脳波についても CPS 時の律動的变化の起始を注意深く検討することで、有用性を高めることができると考えられる。

本研究は平成 6 年度厚生省精神・神経疾患研究委託費「難治てんかんの治療法開発に関する研究」(八木班)の研究費によった。

文 献

1) Murro AM, Park YD, King DW, Gallagher BB,

Smith JR, Yaghai F, et al. Seizure localization in temporal lobe epilepsy: A comparison of scalp-sphenoidal EEG and volumetric MRI. *Neurology* 1993 ; 43 : 2531-2533.

2) Risinger MW, Engel J, Van Ness PC, Henry TR, Crandall PH. Ictal localization of temporal lobe seizures with scalp/sphenoidal recordings. *Neurology* 1989 ; 39 : 1288-1293.

3) Spencer SS, Williamson PD, Bridgers SL, Mattson RH, Cicchetti DV, Spencer DD. Reliability and accuracy of localization by scalp ictal EEG. *Neurology* 1985 ; 35 : 1567-1575.

4) Walczak TS, Radtke RA, Lewis DV. Accuracy and interobserver reliability of scalp ictal EEG. *Neurology* 1992 ; 42 : 2279-2285.

5) Williamson PD, French JA, Thadani VM, Kim JH, Novelty RA, Spencer SS. Characteristics of medial temporal lobe epilepsy: II. Interictal and ictal scalp electroencephalography, neuropsychological testing, neuroimaging, surgical results, and pathology. *Ann Neurol* 1993 ; 34 : 781-787.

6) Steinhoff BJ, So NK, Lim S, Lüders HO. Ictal scalp EEG in temporal lobe epilepsy with unitemporal versus bitemporal interictal epileptiform discharges. *Neurology* 1995 ; 45 : 889-896.

Summary

Accuracy and Reliability of Ictal Scalp EEG in Temporal Lobectomy

Jun Kawasaki, Kousuke Kanemoto, Satoru Nishikawa, Yoshihiro Nakagawa, Juji Takeuchi, Itsuo Kawai

In order to assess the accuracy and reliability of ictal EEG, 38 scalp EEG from 10 patients were analyzed by three electroencephalographers. All patients had been seizure-free for more than one year after temporal lobectomy. Rhythmic discharge in CPS was more common, and its onset was more accurate and reliable than its amplitude asymmetry to determine the lateralization of seizure origin. When all seizures were analyzed, we determined side of seizure onset correctly in 56% to 80% of seizures. When analysis was confined to those seizures in which lateralization was possible, we correctly lateralized all seizures. Postictal slowing was less common and provided little information to lateralization judgement.

J. Jpn. Epil. Soc. 1996 ; 14 : 12-18

(received : September 1, 1995, revised : December 5, 1995, accepted : December 8, 1995)