

液晶ディスプレイを用いた Pattern Reversal Visual Evoked Potential に チェックサイズが及ぼす影響

大栗 聖由^{1)*}, 松浦 由香²⁾, 池口 拓哉³⁾, 高森 稔弘⁴⁾, 小河 佳織¹⁾, 樋本 尚志¹⁾, 前垣 義弘⁵⁾

¹⁾香川県立保健医療大学保健医療学部臨床検査学科

²⁾鳥取市立病院中央検査部

³⁾鳥取大学大学院医学系研究科保健学専攻

⁴⁾鳥取大学医学部附属病院検査部

⁵⁾鳥取大学医学部脳神経医科学講座脳神経小児科学

要旨

ブラウン管を用いた視覚誘発電位 (visual evoked potential, VEP) の刺激法としてパターンリバーサル刺激 (pattern reversal, PR) があり, チェックサイズの大きさにより潜時や振幅が変化することは周知の事実である. しかし, 液晶ディスプレイ (liquid crystal display, LCD) を用いた報告は認められない. そこで, LCD におけるチェックサイズの大きさや身体的要因が PR-VEP の頂点潜時や振幅に及ぼす影響について検討した. 対象は学生ボランティア18名. チェックサイズ 32, 16, 8それぞれ測定した. 記録された波形から, 潜時 (N75, P100, N145) と振幅 (N75-P100, P100-N145) を測定した. チェックサイズ32と比較し8において, P100潜時は左後頭葉と中心後頭葉の電極で延長する傾向が認められた ($p=0.052$, $p=0.075$). また, 共変量を調整した共分散分析においては, 左後頭葉と中心後頭葉の電極におけるチェックサイズと P100潜時との間に統計学的有意な関連を認めた ($p=0.004$, $p=0.006$). 重回帰分析の結果, 眼の高さまでの座高が P100潜時と有意に関連していた ($p<0.001$). 振幅にはチェックサイズにおける有意な影響は認められなかった. LCD を用いた PR-VEP を検査する場合, 目の高さまでの座高により P100潜時は影響されることが示唆された.

Key Words : 視覚誘発電位 (visual evoked potentials), 液晶ディスプレイ (liquid crystal display), チェックサイズ (checker size), 共分散分析 (analysis of covariance)

はじめに

視覚誘発電位 (visual evoked potential, VEP) は, 眼の網膜にパルス光や格子模様 (チェックサイズ) の光刺激を与えたとき, 網膜から視神経経路を経て大脳視覚領域に生ずる電氣的反応である^{1,2)}. この検査法は, 多発性硬化症や視神経炎等の診断に有用とされている^{3,4)}. 視覚誘発電位の刺激方法には, 強い光刺激をクセノン放電管型ストロボスコープから発するフラッシュ刺激 (flash), 白黒のチェックサイズを反転させ刺激を行うパターンリバーサル刺激 (pattern reversal, PR), LEDゴーグルを用いたゴーグル刺激, 視野上の多数の局所領域における視覚刺激で誘発される多局所刺激それぞれが臨床で用いられている^{1,5)}. 特に PR は, 全視野や半視野といった任意の視野を刺激することが可能であり, flash

よりも鋭敏に病態を検出することが可能であると報告されている⁶⁾.

VEP の評価として, 導出される波形の頂点潜時や振幅が用いられている. ブラウン管 (cathode ray tube, CRT) を用いた PR-VEP では, チェックサイズの大きさが大きくなるにつれ, 頂点潜時が速くなることが知られている⁷⁾. しかし, この CRT は, 一般市場では既に販売されていないことが多く, 現在では液晶ディスプレイ (liquid crystal display, LCD) が普及している. 今後は刺激モニターとして LCD が CRT に変更されることが予想されるが, LCD を用いた PR-VEP におけるチェックサイズの大きさが頂点潜時や振幅に与える影響について, 基礎的検討を行った報告は認められない.

そこで, LCD におけるチェックサイズの大きさが PR-VEP 頂点潜時や振幅に及ぼす影響について検討した.

*連絡先: 〒761-0123 香川県高松市牟礼町原281-1 香川県立保健医療大学保健医療学部臨床検査学科 大栗聖由

E-mail: ooguri-m@chs.pref.kagawa.jp

<受付日 2020年9月14日> <受理日 2020年12月16日>

さらに、身長や体重など身体的要因と LCD を用いた PR-VEP パラメータとの関連性についても検討した。

対象と方法

1. 対象

対象は2017年4月1日から2017年8月31日にまでに参加した、視神経疾患を認めない健常成人18人（平均年齢 21.9 ± 2.0 歳，21-30歳，男性7人，女性11人）。本検討以前に、弱視や視神経炎など視神経疾患を診断された被検者は検討から除外した。本研究は、鳥取大学医学部倫理審査委員会で承認され、被検者に対して研究に先立ち趣旨と内容を口頭および書面で説明し、同意を得た（倫理審査承認番号：17A039）。

2. 身体的データの測定

LCD を用いた PR-VEP パラメータに体格や頭の大きさなど、どの身体的要因が影響を及ぼすのか検討するため、被検者の年齢、体格指数 (body mass index, BMI)、鼻根と後頭結節を結んだ頭部の周囲である頭囲、座高、椅子に対して臀部の接着面から目の高さまでにおける距離（目の高さまでの座高）を記録した。これらの身体的要因は、PR-VEP 検査と同日に記録した。

3. PR-VEP

機器は、日本光電ニューロパック S1（日本光電，東京，日本）を使用した。刺激モニターは、一般的にパソコン表示画面として使用されている LCD (I-O DATA LCD-A173F：応答時間12ミリ秒 (ms)) を使用した。応答時間とは、黒色から白色へ変化するために要する時間のことであり、一般的に市場で売られているモニターは 8 ms-16ms のものが多い。そのため、本検討では研究室に常備されていた応答時間12ms のモニターを使用した。モニターの黒色格子の輝度は 0.27cd/m^2 、白色格子の輝度は 59.51cd/m^2 、平均輝度は 29.9cd/m^2 、コントラストは 99.1% に設定した。

検査方法は、日本臨床神経生理学会が指針として提唱している方法を用いた⁵⁾。刺激強度として、チェックサイズの大きさは 32 (11×11mm)、16 (22×22mm)、8 (44×44mm) それぞれについて検査施行した (図1)。刺激頻度 1 Hz、加算回数100回で全視野刺激を 2 回施行した。電極は脳波用銀皿電極を用い、関電極を MO (後頭結節から 5 cm 上)、LO (MO から左に 5 cm)、RO (MO から右に 5 cm) に、不関電極を鼻根部から 12cm 上に配置し測定した。設置電極は国際 10/20 法に準じて Fpz に配置した。被験者はモニターから 126 cm 離れた場所に座位にてモニターの中心にある 11×11mm の白四角を注視した。座位に使用した椅子は、高さが固定式のものを使用した。

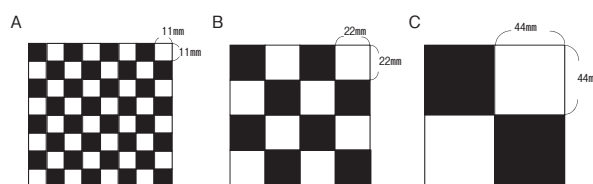


図1 Pattern reversal に用いるチェックサイズの大きさ
実際の刺激に用いたチェックサイズの大きさはそれぞれ、
A : 32 (11×11mm), B : 16 (22×22mm), C : 8 (44×44mm) である。

4. 波形の計測 (図2)

記録された波形から、頂点潜時及び振幅について記録を行った。頂点潜時は、刺激から最初の陰性頂点を N75、次に記録される陽性頂点を P100、P100の次に現れる陰性頂点を N145として潜時を記録した。振幅は N75-P100の頂点間および P100-N145の頂点間について記録した。2回測定して記録した値の平均値を用いて検討を行った。

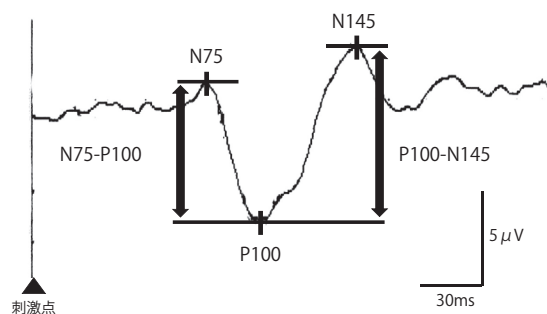


図2 Pattern reversal visual evoked potential (PR-VEP) の測定法
PR-VEP の頂点潜時 (N 75, P 100, N 145) と N75 と P100 および
P100 と N145 の頂点間を結んだ振幅 (N75-P100 および P100-N145)
を示す。

5. 統計解析

身体的パラメータに性差がないか調べるために、対応のある t 検定を用いた。また、本検討で用いた 3 種類のチェックサイズにおける頂点潜時および振幅の比較検討として、一元配置の分散分析 (ANOVA) を使用し、有意差を認めた場合に後検定として Bonferroni の多重比較検定を用いて検討した。次に、チェックサイズの大きさが PR-VEP パラメータに及ぼす影響を調べるために、共分散分析 (ANCOVA) を用いて検討した。最後に、上記の検討と LCD を用いた PR-VEP パラメータと身体的要因の関連性を調べるために、重回帰分析を行った。統計学的解析には、IBM SPSS Statistics Version 27 (IBM, Illinois, USA) を使用し、有意水準はいずれも $p < 0.05$ を統計学的有意とした。

結 果

1. 身体的要因

身体的要因について、男女別の結果を表1に示す(表1)。眼の高さまでの座高および頭囲において、男性は女性と比較し有意に高値を示した($p=0.027$, $p=0.004$)。その他の要因である年齢やBMI、座高において有意な性差は認められなかった。

表1 身体的なパラメータにおける性差

項目	男性 (n=7)	女性 (n=11)	P値
年齢(歳)	23.0 ± 3.2	21.3 ± 0.5	0.200
BMI(kg/m ²)	22.8 ± 5.2	19.9 ± 1.4	0.197
座高(cm)	89.0 ± 3.5	86.5 ± 2.5	0.099
眼の高さまでの座高(cm)	78.1 ± 4.1	74.3 ± 2.7	0.027
頭囲(m)	59.1 ± 2.4	56.3 ± 1.3	0.004

表2 チェックサイズの大きさによるPR-VEPの頂点潜時および振幅

測定項目		チェックサイズ			傾向を認めた組み合わせ	p値	
		8	16	32			
LO	潜時	N75(ms)	86.1 ± 10.6	85.2 ± 8.2	89.9 ± 6.9	-	NS*
		P100(ms)	111.4 ± 8.7	112.8 ± 7.8	118.3 ± 8.5	8 vs 32	0.052
		N145(ms)	148.6 ± 22.2	149.1 ± 22.9	150.0 ± 14.6	-	NS*
	振幅	N75-P100(μV)	5.7 ± 2.3	5.8 ± 1.9	5.7 ± 2.8	-	-NS*
		P100-N145(μV)	5.4 ± 2.4	5.7 ± 2.3	5.4 ± 2.3	-	-NS*
MO	潜時	N75(ms)	86.8 ± 14.8	90.0 ± 14.6	95.2 ± 12.5	-	-NS*
		P100(ms)	110.6 ± 7.2	112.4 ± 6.7	116.2 ± 7.6	8 vs 32	0.075
		N145(ms)	149.5 ± 22.2	150.4 ± 22.4	148.8 ± 13.0	-	NS*
	振幅	N75-P100(μV)	8.0 ± 3.4	7.8 ± 2.8	8.0 ± 4.0	-	-NS*
		P100-N145(μV)	8.0 ± 4.2	7.4 ± 3.2	7.3 ± 3.3	-	-NS*
RO	潜時	N75(ms)	83.6 ± 8.6	84.3 ± 8.6	88.2 ± 6.2	-	-NS*
		P100(ms)	109.6 ± 10.0	112.0 ± 8.7	115.8 ± 9.6	-	-NS*
		N145(ms)	146.4 ± 21.0	147.5 ± 20.3	152.8 ± 16.0	-	-NS*
	振幅	N75-P100(μV)	5.7 ± 2.0	5.5 ± 2.0	5.2 ± 1.9	-	-NS*
		P100-N145(μV)	5.9 ± 2.6	5.6 ± 2.3	6.0 ± 2.5	-	-NS*

* , Not significant.

表3 チェックサイズの大きさとP100潜時の関連性

測定項目	調整済み平均値 ± SD(ms) (95%信頼区間) ^{a)}	調整済みの平均値の差(ms) (95%信頼区間) ^{a)}	p値
LO	チェックサイズ8	111.4 ± 1.6 (108.2-114.7)	Reference
	チェックサイズ32	118.3 ± 1.6 (115.1-121.5)	6.9 (2.3-11.4)
MO	チェックサイズ8	110.6 ± 1.3 (108.0-113.2)	Reference
	チェックサイズ32	116.2 ± 1.3 (113.5-118.8)	5.5 (1.8-9.3)

a) 重回帰分析 アウトカム: P100潜時, 要因: チェックサイズの大きさ, 共変量: 年齢, 性別, BMI, 座高, 眼の高さまでの座高, 頭囲にて調整。

3. P100潜時に影響を与える因子(表4)

次にP100潜時に影響を与える身体的因子を検討した。重回帰分析の結果、眼の高さまでの座高がLOとMOにおけるP100潜時と有意に関連していた($p<0.001$)。また、座高においてもMOにおけるP100潜時と有意な関連性を認めた($p=0.021$)。その他の身体的パラメータである年齢、性別、BMI、頭囲において、P100潜時と有意な関連性は認められなかった。

2. チェックサイズの大きさによるPR-VEPの変化

チェックサイズの大きさにおけるPR-VEPの潜時や振幅の変化について検討し、LOとMOにおいてチェックサイズの大きさが最も大きい8のP100潜時は、最も小さい32と比較し潜時の短縮傾向を認めた($p=0.052$, $p=0.075$) (表2)。その他の潜時および振幅に関しては、チェックサイズの大きさによる有意な差は認められなかった。共変量(年齢、BMI、座高、眼の高さまでの座高、頭囲)を調整した共分散分析において、LOとMOにおけるP100潜時の調整済み平均値の差(95%信頼区間)はそれぞれ6.9(2.3-11.4)と5.5(1.8-9.3)であり、チェックサイズとP100潜時との間に統計学的有意な関連を認めた($p=0.004$, $p=0.006$) (表3)。

表4 チェックサイズの大きさによるP100潜時と身体的測定データの関連性

	自由度調整R ² :0.32	p値	標準化回帰係数	95%信頼区間	
				下限	上限
LO	年齢	0.990	-0.003	-1.647	1.624
	性別	0.990	0.003	-8.101	8.199
	BMI	0.067	0.530	-0.102	2.858
	座高	0.071	0.385	-0.106	2.441
	眼の高さまでの座高	<0.001	-1.014	-3.833	-1.232
	頭囲	0.390	-0.246	-3.404	1.367
MO	年齢	0.361	0.160	-0.729	1.939
	性別	0.134	0.316	-1.635	11.662
	BMI	0.375	0.239	-0.675	1.739
	座高	0.021	0.479	0.203	2.281
	眼の高さまでの座高	<0.001	-1.061	-3.324	-1.202
	頭囲	0.386	0.237	-1.108	2.784

考 察

本研究では、LCDにおけるチェックサイズの大きさや身体的要因がPR-VEP 頂点潜時や振幅にどのような影響を及ぼすかについて検討した。その結果、応答時間12msのLCDモニターを用いてPR-VEPを施行した場合、チェックサイズが小さいとLOとMOにおけるP100潜時の延長を認めることが示唆された。

臨床現場において、PR-VEPの刺激装置は未だにCRTを用いていることが多いため、LCDを用いた基礎的検討の報告は本邦では少なく⁸⁾、チェックサイズの大きさによる波形への影響について報告は認められない。しかし、CRTを用いたPR-VEPにおいて、チェックサイズの大きさが頂点潜時や振幅に与える影響についてはいくつか報告が認められる^{7,9)}。黒岩らは健常者に対してチェックサイズが64、32、16の3つの格子模様を用いて検討を行い、P100潜時が16と比較し64で有意に延長することを報告した⁷⁾。これは、白色格子模様の大きさに比例して刺激強度が変化するため、格子模様が小さいほど刺激強度が弱くなるからである。本研究においても、チェックサイズ8と比較し32の刺激ではP100潜時が有意に延長していた。以上のことから、PR-VEP検査時においてLCDを用いた刺激でもチェックサイズの大きさにP100潜時は影響されることが明らかとなった。

次に、P100潜時の絶対値を用いた平均値および身体的要因を調整した平均値をそれぞれ算出した。既報によると、CRTを用いたP100潜時はチェックサイズ32の場合 $94.8 \pm 8.8\text{ms}$ ⁷⁾であり、LCDを用いた結果はCRTと比較して潜時の延長を認めた。CRTと比較して潜時が延長する理由として、LCDでは白色から黒色へ変化する際に応答時間が存在するため、CRTと比較し刺激提示まで時間差を生じる。この時間差により刺激強度が減少し、潜時が延長することが知られている¹⁰⁾。もう1つの理由としては、この白黒格子模様の変化時に生じる一時的な平均輝度減少によりflash刺激のような一瞬光る刺激が引き起こされる。これにより、PR-VEPにflash-VEPの要素も記録されてしまうため、波形にアーチファクトが混入するflash effectを生じ、純粋なPR-VEPの形ではなくなることも報告されている¹¹⁾。上記2つのアーチファクトを除外するためには、応答時間2msのモニターでorganic electric-luminescenceのディスプレイを用いることでアーチファクトを減少させる可能性がある¹¹⁾。本研究で用いたLCDは応答時間が12msであったことと、LCD特有の応答時間による平均輝度の減少やflash effectを生じたことにより、P100潜時が延長したと考えられた。

本検討におけるチェックサイズ8から32への変更時のP100潜時延長に関与した因子は、眼の高さまでの座高であることが明らかになった。また、BMIも潜時延長

に関与した因子となりうる可能性が考えられた。CRTを用いた場合、P100潜時の延長に関与する因子として年齢や頭囲が挙げられているが、BMIや座高、そして目の高さまでの座高について検討されていなかった^{12,13)}。日本臨床神経生理学会が提唱している誘発電位測定指針において、刺激視野は8度以上が良いと記載されている⁵⁾。本研究ではこの指針に則って施行したが、高さが固定式の椅子を使用して検査を行ったため、眼の高さが検者毎に異なり、両眼に対する刺激視野が変化したため潜時に影響を及ぼしたことが考えられた。そして、体格は座高にも影響を及ぼすため、BMIと潜時延長の間に弱い関連性を認めたと考えられた。今後検討を継続するにあたり、高さが可変式の椅子を用いて目の高さをモニター中心部に揃えるか、ベッド上で仰臥位にてモニターを上方に固定してベッドを動かすことでモニター中心に検者を移動させ、検査を行う必要があると考えられた。

潜時延長の認められた部位がLOとMOであり、潜時に左右差を認めた。利き腕により後頭葉の成長に左右差が出るのが知られており、右利きの方では左利きの方と比較し左後頭葉が後方に突出していると報告されている¹⁴⁾。今回の被検者は全員が右利きであり、利き腕の影響による左右大脳半球の成長に左右差を生じたため、潜時に左右差を認めたと考えられた。

LCDを用いたPR-VEPの振幅は、チェックサイズの大きさを変更しても有意な差は認められなかった。一方、大塚らはCRTを用いたPR-VEPを詳細に検討し、チェックサイズの大きさによる影響がN75-P100振幅において認められたと報告している¹²⁾。LCDを用いたPR-VEPの振幅がチェックサイズに影響されなかった理由として、刺激強度がLCD特有の応答時間によりCRTと異なるため同じ結果にならなかったと考えられた。

本検討の限界点として、人数が少数であることも影響していると考えられた。また、年齢も青年層の被検者であったため測定値は偏った結果になっている可能性が考えられた。今後、母集団を大きくすることでデータを蓄積し、多人数でのLCDによる影響について検討を継続していく必要がある。また、flash effectなどのアーチファクトが潜時延長に関与しているのか明らかにするために、PR-VEP測定時に輝度を同時に測定して検討したい。

結 語

LCDを用いたPR-VEP検査時にチェックサイズの大きさを変化させると、LOとMOにおけるP100潜時が延長することが確認された。また、P100潜時延長に関連する身体的要因として、目の高さまでの座高が最も影響する因子であった。将来的にLCDをVEP検査で用いる場合、検査条件や機器設定条件で容易に検査結果

が変化することを念頭に置き、モニターの設定条件と被検者の身体的要因にも注意を払いながら検査を行う必要がある。

文 献

- 1) Sharma R, Joshi S, Singh KD, Kumar A. Visual Evoked Potentials: Normative Values and Gender Differences. *J Clin Diagn Res* 9(7): 12-15, 2015. doi: 10.7860/JCDR/2015/12764. 6181
- 2) Odom JV, Bach M, Brigell M, Holder GE, et al. International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016update). *Doc Ophthalmol* 133(1): 1-9, 2016.
- 3) Mizota A, Asaumi N, Takasoh M, Adachi-Usami, E. Pattern visual evoked potentials in Japanese patients with multiple sclerosis without history of visual pathway involvement. *Doc Ophthalmol* 115(2): 105-109, 2007.
- 4) Miller DH, Newton MR, van der Poel JC, du Boulay EP, et al. Magnetic resonance imaging of the optic nerve in optic neuritis. *Neurology* 38(2): 175-179, 1988.
- 5) 日本臨床神経生理学会. 誘発電位測定指針案(1997改訂版), 2020-08-26, http://jscn.umin.ac.jp/files/guideline/EPrecording_1997_draft.pdf
- 6) Chiappa KH. "Evoked potentials in clinical medicine", 3rd ed, Lippincott-Raven, Philadelphia, 32-33, 1997.
- 7) 黒岩義之, Celesia G. G. "視覚誘発電位", 西村書店, 新潟, 35-56, 1989.
- 8) 高森稔弘, 大栗聖由, 足立良行, 今井智登世, ほか. ブラウン管モニターと液晶ディスプレイ刺激による視覚誘発電位の比較検討. *医学検査* 66(3): 180-183, 2017.
- 9) Sokol S, Moskowitz A, Towel VL. Pattern reversal visually evoked potentials in infants. *Invest Ophthalmol* 15: 58-62, 1976.
- 10) Matsumoto CS, Shinoda K, Matsumoto H, Funada H, et al. Comparisons of pattern visually evoked potentials elicited by different response time liquid crystal display screens. *Ophthalmic Res* 51(3): 117-123, 2014.
- 11) Matsumoto CS, Shinoda K, Matsumoto H, Funada H, et al. Liquid crystal display screens as stimulators for visually evoked potentials: flash effect due to delay in luminance changes. *Doc Ophthalmol* 127(2): 103-112, 2013.
- 12) 大塚菜花, 黒岩義之, 尾本周, 馬場泰尚. Transient型全視野パターン反転視覚誘発電位の正常値に関する研究: 健常人167例における統計解析. *臨床神経生理学* 39(4): 199-205, 2011.
- 13) Stockard JJ, Hughes JF, Sharbrough FW. Visual evoked potentials to electric pattern reversal. Latency variations with gender, age, and technical factors. *Am J EEG Technol* 19: 171-204, 1979.
- 14) Le May M, Kido DK. Asymmetries of the cerebral hemispheres on computed tomograms. *J Comput Assist Tomogr* 2: 471-476, 1978.

Influence of checker sizes on pattern reversal visual evoked potentials using liquid crystal display

Masayoshi Oguri^{1)*}, Yuka Matsuura²⁾, Takuya Ikeguchi³⁾, Toshihiro Takamori⁴⁾, Kaori Ogo¹⁾, Takashi Himoto¹⁾, Yoshihiro Maegaki⁵⁾

¹⁾ *Department of Medical Technology, Faculty of Health Sciences, Kagawa Prefectural University of Health Sciences*

²⁾ *Department of Laboratory Medicine, Tottori Municipal Hospital*

³⁾ *Major of Health Science, Graduate school of Medical Science, Tottori University*

⁴⁾ *Department of Laboratory Medicine, Tottori University Hospital*

⁵⁾ *Division of Child Neurology, Department of Brain and Neurosciences, Faculty of Medicine, Tottori University*

Abstract

Pattern reversal (PR) is the most widely used pattern stimulus in visual evoked potentials (VEPs) using cathode ray tube (CRT). The latency and the amplitude of PR-VEPs, developed using CRT generated checkerboard patterns, are affected by sizes of the checkers. However, the method for PR-VEPs using liquid crystal display (LCD) have not been established. Thus, the purpose of this study was to investigate the effects of checker sizes on the latency and amplitude of PR-VEPs developed using LCD. Moreover, we attempted to clarify the anthropometric factors affecting the PR-VEP test. PR-VEPs were conducted in 18 healthy volunteers. Stimuli with checker sizes of 32, 16, and 8 were given to the volunteers. The latencies of N 75, P 100 and N 145 and amplitudes of N 75-P 100 and P 100-N 145 were determined. The checker sizes tended to prolong the peak latencies in the left and medial occipital areas ($p=0.052$, $p=0.075$). Statistically significant correlations were found between the checker sizes and the P 100 latencies in the left and medial occipital areas ($p=0.004$, $p=0.006$, analysis of covariance). Multiple linear regression analysis showed significant correlations between the sitting height from eyes to supporting surface on which a person is sitting erect and the P 100 latency ($p<0.001$). No significant differences were found between PR-VEP amplitudes and checker sizes. In conclusion, the most significant anthropometric factor correcting with the prolongation of P 100 latency was the sitting height from eyes to the supporting surface on which person is sitting erect when LCD was used in PR-VEP.

Key Words : visual evoked potentials, liquid crystal display, checker size, analysis of covariance

*Correspondence to : Masayoshi Oguri, Department of Medical Technology, Faculty of Health Sciences, Kagawa Prefectural University of Health Sciences, 281-1 Hara, Mure-cho, Takamatsu, Kagawa, 761-0123, Japan
E-mail : ooguri-m@chs.pref.kagawa.jp