VECP による新しい立体視検査法

深井小久子・早川友恵・難波哲子

逸見裕子 (川崎医大)

New Method of Binocular VECP by Solid Targets

Sakuko FUKAI, Tomoe HAYAKAWA, Tetsuko NANBA and Hiroko HENMI

Department of Ophthalmology, Kawasaki Medical School

In the recent examination method of stereopsis, a target with random dots having a real depth, such as the Frisby test, has been developed. As an objective method of binocularity test, the binocular effect of VECP was examined comparatively on several kinds of real solid target. Visual stimulation was given by the binocular liquid crystal electric shutter which triggered an average computer to induce a steady state VECP.

Target with less uneven surface such as flat checkerboard pattern, white plaster bust, panel of the Frisby test and projected doll's slide on screen induced a binocular excitation of VECP up to $\sqrt{2}$ times.

Target with rich uneven surface such as a French doll with tucked skirt and building of black and white wooden blocks induced a remarkable increase of binocular excitation up to $\sqrt{4}$ times. Consequently, for the objective test of binocularity by VECP, building of wooden blocks was found to be the best stimulating target since the building could indicate an amount of disparity from the Vieth-Müller circle.

Key Words: Binocular VECP, disparity sensitive, solide target, liquid crystal electric shutter, normal binocularity.

I. 緒 言

最近、立体視の自覚的検査法は Frisby test のごとく実際空間における深さのズレを応用した方法が用いられるようになってきた。しかしこの原理をとり入れた他覚的検査法はいまだ完成の域に達しておらず、我々は両眼性 VECP の増大現象を利用して他覚的立体視検査法の開発研究を行なった。両眼刺激 VECP 振幅が片眼

刺激よりも大きくなることは多くの報告^{1,2)}があり、その両眼増大の程度は $\sqrt{2}$ 倍(約1.4倍)であると言われている。しかし Srebro³⁾ は両眼刺激 VECP が単眼刺激の2倍以上になつて始めて両眼視としての価値があると述べている。

今回、我々は両眼視正常者について、VECP の両眼性増大効果の最も高い刺激方法を種々検討し、各々の刺激条件下での両眼性増大率を比較した。その結果連続的 disparity のある実在物体で両眼性効果が高いというデータを得、第17

回神経眼科学会⁴⁾と第84回日本眼科学会⁵⁾においてその詳細を発表したが、これに至るまでの開発のプロセスを示す。

Ⅱ．実験方法

視覚刺激の方法は日本点眼薬製の双眼液晶シャッターを用い、8～10 Hzで開閉して、両眼同時、右眼または左眼の単眼刺激を行なった。液晶シャッターを用いたVECPの報告は1977年筒井等⁶⁾が最初である。本法は自然視に近くシャッターは電流でon-offが行なわれるため、この電流を同時にcomputer triggerに利用しVECPの加算ができるという利点がある。シャッターの開く速度は1 msec 閉じる速度は4 msec で、ほぼ矩形波刺激が可能である。

視標にはデッサン用白色石膏胸像、Frisby test、小型フランス人形（高さ28 cm、スカートの拡がり70 cm）、大型フランス人形（高さ55 cm、スカートの拡がり200 cm）、白黒市松ブロック（4 cm × 4 cm × 20 cm）を使用し、対照としては白スクリーン、黒スクリーン、人形スライドを用いた。視距離は視標により30, 45, 90, 150 cmとそれぞれ変化させた。コントラストはフランス人形では20%，白黒市松ブロックでは67%であり、測定室内は220 Luxである。

脳波誘導はOzと耳朶よりの単極誘導を行なった。関電極には0.18 mmの針電極を用い、不関電極には10 mmの銀製四電極を使用した。V

EC Pは steady state で分析し、50回加算をしたが、この方法は反応波形が同時に再現され記録できるので便利である。振幅の測定はPeak to peak を計測に μV に換算した。

VECPの両眼性増大効果の算出方法は、各単眼刺激のVECP振幅の平均値で両眼刺激VECP振幅を徐す方式(Binocular Additivity Factor)^{2,7,8)}と各単眼の大きい方の振幅で両眼振幅を徐す方式(Incremental binocular amplitude)⁹⁾を使用した。

被験者は23～56歳までの眼科職員であり、自覚的両眼視検査法ですべて可能な両眼視正常者である。

Ⅲ．結 果

白色石膏胸像、Frisby test、小型フランス人形、大型フランス人形、対照に用いたスクリーンでの両眼性増大率を表1に示す。

第1に用いた視標はデッサン用白色石膏胸像である。この視標はいかにも立体感があるようだが、両眼性増大率は119 ± 27.3%であつた。対象として白スクリーン、黒スクリーンでの両眼性増大率を求めたが、それぞれの影響は認められなかつた。

次にFrisby testの6 mm plateを30 cmの視距離で行なつた。これはdisparity 600 secに相当する条件であるが、両眼性増大率は138 ± 13.0%で石膏胸像同様2倍を上まわる反応は得られなかつた。

表1. 視標別両眼性増大効果

視 標		両 眼 性 増 大 率 (%)	視距離 (cm)	n
石 膏 胸 像		119 ± 27.7	90	10
白 ス ク リ ー ン		113 ± 19.7	90	6
黒 ス ク リ ー ン		109 ± 25.3	90	8
Frisby test		138 ± 13.0	30	5
小型フランス人形		203 ± 44.7	90	10
人 形 ス ラ イ ド		128 ± 23.9	90	9
大型 フランス 人形	disparity 大	200 ± 34.9	90	13
	disparity 小	120 ± 31.5	90	13

第3に検討した視標は高さ 28 cm 、スカートの裾がり 70 cm の小型フランス人形で、スカートの部分に多くの disparity を有するものである。被験者にはこのスカートの中央部分を固視させた。その結果、両眼性増大率は $203 \pm 44.7\%$ であり、 $\sqrt{4}$ 倍の値をこえる反応を示した。そこでこの人形の写真スライドをプロジェクターで投影した場合の両眼性増大率をみると $128 \pm 23.9\%$ 程度で、実在の人形と比較すると明らかに有意差が認められ、disparity を豊富に有する実在の物体で両眼性増大率が上昇することが認められた。さらに大型フランス人形の disparity の豊富な腰部と disparity の乏しい前額部とを固視した場合の両眼性増大率を比較した。人形の腰部を固視すると Horopter 円の前後に大きなスカートのヒダの凹凸を認め、両眼性増大率は $200 \pm 34.9\%$ であった。一方前額部を固視した場合には、Horopter 円の前後に凹凸が僅かしかなく増大率は $121 \pm 31.5\%$ であり、この両者間には有意差が認められた。

大型フランス人形での実験をもとに、白黒市松ブロックを Horopter 円を中心にその前後になるよう配列した。ブロックの凹凸量は Horopter 円を基準にして平均約 5 cm である。ブロックを用いた時の両眼性増大効果は視距離 45 cm の場合 $230 \pm 28.9\%$ 、 90 cm の場合 $216 \pm 32.0\%$ 、 150 cm の場合 $161 \pm 18.6\%$ であり、 90 cm と 150 cm での両眼性増大率を比較すると両者には有意差が認められた。次に白黒市松ブロックの凹凸をなくした場合であるが、 45 cm で $135 \pm 24.3\%$ 、 90 cm で $121 \pm 24.8\%$ 、 150 cm で $127 \pm 24.7\%$ といずれの距離でも $\sqrt{4}$ 倍にみえず、凹凸面のある場合とを比較すると各距離ともに有意差が明らかになった。

N. 考 按

我々はデッサン用白色石膏胸像、Frisby test、小型フランス人形、大型フランス人形などの視標を用い、それぞれの両眼性増大効果について比較検討を行なった。そのプロセスにおいて実際空間での凹凸が最も VEC P の両眼性増大効果を高くすることを認めた。

第1の実験で使用した白色石膏胸像はデッサ

ン用に立体感が出るように作つてあるが、影や明暗により立体感を発揚させており、単眼視でも立体感を認知できる。しかし、その表面には disparity が僅かに存在するのみであつた。Frisby test を用いた場合では disparity 600 sec に相当する距離でも plate の模様が単純であり、disparity が視野内で連続的でなく限局しているため、両眼性増大効果の上昇がみられないと思われる。その点、人形のスカートの部分には複雑な disparity が豊富に存在し、これが両眼性増大効果を $\sqrt{4}$ 倍にまで上昇させた理由であろうと考えられる。このことは人形スライドで増大効果が僅かであつたことでも明らかである。しかしながら人形のスカートといった視標は disparity の定量化ができず、医療器械として不安定かつ不適当であるために、両眼性効果が高く定量的計測の可能な視標が必要となつた。以上のような必要性に基づき考案したのが VEC P の図形刺激の基本である市松に配列した凹凸ブロック視標である。この方法は各々のブロックを Horopter 円より前後させることにより disparity の量を自在に変えることができ、また同一条件で disparity ゼロの平面を作り出すこともできる。これは立体視の両眼性効果を確認する上で重要である。Disparity をつけた凹凸ブロック視標で $\sqrt{4}$ 倍を上まわる両眼性増大率が得られたことから、この視標が立体視の他覚的検査法としてすぐれていることを示している。

今後、ブロックの凹凸量の定量化と両眼性 VEC P の振幅増大率との関係の研究を進めてゆくつもりであります。

V. 結 論

両眼性 VEC P の増大現象を利用して、立体視の他覚的検査法を種々の実在立体視標によつて検討した。白色石膏胸像、Frisby test、小型フランス人形、大型フランス人形、白黒市松ブロックの視標について検討したが、その結果 disparity に富んだ実在の物体を両眼で見た時に両眼性増大効果が上昇することが判明し、特に市松の凹凸ブロックでは $\sqrt{4}$ 倍をこえることが明らかになった。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲、賜りました筒井純教授に感謝いたします。

文 献

1. Spekrijse, H.: Analyses of EEG responses in man. The Hague, Netherlands. Dr. W. Junk, Publisher, 129-143, 1966.
2. Perry, N. W., and Childers, D. G.: Cortical potentials in normal and amblyopic binocular vision. In advances in electrophysiology and pathology of the visual system. 6th ISCEG Symposium, 151-161, VERG. Thieme, Leipzig, 1968.
3. Srebro, R.: The visually evoked response. Binocular facilitation and failure when binocular vision is disturbed. Arch. Ophthalmol., 96: 839-844, 1978.
4. 深井小久子・阿部哲子・筒井 純: 液晶シャッターによる両眼視誘発脳波. 眼臨, 投稿中.
5. 深井小久子・阿部哲子・筒井 純: 両眼性 disparity sensitive VECF の研究. 日眼, 投稿中.
6. 筒井 純・石 幸雄・深井小久子・柴田 博・高木明美・塩田純一郎: 液晶シャッターによる視覚誘発脳波—主としてその装置について—. 眼臨, 71: 538-541, 1977.
7. Cigánek, L.: Binocular addition of the visual evoked responses with different stimulus intensities in man. Vision Res., 10: 479-487, 1970.
8. 阿部春樹: チェッカーボード VECF (視覚誘発脳波) による両眼相互作用に関する研究. 日眼, 83: 1575-1583, 1979.
9. Amigo, G., Fiorentini, A., Pirchio, M., and Spinelli, D.: Binocular vision tested with visual evoked potentials in children and infants. Invest. Ophthalmol. Visual Sci., 17: 910-915, 1978.