

単眼・両眼・異眼間提示下での二重光分離閾¹⁾

滝 浦 孝 之

(受付 2003年10月14日)

視覚系の応答は、刺激の提示時間以上に持続する。これは刺激の物理的消失後も刺激が見え続けるという主観的体験に対応する。この主観的体験の最も顕著な例は、強い光を見た後に観察される残像であるが、それよりもはるかにタイムオーダーの短い刺激消失後の視覚像の残存もあり、視覚的持続と呼ばれている。この視覚的持続は、例えば雨垂れが直線を描いて落下するように見えたり、暗いところで振られたペンライトの光が空中に弧を描くように見えたりといった形で、日常生活においてもしばしば体験される。

視覚的持続は、心理学的には視覚系の時間分解能と大きく関連する。すなわち、網膜の同一領域に提示された時間的に先行する刺激と後続刺激との視覚的な分離は、先行刺激に対する視覚的持続の継続時間により決定されると考えられている。

視覚における時間分解能の指標としては、フリッカーが主観的に融合し、定常光として知覚される最小の周波数、すなわち臨界融合頻度が古くから用いられてきた。しかしフリッカーを刺激とした場合、パルス光の反復提示による網膜の順応水準の累積的上昇や、それに伴う応答の時間的経過の変化が生じるため、研究の目的によっては、臨界融合頻度は必ずしも適切な指標とはいえない場合がある。

網膜の順応水準の変化を可能な限り小さくした上で時間分解能を測定するには、二重光を刺激として用いることが考えられる。二重光とは、網膜の同一領域に継時的に提示される2つのパルス光のことであり，“two-

1) 本研究は平成14年度文部科学省科学研究費補助金（特別研究員奨励費 11034）の補助を受けた。

flash”, “double-flash”, あるいは “double pulse of light” という英語に対応する。二重光が2つのフラッシュとして知覚されるのに必要な最小のパルス光間隔を二重光分離閾と呼ぶ。なお空間的に隣接した2刺激に対する時間順序閾 (Wehrhahn, Westheimer, & Abulencia, 1990; Westheimer, 1983; Westheimer & McKee, 1977) は二重光分離閾には含めない。

ここで本稿における用語について述べておきたい。持続時間の短い光刺激を指すのに、英語では flash ないし pulse of light という語が用いられる。しかし本稿では、物理的刺激と主観的体験とを区別するために、刺激にはパルス光という語を当て、またそれにより惹起された知覚像をフラッシュという語で表現することにする。なお本稿で末梢という語を用いる場合には、基本的に網膜のレベルを想定するが、網膜での応答に大部分に基づいて情報処理を行う中枢のプロセスをも指す。中枢という語を用いる場合は、大脳皮質の視覚野以降の段階を想定するが、実質的には Wolfson and Graham (2001) と同様に、主として両眼性入力を受ける処理過程を指す。

二重光分離閾に反映される時間分解能は視覚系の中枢レベルのものであると一般に考えられている (Musselwhite & Jeffreys, 1983; 篠田・吉田 1989; 吉田, 1986; 吉田, 1991; 吉田・吉田, 1984)。しかしこれに関する神経生理学的・精神物理学的研究の知見について検討した滝浦 (2003) は、精神物理学的な二重光分離閾は、視覚系の末梢・中枢両レベルのニューロンの応答に対する神経生理学的二重光分離閾より幾分高いとし、二重光分離閾は視覚系の末梢レベルでの時間分解能と強く関連しているが、神経生理学的な応答そのものに対する分離閾の指標ではなく、2つの応答のピークの分離が心理学的に有意な効果を持つようになる閾と理解すべきであるとしている。

二重光分離閾は、これまでの研究においてはもっぱら単眼提示あるいは両眼提示条件において測定されている。これらの刺激提示条件では、応答は網膜と大脳皮質の両方のレベルにおいて生ずるが、滝浦 (2003) の推測によれば、単眼提示条件での二重光に対する視覚像は、主として網膜の応

答に基づいて決定されるという。すなわち、二重光の個々のパルス光に対する網膜での応答の間の相互作用に関する情報は、有意な変容ならびに修飾を殆ど受けることなく大脳皮質に伝達され、それに基づいて二重光に対する主観的なフラッシュ数が決定されると考えられる。一方、二重光の2つのパルス光をそれぞれ別な目に提示する条件、すなわち異眼間提示条件下では、両眼からの信号が収束する大脳皮質で初めて生ずる応答間の相互作用により二重光に対する知覚が決定されると推測される。霊長類の大脳皮質では、両眼からの入力を受ける両眼性ニューロンは視覚前野のV2に多いとされるが (Zeki, 1978), その前の段階の視覚野であるV1においてすでに見出されている (Poggio & Fischer, 1977)。従って、異眼間提示条件下で測定された二重光分離閾は、V1以降のレベルにおける時間分解能の心理学的な指標であると推測することができる。

本研究では、異眼間提示条件下で求められた二重光分離閾を、単眼・両眼提示条件下での閾値と比較することにより、視覚系の末梢と中枢での時間分解能の違いについて検討した。

方 法

被験者 30歳の成人2名が実験に参加した。いずれも矯正視力は正常であり、また精神物理学的測定の経験を有していた。

刺激 視覚野のニューロンのコントラスト感度の測定に用いられる刺激としては、ガボールパッチあるいはそれに類する空間的な輝度分布及び特定の方位を有するパターンが最適と考えられている (Stork & Wilson, 1990; Watson, Barlow, & Robson, 1983)。しかし Westheimer (1998) は、閾上コントラストのガボールパッチは、線分刺激と比較して、方位弁別などの多くの空間的な弁別課題の成績において必ずしも有利でないことを見出している。このことは、閾上においては、量子効率が最大であるという検出事態におけるガボールパッチの利点が失われることを意味する。従って閾上刺激に対する視覚系の中権レベルでの応答に関して調べる場合には、ガボー

ルパッチを用いる必然性はないと考えられる。ゆえに本研究では、ごく短い提示時間・提示時間差の設定の容易な線分を刺激として用いた。

二重光は縦0.96deg、横0.13degの線分刺激であった。光源には黄色LED(TOSHIBA, TLY205, 主波長585nm)が用いられた。二重光の各パルス光の輝度は130.1cd/m²であり、持続時間は1msであった。またその立ち上がり時間差(SOA)は、1, 14, 29, 44, 59, 74, 89, 104, 119msであった。刺激提示条件は単眼提示、両眼提示、異眼間提示の3種類であり、いずれの条件でも二重光の2つのパルス光は空間的に完全に重なるよう提示された。すなわち、2つの刺激は単眼提示条件では網膜上の同一領域に、また異眼間提示条件では両眼の網膜の対応点にそれぞれ提示された。また両眼提示条件では、これら両方の網膜領域に刺激が提示された。刺激は中心視の状態で観察された。

二重光と同じ大きさの0.1cd/m²の背景光が定常的に提示され、その周囲には縦19.1deg、横38.2deg、輝度0.1cd/m²のsurroundが定常的に提示された。刺激の輝度は輝度計(三双製作所, Model 10MC-S)により測定された。

装置 刺激はアルミニウム蒸着表面鏡を使用した自作の反射式実体鏡により提示された。刺激の観察は自然視(池田, 1975)の状態で行われ、人口瞳孔は用いられなかった。実験の制御及び反応の記録はパソコンコンピュータ(NEC, PC-9801NS/T)により行われた。

予備実験ではZeiss社の古いレンズ式実体鏡(型番不明)を使用したが、両眼提示および異眼間提示の両条件において刺激提示時に運動がわずかに知覚された。これは、2つの刺激の位置がごくわずか異なっていたためと考えられる(Biederman-Thorson, Thorson, & Lange, 1971)。本実験においては、2つの刺激の間に運動の印象が認められるという報告はなかった。

手順 実験は換気をした暗室内で行われた。実験に先立ち、10分間の暗順応期間が設けられた。

1つのセッションで単眼提示、両眼提示、異眼間提示の3つの条件での

測定が行われた。同一セッション内でのこれらの実施順序はランダムであった。単眼提示条件では刺激が左右どちらの目に提示されるか、また異眼間提示条件では先行パルス光がどちらの目に提示されるかが試行ごとにランダムに設定された。

二重光分離閾は、二重光が2個のフラッシュとして知覚される確率が50%であるパルス光間隔と定義され、恒常法により求められた。被験者は、知覚されたフラッシュ数が1と2のいずれであるか判断し、結果をパソコン用コンピュータの2ボタンマウスのボタンを押すことにより報告するよう求められた。1つのセッションにつき、それぞれの提示条件での各SOAにおける判断は10回であり、またSOAの順序はランダムに設定された。試行間隔は2秒であった。

セッションは1人の被験者について10回繰り返された。閾値はMüller-Urban法により算出され、また閾値は各提示条件で3個求められた。

結 果

いずれの被験者でも、心理測定関数の勾配は、両眼提示条件の方が単眼提示条件より幾分急であったが、異眼間提示条件では、他の2つの提示条件に比べかなり緩やかであった。また異眼間提示条件では、他の2つの提示条件に比べ、心理測定関数の立ち上がるSOAはかなり短かった。

単眼、両眼、異眼間提示のそれぞれの刺激条件での被験者ごとの二重光分離閾をTable 1に示す。

Table 1. Double-flash resolution thresholds (ms) under the monocular, binocular and dichoptic viewing conditions.

| Conditions | Subject TT | Subject YI |
|------------|------------|------------|
| Monocular | 57.3 ± 3.4 | 73.8 ± 4.1 |
| Binocular | 52.9 ± 4.3 | 65.1 ± 4.9 |
| Dichoptic | 46.7 ± 8.3 | 54.3 ± 4.7 |

いずれの被験者においても、二重光分離閾は単眼提示条件で最も高く、次いで両眼提示条件、異眼間提示条件の順であった。閾値には個人差が大きいが、このことは恒常法や極限法を用いた先行研究でも繰り返し報告されている（Kietzman, 1967；山本・安間, 1989；Yasuma, Miyakawa, & Yamazaki, 1986）。また単眼提示条件での閾値は、一様光を刺激とし、恒常法や極限法を用いた先行研究のものと近い値となっている（Kietzman, 1967；Kietzman & Sutton, 1968；Mahneke, 1958；Purcell & Stewart, 1971；山本・安間, 1988, 1989）。また、両眼提示条件で単眼提示条件より閾値が低いという結果は、一様光を刺激とした Pearson & Tong (1968) によっても報告されている。なお、異眼間提示条件下で二重光分離閾を求めている研究には Fisher & Kinsbourne (1972) があるが、彼らの刺激事態では、パルス光の提示時間差の変化に伴いパルス光の持続時間も変化し、またパルス光の持続時間も数十 ms のオーダーであるので、結果をここでのものと比較することは適切ではない。

考 察

二重光に対する主観的なフラッシュの個数を決定するのは、刺激感受過程とともに判断過程を含む視覚系の中核のメカニズムである。しかし単眼提示条件では、二重光の2つのパルス光に対する応答の間の相互作用は、視覚系の中核レベルだけでなく、末梢レベルでも生ずると考えられる。滝浦（2003）は、単眼経路内で決定される二重光分離閾は視覚系の末梢レベルでの時間分解能と強く関連するという推測を行っているが、この考えが妥当なら、単眼提示条件での二重光分離閾のデータは、末梢レベルで生起する応答の相互作用により説明できることになる。すなわち、単眼提示条件での二重光分離閾が他の刺激条件での閾より高いのは、先行パルス光の提示後に生ずる初期明順応プロセスによる網膜の感度の回復（Hood, 1998；Shapley & Enroth-Cugell, 1984；Wilson, 1997）が時間を要するために、先行パルス光に対する応答から後続パルス光に対する応答が分離されづらく

なり、その結果後続パルス光に対するフラッシュの印象を生じるのに必要な提示時間差が増加したためと説明される。

これに対し異眼間提示事態では、一方の目に提示された先行パルス光により生じた網膜の感度の低下は、もう一方の目に提示された後続パルス光により惹起された応答に対して阻害的に作用せず、2つの応答の間の相互作用はもっぱら大脳皮質のV1の両眼性ニューロン以降のレベルにおいて生起するために、单眼提示条件に比べて閾値が低下したと推測される。

单眼提示条件での二重光分離閾が異眼間提示条件でのそれより高いという結果は、網膜のニューロンよりもV1以降の両眼性ニューロンの方が時間分解能が高いことを思わせる。しかし現在のところ、この推測を支持するような神経生理学的な知見は報告されていない。Skrandies & Raile (1989)は、チェックカーボードパタンを継時的に二重に提示した場合のヒトの網膜の双極細胞起源の応答(ERG)と視覚性皮質誘発電位(VCEP)とを記録した。彼らは応答波形から単発のパタンに対する応答波形を引き算することで後続パタンに対する応答波形を推定し、極限法により求められた主観的な融合閾よりはるかに短いパタン提示時間差で後続パタンに対する応答が出現するが、その際の提示時間差はERGとVCEPの間でほとんど差がないと報告している。また一様光を刺激とした研究でも類似した結果が報告されている。すなわち Шостак & Степанян (1983)は、二重光の後続パルス光に対するウサギの視覚系のニューロンの応答振幅が、先行パルス光との提示時間差の関数としてどのように変化するか検討し、網膜の双極細胞、視神経、外側膝状体、大脳皮質の各ニューロンの間で振幅の変化のパタンに系統的な差はないと報告している。なお Hoisman (1971) は、ネコの視覚野のニューロンの応答に関して調べ、二重光の後続パルス光に対する応答の回復は、異眼間提示条件で单眼提示条件よりも速いという結果を得ているが、一様光を刺激として用いているので、この結果を本研究での結果の神経生理学的対象と考えることは適切ではない。

单眼提示条件と異眼間提示条件とでフラッシュの知覚に与るプロセスが

異なることは、心理測定関数の勾配と形状が両条件で大きく異なることからも示唆される。心理測定関数が立ち上がる SOA が単眼提示条件より異眼間提示条件の方で短いことは、中枢レベルでの時間分解能が末梢レベルでのものより高いという推測を支持するものである。また異眼間提示条件での心理測定関数の勾配が緩やかであるのは、中枢レベルでの応答は、ピークに達するまでの時間的経過は比較的急激であるが、ピーク後は緩やかであることを示唆している。

一方、両眼提示条件では、二重光の提示に対して単眼性・両眼性両方のプロセスが機能すると考えられる。二重光に対して働く単眼性プロセスでは末梢起源の応答に基づく処理が行われ、また二重光分離閾が主として単眼性のプロセスによって決定されるなら、両眼提示条件での閾値は単眼提示条件でのものと非常に似た値となるはずであるが、実際には両者は大きく異なっており、両眼提示条件での閾は主に中枢性のメカニズムである両眼性プロセスにおいて決定されると推測される。そして異眼間提示条件での二重光分離閾は両眼提示条件でのそれより低いという本実験での結果は、両眼に同時に刺激が提示された場合の応答の時間的経過は、各眼に別々に刺激が提示された場合より速いということを示唆する。フリッカーに対する臨界融合頻度は、刺激を単眼で観察した場合より両眼で観察した場合の方が有意に高いという知見 (Ireland, 1950; Thomas, 1955) や、同じエネルギー量の刺激に対する単純反応時間は、単眼視より両眼視の方が短くなること (Teichner & Krebs, 1972) もこの推測を支持する。なお、単眼提示条件より両眼提示条件の方が二重光分離閾が低いのは、刺激された視覚経路数の増加により S/N 比が改善されたためとする考え方もある (Wehrhahn, Westheimer, & Abulencia, 1990)。この可能性に関する直接的な検討は今後の課題である。

異眼間提示条件での二重光分離閾が両眼提示条件での閾より低いという結果は、フリッカー光を 2 つの目に同位相で提示した場合、逆位相で提示した場合に比べて臨界融合頻度がわずかに高いという知見 (Andrews,

White, Binder, & Purves, 1996 ; Baker, 1970) と合致しない。この矛盾の原因の1つとして、これらの研究で用いられた刺激が、本研究での線分刺激と大きく異なり、方位・構造を持たない一様光であったということが挙げられるかもしれない。一様光に対して応答するニューロンは、視覚野・視覚前野では発見されておらず、またMT野のニューロンが一様光に対して応答するのは、それが運動している場合のみであり (Zeki, 1974)。一様光に対する大脳皮質のニューロンの応答と、本実験で用いられた特定の方位を有する刺激に対するそれとでは発生機序が異なる可能性がある。輝度の高い一様光に対するVCEPの主要な成分は後頭葉に発生源を持つと推測されているが (諸富, 1992), 一様光に対する大脳皮質レベルでの応答は、両眼性のプロセスのものであっても、末梢レベルでの応答が比較的単純な過程を経て伝達された結果であるのかもしれない。視覚情報処理において、特定の処理パターンが視覚系内の複数のレベルで保たれる可能性は、Matthews (1971) によっても指摘されている。

空間的に近接した2つの刺激に対する時間順序閾は、異眼間提示条件、単眼提示条件、両眼提示条件の順に高くなるという結果が報告されており (Westheimer, 1983 ; Westheimer & McKee, 1977), 刺激提示条件の効果が本研究での二重光分離閾の場合と異なっている。この場合、単眼提示条件でも2つの刺激の提示される網膜上の領域は異なり、また閾値も5–15 ms程度と、二重光分離閾に比べてかなり低い。従って、本研究において検討された視覚刺激の融合・分離の判断と、刺激の出現順序の判断とは、異なったメカニズムの応答に基づいていると考えられる。Wehrhahn, Westheimer, & Abulencia (1990) は、刺激の提示順序の判断は運動方向の知覚に基づいて行われるとし、時間順序閾は単眼提示条件ではV1での単眼性ニューロンの応答に、また両眼提示条件ではV5での両眼性ニューロンの応答にそれぞれ基づいて決定されると推測している。

引用文献

- Andrews, T. J., White, L. E., Binder, D. & Purves, D. 1996 Temporal events in cyclopean vision. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, 3689–3692.
- Baker, C. H. 1970 A study of the Sherrington effect. *Perception & Psychophysics*, 8, 406–410.
- Biederman-Thorson, M., Thorson, J., & Lange, G. D. 1971 Apparent movement due to closely spaced sequentially flashed dots in the human peripheral field of vision. *Vision Research*, 11, 889–903.
- Fisher, M., & Kinsbourne, M. 1972 Fusion frequency as a function of number and phase of binocular stimuli. *Perception & Psychophysics*, 11, 291–293.
- Hoisman, N. A. 1971 Effects of monoptic and dichoptic presentation of two-flash recovery in the visual system of the cat. *Dissertation Abstracts International*, 31 (7-B), 3875.
- Hood, D. C. 1998 Lower-level visual processing and models of light adaptation. *Annual Review of Psychology*, 49, 503–535.
- 池田光男 1975 視覚の心理物理学 森北出版
- Kietzman, M. L. 1967 Two-pulse measures of temporal resolution as a function of stimulus energy. *Journal of the Optical Society of America*, 57, 809–813.
- Kietzman, M. L., & Sutton, S. 1968 The interpretation of two-pulse measures of temporal resolution in vision. *Vision Research*, 8, 287–302.
- Mahneke, A. 1958 Foveal discrimination measured with two successive light flashes. *Acta Ophthalmologica*, 36, 3–11.
- Matthews, M. L. 1971 Spatial and temporal factors in masking by edges and disks. *Perception & Psychophysics*, 9, 15–22.
- 諸富 隆 1992 視知覚と視覚誘発電位（I）北海道大学教育学部紀要, 57, 29–116.
- Musselwhite, M. J., & Jeffreys, D. A. 1983 Visual evoked potentials to double-pulse pattern presentation. *Vision Research*, 23, 135–143.
- Pearson, L. A., & Tong, J. E. 1968 Two-flash fusion threshold: the influence of age, psychophysical method, instructions, viewing conditions, sex and subject variability. *British Journal of Psychology*, 59, 407–414.
- Poggio, G. F., & Fischer, B. 1977 Binocular interaction and depth sensitivity in striate and prestriate cortex of behaving rhesus monkey. *Journal of Neurophysiology*,

- 40, 1392–1405.
- Purcell, D. G., & Stewart, A. L. 1971 The two-flash threshold: an evaluation of critical duration and visual-persistence hypotheses. *Perception & Psychophysics*, 9, 61–64.
- Shapley, R., & Enroth-Cugell, C. 1984 Visual adaptation and retinal gain controls. In N. N. Osborne, & G. J. Chader (Eds.), *Progress in retinal research, volume 3* (pp. 263–346). New York: Pergamon Press.
- 篠田晴男・吉田倫幸 1989 二重光識別閾の視覚誘発電位による測定 生理心理学と精神生理学, 7, 63–71.
-
- Шостак, В. И., & Степанян, Е. Б. 1983 Характеристика временного разрешения сигналов в зрительном анализаторе кролика. *Журнал Высшей Нервной Деятельности*, 33, 529–534.
- Skrandies, W., & Raile, A. 1989 Cortical and retinal refractory periods in the human visual system. *International Journal of Neuroscience*, 44, 185–195.
- Stork, D. G., & Wilson, H. R. 1990 Do Gabor functions provide appropriate descriptions of visual cortical receptive fields? *Journal of the Optical Society of America, Series A*, 7, 1362–1373.
- 滝浦孝之 2003 二重光に対する時間的弁別——閾上刺激に対する視覚系の時間分解能について—— 文化, 66, 3・4, 99–118.
- Teichner, W. H., & Krebs, M. J. 1972 Laws of the simple visual reaction time. *Psychological Review*, 79, 344–358.
- Thomas, G. J. 1955 A comparison of unocular and binocular critical flicker frequencies: simultaneous and alternative flashes. *American Journal of Psychology*, 68, 37–53.
- Watson, A. B., Barlow, H. B., & Robson, J. G. 1983 What does the eye see best? *Nature*, 302, 419–422.
- Wehrhahn, C., Westheimer, G., & Abulencia, A. 1990 Binocular summation in temporal-order detection. *Journal of the Optical Society of America, Series A*, 7, 731–732.
- Westheimer, G. 1983 Temporal order detection for foveal and peripheral visual stimuli. *Vision Research*, 23, 759–763.
- Westheimer, G. 1998 Lines and Gabor functions compared as spatial visual stimuli. *Vision Research*, 38, 487–491.
- Westheimer, G., & McKee, S. P. 1977 Perception of temporal order in adjacent visual stimuli. *Vision Research*, 17, 887–892.
- Wilson, H. R. 1997 A neural model of foveal light adaptation and afterimage formation. *Visual Neuroscience*, 14, 403–423.

広島修大論集 第44巻 第2号（人文）

- Wolfson, S. S., & Graham, N. 2001 Processing in the probed-sinewave paradigm is likely retinal. *Visual Neuroscience*, 18, 1003–1010.
- 山本憲明・安間哲史 1988 視野の時間特性の臨床的評価（8）中心部と傍中心部の加齢の相違について 日本眼科学会雑誌, 92, 591–602.
- 山本憲明・安間哲史 1989 視野の時間特性の臨床的評価（9）視標面積と2刺激分解能、フリッカー融合頻度との関係について 日本眼科学会雑誌, 93, 418–424.
- Yasuma, T., Miyakawa, N., Yamazaki, J. 1986 Clinical application of the time-dependent perimetry: 1. results in normal subjects. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 30, 330–337.
- 吉田 茂 1991 ダブル光視覚誘発電位の二元過程モデル 生理心理学と精神生理学, 9, 35–42.
- 吉田倫幸 1986 単発視覚誘発電位による二重光弁別閾の推定. 筑波大学心理学研究, 8, 9–16.
- 吉田倫幸・吉田 茂 1984 視覚誘発電位による二重光弁別閾の推定. 筑波大学心理学研究, 6, 9–14.
- Zeki, S. M. 1974 Functional organization of a visual area in the posterior bank of the superior temporal sulcus of the rhesus monkey. *Journal of Physiology*, 236, 549–573.
- Zeki, S. M. 1978 Uniformity and diversity of structure and function in rhesus monkey prestriate visual cortex. *Journal of Physiology*, 277, 273–290.

Summary

Double-flash Resolution with Monocular, Binocular and Dichoptic Viewing

Takayuki Takiura

The double-flash resolution threshold is regarded as an index of the limit of the temporal integration of vision. It has been measured only under the monocular or binocular viewing condition. The neurophysiological and psychophysical researches strongly suggest that the subjective double-flash resolution is mainly determined by the neuronal responses at relatively peripheral stages in the visual system. In the present experiment, we measured the double-flash resolution thresholds with monocular and binocular as well as dichoptic presentation in order to estimate the visual temporal resolution power both at the peripheral, or retinal, and at the central, or cortical, stages.

The double-flash resolution threshold was the highest with the monocular viewing and the second highest with the binocular viewing, and the lowest under the dichoptic viewing condition. These results suggest that the binocular neurons in the prestriate and striate cortical areas have the shorter time constants than the neurons with monocular input whose responses might be the ones with the peripheral origin.