投稿論文

片眼黄斑円孔症例の抑制と立体視 — 単眼視下と両眼視下での暗点の比較 —

鵜飼喜世子^{1), 2)}・平井 淑江²⁾・伊藤 逸毅¹⁾・寺崎 浩子¹⁾

¹⁾ 名古屋大学大学院医学系研究科頭頸部 感覚器科学講座眼科学講座

²⁾ 愛知淑徳大学医療福祉研究科 コミュニケーション障害学専攻

Suppression and Stereopsis in Patients With Unilateral Idiopathic Macular Hole — Comparison of Scotomas Under Binocular and Monocular conditions —

Kiyoko Ukai^{1), 2)}, Toshie Hirai²⁾, Yasuki Ito¹⁾, Hiroko Terasaki¹⁾

¹⁾ Dept of Ophthalmol, Nagoya Univ Grad Sch of Med

²⁾ Dept of Communication Disorders and Science, Aichi Shukutoku Univ Grad Sch of Medical Welfare

要 約

目的：片眼特発性黄斑円孔症例（以下MH）の罹患眼の暗点（以下MH暗点）と両眼視下での暗点（以下抑制暗点）の大きさと出現頻度を経時的に測定して抑制と立体視の関連について調べた。

対象及び方法：MHに対して硝子体手術を行った40名に偏光4ドット検査器（以下P4DOT）を用い両暗点を1期：術前（40例）、2期：術後1～2か月後（28例）3期：3～5か月後（21例）、4期：6か月以上（15例）に測定した。併せて光干渉断層計（以下OCT）で術前の円孔と嚢胞の大きさを測定した。立体視：Titmus Stereo Testと視力も4期測定して検討した。

結果：術前40症例中35症例（87.5%）にMH暗点、37症例（92.5%）に抑制暗点がみられた。OCTによる円孔の大きさは平均 $1.04^{\circ} \pm 0.51$ でMH暗点の平均 $2.56^{\circ} \pm 0.62$ （およそ 1.07° ）と相関した。2期、抑制暗点 $2.06^{\circ} \pm 0.13$ 、MH暗点 $2.01^{\circ} \pm 0.04$ となり、この時期のみ抑制暗点が有意に大きかった（ $p < 0.05$ ）。両暗点、立体視、視力ともに術前の1期に対して術後の各期に有意な差を認めなかった。暗点の有無と立体視には相関はみられなかった。4期には両暗点無し（ 2° 以下）が15症例中13例（86.7%）に達した。

結論：MHに伴う抑制は一過性に生じ早期手術による円孔閉鎖とともに経時的に消滅して良好な立体視が獲得される事が判明した。

別冊請求先（〒466-8550）名古屋市昭和区鶴舞町65名古屋大学眼科

鵜飼喜世子

Tel. 052 (744) 2762 Fax. 052 (744) 2762

E-mail: kiyoko.ukai@gmail.com

Key words: 片眼特発性黄斑円孔、偏光4ドット検査機、抑制暗点、立体視

unilateral macular holes, polarized four-dot test, suppression scotomas, stereopsis

Abstract

Purpose: In patients with unilateral idiopathic macular holes (MH), scotomas were examined under monocular condition (MH scotoma) with the unaffected eye closed and binocular condition (suppression scotoma). By assessing the sizes and the frequencies of appearance of the scotomas, we investigated the correlation between suppression and stereopsis.

Subjects and Methods: Subjects were 40 patients with MH (mean age, 62.4 years) who underwent vitrectomy and their MHs were successfully closed. Measurement of the scotomas by the polarized four-dot test, stereopsis by the Titmus Stereo test and visual acuity were taken at four timepoints: the 1st period before surgery (40 patients), the 2nd period 1 to 2 months after surgery (28 patients), the 3rd period 3 to 5 months after surgery (21 patients) and the 4th period 6 months after surgery (15 patients). Optical coherence tomography (OCT) was used to measure the preoperative sizes of the hole and fluid cuff, and the OCT results were compared with the measurement of the scotomas.

Results: Of the 40 patients who were examined before surgery, MH scotoma and suppression scotoma were found in 35 (87.5%) and 37 (92.5%) patients, respectively. The average size of the MH scotomas was $2.56 \angle \pm 0.62$ (approximately 1.07°), which correlated with the average size of the holes ($1.04^\circ \pm 0.51$) measured by OCT. At 1 to 2 months after surgery, the numbers of the patients with MH scotomas and suppression scotomas were 6 (21.4%) and 13 (46.3%) of the 28 patients, respectively. At the 2nd period, the average size of the suppression scotomas ($2.06 \angle \pm 0.13$) was statistically significantly larger than that of the MH scotomas ($2.01 \angle \pm 0.04$) ($p < 0.05$). As compared with the period before surgery, both scotomas significantly decreased in size and stereopsis and visual acuity also significantly improved in the three postoperative periods ($p < 0.0001$). However, no significant correlation was found between the presence of scotoma and stereopsis. At the 4th period, 13 (86.7%) of the 15 patients did not detect any scotomas, meaning the size of the scotomas was smaller than $2 \angle$.

Conclusion: Pathological changes such as MH that occurred to one eye might cause suppression in the affected eye under a binocular condition. However, the suppression appeared to be transient and it disappeared with time after the MH was closed by surgery. This indicated that early surgery for MH contributes to the recovery of stereopsis.

I 緒言

特発性黄斑円孔は加齢による硝子体の牽引により中心窩の視細胞が乱れることが原因ととらえられている疾患^{1), 2)}である。Saitoら(2000)³⁾はアムスラーチャートを用いてその見え方について報告しているが、チャート上で暗点を自覚することは稀で、初期には格子が中心へ引っ張られるように見えるピンクシヨン様の変視(metamorphopsia)が起り、病期が長くなると特別な形状を持たない変視に移行すると述べている。これは円孔周辺の網膜部位がさらに障害された結果であるとともに視覚中枢が変視に対する適応として抑制した結果であると考察している。Hikichiら(2001)⁴⁾はマイクロ

ペリメーターを用いて片眼特発性黄斑円孔症例(unilateral idiopathic macular holes: 以下MH)の暗点を測定し、術後比較暗点や絶対暗点が残存するものは立体視が不良であり、24ヶ月以上を経過した症例ではBagolini線条試験で抑制を示し、Titmus stereo Test(以下TST)で立体視が認められなかったと報告している。我々は発症時期の確認は行っていないが、MH症例に対してBagolini線条試験を行った結果、円孔に相当する部位で線条の形状に違いを認めて報告した⁵⁾。しかしBagolini線条試験は定性検査であり、抑制を定量することは困難である。

Hikichiら(2001)⁴⁾も、Saitoら(2000)³⁾の単眼性の抑制には疑問を表明しているが、我々は、抑制とは“inhibition evoked by cortical

competition between dissimilar images”⁶⁾の定義にあるように両眼視を機序としたものであると考える。そこで今回MH症例の暗点の両眼視下での定量を試みた。先に矢ヶ崎ら(2007)⁷⁾は患眼の視力が1.0に改善した遠視性不同視弱視例の両眼視下の暗点を抑制暗点として自らが考案した偏光4ドット検査器(日本点眼薬研究所、以下P4DOT)で定量しており、我々もこれにならってP4DOTを用いて両眼視下で認識される欠損部位を測定しこれを抑制暗点とし、健眼を遮閉して罹患眼のみで認識される暗点を測定し、この暗点をMH暗点と命名した。これら2種類の暗点を術前・術後の4時期に測定し、併せて各時期の立体視、視力も測定し、両暗点の大きさと検出の頻度を検討した。

II 対象及び方法

対象は2008年4月～2010年6月までに名古屋大学医学部附属病院眼科を受診してMHと診断され硝子体手術をうけ、術前と術後に検査が可

能であった40名、年齢は最終検査日に50歳～75歳(平均62.4歳±標準偏差6.40)であった。Krøyerら⁸⁾の方法に従い等価球面度数±6.00D、円柱度数3.00D以上の屈折異常、両眼の屈折値が3.00D以上の不同視は対象から除外した。全例軽度の白内障があったが、その他の眼疾患はなかった。MHはGass(1988)⁹⁾の分類により全例Stage2あるいは3であった。MHに対する硝子体手術は、全例で超音波水晶体乳化吸引術+眼内レンズ挿入術との同時手術として行われた。健眼には超音波水晶体乳化吸引術はされていない。

光干渉断層計(以下OCT)による撮像断層図から術前の円孔の径(上部の円孔、最小の径)と嚢胞(円孔底、最大の径)の大きさをその内部Softにより(Cirrus OCT、Carl Zeiss Meditec、USA)求めた。円孔、嚢胞とも縦径と横径を計測し、その1/2(半径)を合計してそれぞれの大きさとした。Krøyerら⁸⁾に従い必要に応じて視角 $1^\circ = 288 \mu\text{m}$ で換算した。術前の円孔、嚢胞と抑制暗点、MH暗点のピアソ

図1 偏光4ドット検査器のドットと暗点の網膜上のイメージ

- a 検査器が近方にあるとき4ドットは暗点の外側に見える。
- b 検査器が遠方にあるとき4ドットは暗点の内側に見える。
- c 4ドットが暗点にかかった瞬間ドットは減って見える。

検査器の距離が近いと網膜上の4灯(以下ドット)の視角が大きくなって4ドットが抑制暗点の周囲に見えるが距離が遠いとドットは抑制暗点に入り、見えていないドットの数が減る事から暗点の定量が可能である。

ンの相関係数を求めた。

立体視検査としてTSTを行い、最高矯正視力 (log MAR 視力値) とその屈折度、P4DOT による暗点の定量的測定を術前と術後1ヶ月以上経過したものに行った。P4DOT 検査はこの完全屈折の矯正下で行ない、TST の検査はこれに適切な凸レンズを加入し、検査距離40cmにて施行した。結果は立体視差 (second of arc 以下) で表示した。矢ヶ崎ら (2007) ⁷⁾ に従って視差の対数立体視力比を算出し、統計的处理にはこれを用いて検討を加えた。問診により自覚症状に気づいた時期を調べた。

P4DOT は赤緑分離による Worth 4 灯テスト ¹⁰⁾ を偏光眼鏡で分離するように改良されたもので、Worth 4 灯テストと同様な方法で抑制の有無を検出する事ができる (図1)。今回 P4DOT 検査器を被検者から徐々に遠ざけていき、ドットの数が増えた時の距離 (m) で4ドットからなる視標の半径 (6cm) を除して暗点の大きさ (Δ) を算出した (図2)。縦と、横の半径を測定し両者を加算して抑制暗点の大きさとした。MH 暗点の大きさは健眼を遮閉して同様に求めた。本検査では測定距離を最長6mとしたため、測定可能な暗点の半径は1 Δ となり、縦、横の加算2 Δ が最小の暗点の大きさとなる。暗点2 Δ を暗点検出なしとした。(なお暗

図2 偏光4ドット検査器による暗点の大きさの算出法
P4DOTのドットの大きさは半径6cmで、暗点の大きさは半径6cm/距離A mで求められる。距離Aは見ていたドットの数が増えた時点の距離を表す。
P4DOT 検査器を被検者から徐々に遠ざけていき、ドットの数が増えた時の距離 (m) で4ドットからなる視標の半径 (6cm) を除して暗点の大きさ (Δ) を算出した。

点の大きさ Δ は $1^\circ = 1.745 \Delta$ ¹¹⁾ であるが Δ を採用した)。抑制暗点は測定時どちらの眼のドットが消えて見えないかを確認し、見えない方の眼を抑制眼とした。検査は暗室で行い、4つのドットの中心を固視してもらい頭位、偏光眼鏡の角度、装置の高さと視線などがずれないように注意して測定した。

データが得られた検査時期により1期：術前、2期：術後1～2か月後、3期3～5か月後、4期：6か月以上経過の4つの時期に分類して結果を検討した。1期～4期の各時期の回復の様子の変化を両暗点、立体視、視力の一元配置分散分析を行いTurkey HSDにて多重解析を行った。各時期での両暗点にt検定を行い、両暗点の差を5%の水準で検討した。

なお症例にはヘルシンキ宣言の理念に則りP4DOTの目的と方法を説明し快諾を得たもののみを施行の対象とした。

Ⅲ 結果

健眼の最良矯正視力値は術前後ともlogMAR-0.04 $\pm$ 0.07 (小数視力0.8～1.3、平均1.11 $\pm$ 0.18)、MH眼の術前の最良矯正視力値はlogMAR 0.68 $\pm$ 0.22 (小数視力0.1～0.5、平均0.24 $\pm$ 0.14) であった。自覚症状について回答が得られた19症例の発症から受診までの期間は平均3.9週で手術1週間前の検査は発症から平均6.8週 $\pm$ 6.5に実施されていた。臨床上の制約により各時期の症例数は1期 40症例、2期 28症例、3期21症例、4期15症例となった。

術前の40症例のOCTによる円孔の大きさは平均300.7 μ m $\pm$ 147.5 (視角1.04° $\pm$ 0.51)、嚢胞の大きさは平均631.9 μ m $\pm$ 200.2 (視角2.19° $\pm$ 0.69) であった。OCTにて求めた円孔と嚢胞の大きさとP4DOTによる術前の抑制暗点とMH暗点の関係を図3に示した。ピアソンの相関係数から術前では円孔とMH暗点にのみ有意な相関 (N=40, $\gamma = 0.62 > 0.31$) がみられた。なお術後OCT画像により全例で円孔は閉鎖した。

暗点の認められた症例の頻度を図4に示した。抑制暗点は全ての症例でMH眼に生じていた。

図3 円孔と囊胞の大きさと抑制暗点とMH暗点
横軸に円孔囊胞をとりそのときのMH暗点と抑制暗点をプロットした。MH暗点の大きさは円孔の大きさと相関した。

図4 術前後に暗点が認められた症例の頻度
1期(術前)抑制暗点92.5% MH暗点87.5%、2期(術後1~2ヶ月)にはMH暗点21.4%と減少したが、抑制暗点は46.3%の症例に残存した。3期(術後3~5ヶ月)は抑制・MH暗点とも同率で38.1%の症例にみられ、4期(6ヶ月以降)では抑制暗点のみ見られる症例1例、MH暗点のみ1例となり、両暗点ともなし(2Δ以下)の症例が86.7%に達した。

1期は40症例中35症例(87.5%)にMH暗点、40症例中37症例(92.5%)に抑制暗点がみられた。2期にはMH暗点を認める症例数は28症例中6症例(21.4%)と減少したが、抑制暗点は28症例中13例(46.3%)に残存しており、MH暗点が認められないにもかかわらず抑制暗点を認める症例が28例中7症例(25%)に存在した。MH暗点と抑制暗点ともに認められなかった症例は28例中15例、53.6%であった。3期はMH暗点を認めるのは21症例中8例(38.1%)、抑制暗点を認めるものも同じく38.1%となった。4期では、暗点を認める症例数はMH、抑制暗点とも6.7%と減少し、両暗点ともに2Δ以下となる(暗点なしとみなした)症例は15症例中13例(86.7%)に達した。

両暗点の大きさは、1期にはMH暗点の大きさの平均±は $2.56 \Delta \pm 0.62$ であったが、抑制暗点の大きさは $2.47 \Delta \pm 0.47$ 、2期にはMH暗点の大きさ $2.01 \Delta \pm 0.04$ 、抑制暗点の大きさ $2.06 \Delta \pm 0.13$ と減少し、3期はMH暗点の大きさは $2.01 \Delta \pm 0.01$ で、抑制暗点の大きさは $2.01 \Delta \pm 0.01$ 、4期で各1例ずつ認められたMH暗点と抑制暗点の大きさは同じで 2.01Δ であった。

1期~4期におけるMH暗点、抑制暗点、TSTにおける視差、logMAR視力値の平均値を図5に示した。MH暗点、抑制暗点、立体視、視力とも術後に改善した。術前1期の視力logMARは平均 0.68 ± 0.22 (小数視力0.24)で2期に 0.34 ± 0.21 (小数視力0.52)、4期には 0.07 ± 0.17 (小数視力0.72)となった。立体視差の対数立体視力比はそれぞれ平均術前 3.88 ± 1.74 (視差の平均 $642.9'' \pm 999.0$)が2期に 2.00 ± 1.06 (視差の平均 $116.1'' \pm 153.3$)、3期に 1.65 ± 0.71 (視差の平均 $71.9'' \pm 43.7$)、4期には 1.54 ± 0.70 (視差の平均 $66.7'' \pm 45.3$)と改善した。各時期に対して分散分析を行い、Turkey対比較を行った結果、両暗点、立体視、視力とも術前の1期に対して術後の2期、3期、4期の各期で有意な差を認めたが(いずれも $p < 0.0001$)、術後の2期、3期、4期では有意な差はなかった。各時期の両暗点の大きさの比較はt検定により1、3、4期で両者には有意な差は無く、2期にのみ5%水準で有意な差($p <$

図5 両暗点, 視力, 立体視の推移
いずれも術前と術後1~2か月で有意な改善がみられた (* $P < 0.0001$)。立体視差の視差(対数)の値は対数立体視力比

図6 術後1~2か月の抑制暗点とMH暗点 (N=28)
術後1~2か月では抑制暗点はMH暗点より大きかった。2期ではどちらの暗点も認められなかった症例は28例中15例 (53.6%) であった。

0.05) が認められ、抑制暗点の方がMH暗点より大きかった。2期における抑制暗点とMH暗点の関係は図6のようになった。

2期の立体視検査結果を中心窩立体視が存在すると認められている視差60"未満^{13, 14)}を立体視正常群とし、それ以上を立体視不良群として二群に分け、各群において抑制暗点を有するもの、MH暗点を有するもの、両暗点とも有しなかったものの頻度を表1に示した。両暗点の大きさと視差の対数立体視力比との相関はピアソンの相関係数により (N=40、抑制暗点 $\gamma = 0.29$ 、MH暗点 $\gamma = 0.13$) 有意な相関関係が認められなかった。

表1 両暗点の有無と立体視

	抑制暗点あり (13例)	MH暗点あり (6例)	両暗点無し (18例)
視差60"未満 (立体視正常群)	2例 (15.4%)	1例 16.7 (%)	8例 44.4 (%)
視差60"以上 (立体視不良群)	11例 (84.6%)	5例 83.3 (%)	10例 55.6 (%)

IV 考按

今回、我々はP4DOTを用いてMH症例の罹患眼の暗点(MH暗点)と両眼視下の暗点(抑制暗点)を術前と術後3時期の計4期に亘って測定した。術前、OCTにて測定した円孔の大きさは平均 $1.04^{\circ} \pm 0.51$ (40例)であった。円孔の大きさとMH暗点には相関が見られ、今回、術前のMH暗点の大きさは $2.56^{\circ} \pm 0.62$ (およそ 1.07°)となっておりP4DOTはMH眼の暗点の測定方法として妥当であったと考える。嚢胞の大きさは平均 $2.19^{\circ} \pm 0.69$ であった。

MH暗点と円孔の大きさには有意な相関がみられること、抑制暗点は全時期を通してMH眼に生じていること、術前の両暗点の大きさには有意な差が見られないことから、術前MH暗点はMHにより生じた視細胞の乱れを反映し、抑制暗点は単に片眼のMH暗点を両眼でも認めたに過ぎないものかと思われる。

しかし術後1~2か月後ではMH暗点と抑制暗点には有意な差が見られ、手術により円孔の閉鎖という黄斑の状態の改善に伴ってMH暗点は減少したものの、抑制暗点のみが生じている症例が25% (28例中7例)あり、この時期には両眼視下では抑制が働くことが判明した。

術後1~2か月後における立体視差には抑制暗点との相関が認められず、抑制の大きいもので立体視が不良という結果にはならず、またこの時期両暗点が認められない症例においても立体視が良好という結果とはならなかった(表1)。これは視力が回復した小児の弱視において抑制が認められた症例では正常立体視の獲得が困難であったという矢ヶ崎ら(2003)¹²⁾(2007)⁷⁾の報告とは異なるものであった。Saitoら(2000)³⁾はMH症例の抑制を中枢性のものとしているがHikichiら(2001)⁴⁾は生理的機能でないかと考察している。我々もHikichiらと同様にMHに発症する抑制は基本的には必要な時に一過性に起こる生理現象であり、学習により得られるものとは異なり、容易に使える生理機能であるとする植村(1973)¹³⁾、足立(1960)¹⁴⁾の考えを支持する。今回術後1~2か月においてMH暗点が消失してもなお抑制暗

点が存在することを証明した。しかし、円孔閉鎖後半年を過ぎるとMH暗点も抑制暗点も共に 2° 以下(暗点なし)となる症例は86.7% (15症例中13例)に達した。片眼性特発性黄斑円孔は早期手術による円孔閉鎖と適切な眼内レンズの選択により正常立体視が獲得される事が判明した。

文献

- 1) Kishi S, Kamei Y, Shimizu K : Tractional elevation of Henle's fiber layer in idiopathic macular holes. *Am J Ophthalmol* 120: 486-496, 1995.
- 2) 岸 章治 : 特発性黄斑円孔. 岸 章治 (編) : OCT眼底診断学, 70-88, エルゼビア・ジャパン, 東京, 2010
- 3) Saito Y, Hirata Y, Hayashi A, Fujikado T, Ohji M, Tano Y: The visual performance and metamorphopsia of patients with macular holes. *Arch Ophthalmol* 118: 41-46, 2000.
- 4) Hikichi T, Onodera A, Ishiko S, Fujio N, Mori F, Yoshida A. : Stereo acuity in patients with unilateral macular hole and after macular hole surgery. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*, 239: 128-132, 2001.
- 5) Hirai T, Ito Y, Terasaki H, Ito M, Sato M, Miyake Y : Stereopsis in idiopathic macular hole with special reference to the size of the hole and its effect on stereoacuity. *Binocul Vis Strabismus Q*.18(4): 242-248, 2003.
- 6) von Noorden GK, Campos EC : Examination of patient-IV Amblyopia vs. Suppression. In: von Noorden GK, Campos EC(Ed): *Binocular vision and ocular motility* 6th ed.: 282, Mosby, St. Louis, 2002
- 7) 矢ヶ崎悌司, 村口 香, 松浦葉矢子, 太田裕子, 伊藤法子 : 立体視と抑制暗点水平径との関連 日本弱視斜視学会雑誌34 : 53-59, 2007.
- 8) Krøyer K, Christensen U, Larsen M: Quantification of metamorphopsia in patients

- with macular hole. Invest Ophthalmol Vis Sci 49: 3741-3746, 2008.
- 9) Gass JDM: Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. Am J Ophthalmol 119: 752-759, 1995.
 - 10) Day SH, Sami DA : History, examination, and further investigation In: Tayler D, Hoyt CG (Ed): Pediatric Ophthalmology and strabismus 3rd ed. 66-77, Elsevier Saunders, Philadelphia, 2005
 - 11) 魚里 博 : E. 屈折調節に関する計算式. 丸尾敏夫 他 (編) : 視能学 第2版. 155-163, 文光堂, 東京, 2011
 - 12) 矢ヶ崎悌司, 鈴木瑞紀, 松浦葉矢子, 田子路寿子, 栃倉波代, 山辺抄智代, 太田裕子 : 不同視弱視の両眼視機能 日本弱視斜視学会雑誌 30 : 100-105. 2003.
 - 13) 植村恭夫 : 両眼視機能の生理と病態 1. 正常両眼視機能. 弓削経一他 (編) : 視能矯正理論と実際 115-124, 金原出版, 東京 1973
 - 14) 足立興一 : 融像と抑制 - 特に微小角斜視のそれについて、眼紀 11 : 935, 1960.
-