

特発性黄斑円孔術後の黄斑形態と術後視力

山西 茂喜, 恵美 和幸, 大島 佑介, 本倉 雅信

大阪労災病院眼科

要 約

目 的：特発性黄斑円孔における硝子体手術後の黄斑形態と視力予後との関係について検討する。

対象と方法：対象は、1994年4月から1997年7月までの間に大阪労災病院で硝子体手術を施行した特発性黄斑円孔例のうち、術後に網膜厚解析装置(RTA)を用いて黄斑網膜の断層像撮影を行った52例53眼である。対象の平均年齢は64.7±6.6(平均値±標準偏差)歳であり、RTA検査時の検眼鏡の所見では、円孔閉鎖例が49眼(91%)、非閉鎖例が5眼(9%)であった。

結 果：RTAによる網膜断層像から、術後の黄斑形態は正常陥凹群19眼(36%)、陥没群12眼(23%)、平坦群8眼(15%)、色素上皮擦過群9眼(17%)と非閉鎖群5眼(9%)の5群に分類できた。黄斑網膜厚は正常陥凹群

(165±39 μm, 平均値±標準偏差)、陥没群(210±67 μm)、平坦群(300±50 μm)の間に有意差(p<0.01)があり、術後視力も正常陥凹群、陥没群、平坦群の各群間で有意差(p<0.001)があった。また、黄斑網膜厚は術後視力(LogMAR)と有意に相関(r=0.70)しており、術後の黄斑形態が正常に近いほど術後視力も良好であった。

結 論：特発性黄斑円孔では、術後の視機能回復と黄斑形態の再構築は密接に関係していた。また、術後の黄斑網膜の形態的評価にはRTAは有用であると考えられた。(日眼会誌 103:282-288, 1999)

キーワード：特発性黄斑円孔, 硝子体手術, 網膜厚解析装置, 黄斑形態の再構築, 黄斑網膜厚

Macular Morphologic Reconstruction and Visual Recovery in Patients Following Macular Hole Surgery

Shigeki Yamanishi, Kazuyuki Emi, Yusuke Oshima, and Masanobu Motokura

Department of Ophthalmology, Osaka Rosai Hospital

Abstract

Purpose : To examine the characteristics of retinal reconstruction at the macula following macular hole surgery and to assess the impact of postoperative macular morphological changes on the visual outcome.

Methods : A prototype of the scanning retinal thickness analyzer (RTA) was used to obtain optical section images at the macula in 53 eyes of 52 patients who underwent macular hole surgery between April 1994 and July 1997. The mean age of participants was 64.7 years. At the time of RTA examination, macular hole was biomicroscopically closed in 49 eyes (91%) and unclosed in 5 eyes (9%).

Results : There were 5 types of cross-sectional images of postoperative maculae : normal foveal depression [19 eyes (36%)], crater-like fovea formation [12 eyes (22%)], flattened fovea [8 eyes (15%)], fovea with abraded retinal pigment epithelium [9 eyes (17%)], and persistent macular hole [5 eyes (9%)]. Cen-

tral macular thickness measured by RTA was 165±39 (mean±standard deviation) μm in the normal foveal depression group, 210±67 μm in the crater-like fovea formation group, and 300±50 μm in the flattened fovea group. There were statistically significant differences (p<0.01) between groups. Postoperative visual acuity was significantly different (p<0.01) between these three groups, and central macular thickness was highly correlated with postoperative visual acuity (R=0.70).

Conclusion : Visual recovery following macular hole surgery is closely associated with the retinal reconstruction at the macula. (J Jpn Ophthalmol Soc 103:282-288, 1999)

Key words : Idiopathic macular hole, Vitreous surgery, Retinal thickness analyzer, Macular reconstruction, Central macular thickness

別刷請求先：591-8025 堺市長曾根町 1179-3 大阪労災病院眼科 山西 茂喜
(平成10年7月27日受付, 平成10年10月27日改訂受理)

Reprint requests to: Shigeki Yamanishi, M.D. Department of Ophthalmology, Osaka Rosai Hospital, 1179-3, Nagasone-cho, Sakai 591-8025, Japan

(Received July 27, 1998 and accepted in revised form October 27, 1998)

告¹⁸⁾されている。また,RTAにおける再現性は $\pm 10.8 \mu\text{m}$ ($\pm 6.6\%$)や $\pm 16 \mu\text{m}$ ($\pm 5.2\%$)と報告^{18)~21)}されている。今回の検討では,術後の黄斑網膜の形態的な評価のパラメータとして,RTAにより得られた黄斑網膜の断層像と黄斑網膜厚ならびに黄斑周囲網膜厚を用いた。黄斑網膜厚は,黄斑が含まれている10枚の断層像のうち最も厚みの薄い部分の網膜の厚みを3回測定し,その平均値とし,黄斑周囲網膜厚は固視点から約 $800 \mu\text{m}$ 離れた部位の網膜厚の平均値を採用した。また,RTAから自動算出された網膜厚は屈折や眼軸長の影響を受けるため,解析に用いた測定値はいずれも補正式を用いて誤差補正を行った後の値である。なお,手術からRTA測定までの期間は 14.9 ± 11.6 か月であり,術後視力は各症例ともRTA測定時の矯正視力を用いた。

統計学的な検定に関しては,2群間の検定ではMann-Whitney U検定ならびにSpeamanの順位相関係数,また,多群間の検定にはKruskal-Wallis検定の後,Scheff多重比較を行った。危険率5%未満で有意差ありと判定した。なお,対数視力はLogMAR(logarithm of the minimum angle of resolution)を用いて計算した。

III 結 果

1. 術後の黄斑形態の分類(図2~4)

術後RTA検査時の53眼の検眼鏡的所見は,円孔閉鎖例が49眼(90.6%)で,非閉鎖例が5眼(9.4%)であったが,各症例のRTAによる黄斑部の断層像を検討すると,術後の黄斑網膜の形態は図2に示すごとく5群に分類できた。1群(正常陥凹群)19眼(35.8%)では,黄斑網膜に正常眼のような中心窩陥凹が観察され,網膜表面も高輝度の異常反射がなく滑らかな連続性が保たれていた(図3A,4A)。2群(陥没群)12眼(22.6%)では,黄斑網膜に陥凹を観察できるが,網膜表面の連続性は滑らかではなく,途中から陥凹が急峻になっている(図3B,4B)。3群(平坦群)8眼(15.1%)では,黄斑網膜に正常眼のような中心窩陥凹が全くみられず,黄斑網膜の中央と周辺部ともほ

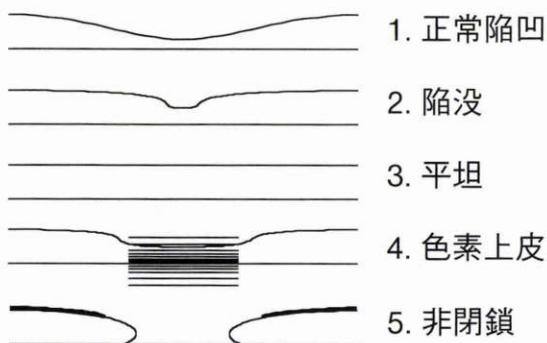


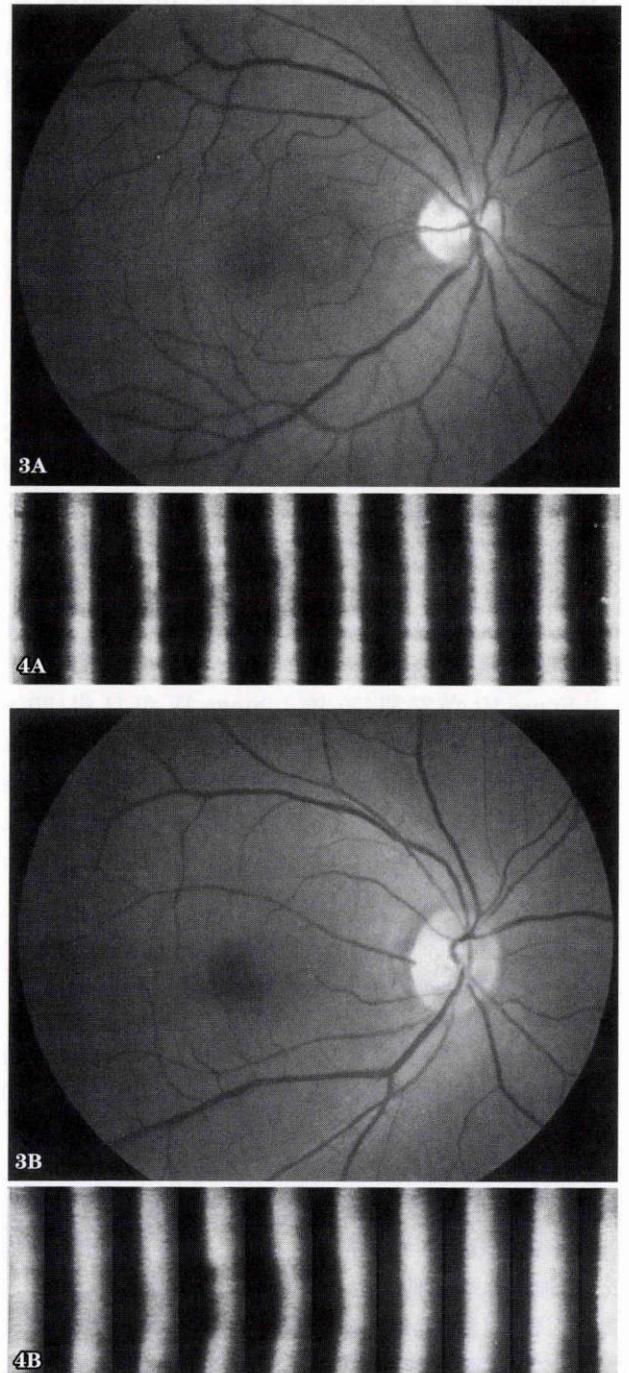
図2 網膜厚解析装置により得られた黄斑円孔術後の黄斑形態のシェーマ。

黄斑円孔術後の黄斑形態は正常陥凹群・陥没群・平坦群・色素上皮擦過群・非閉鎖群の5群に分類できた。

ほ均一な網膜厚を呈していた(図3C,4C)。4群(色素上皮擦過群)9眼(17.0%)では,黄斑網膜に擦過による影響と思われる円孔に一致した部位でのレーザー光の高輝度散乱が観察され,詳細な黄斑部の形態が判定できなくなっている(図3D,4D)。最後に,5群(非閉鎖群)5眼(9.4%)では,円孔閉鎖が得られていないので,網膜の連続性が完全に途絶した断層像が観察された(図3E,4E)。

2. 黄斑形態と術後視力(図5)

正常陥凹群,陥没群,平坦群,色素上皮擦過群,非閉鎖群の術後対数視力は,それぞれ 0.09 ± 0.09 , 0.31 ± 0.15 , 0.85 ± 0.14 , 0.90 ± 0.25 , 0.85 ± 0.15 であった。また,正常陥凹群と陥没群,陥没群と平坦群の間でそれぞれ有意差



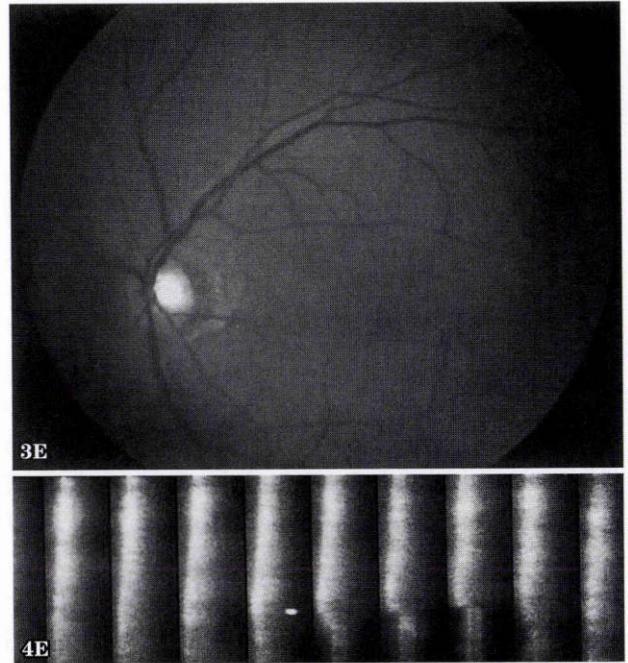
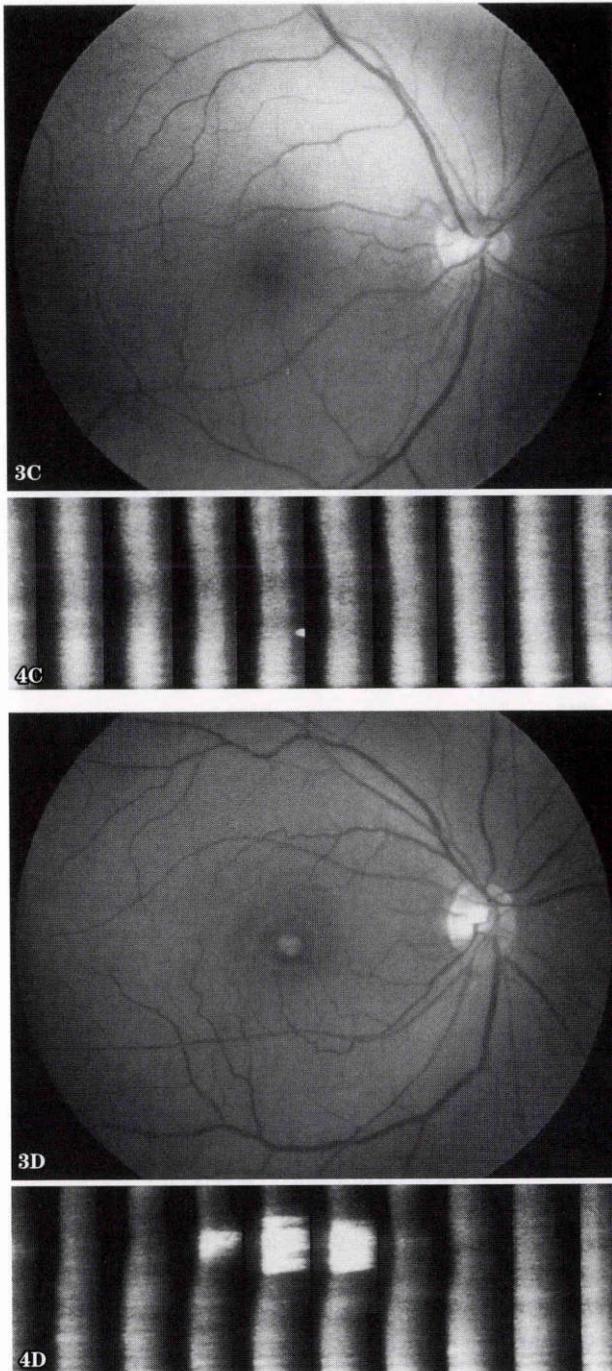


図 3, 4 各群の術後の眼底写真と網膜厚解析装置 (RTA) 像。

- A: 黄斑陥凹があり, 網膜表面が滑らかな連続性のある正常陥凹群。
 B: 陥凹があり網膜表面の連続性はあるが, 滑らかではなく途中から陥凹が急峻になっている陥没群。
 C: 網膜表面の連続性はあるが, 中心窩の陥凹が全くみられない平坦群。
 D: 黄斑中心窩でレーザー光が散乱し, 詳細な黄斑部の形態が判定できなくなっている色素上皮擦過群。
 E: 円孔の閉鎖を得ることができず, 網膜の連続性が途絶した非閉鎖群。

($p < 0.001$)があった。しかし, 平坦群, 色素上皮擦過群ならびに非閉鎖群の各群では, いずれも群間に差はなかった。

3. 黄斑網膜厚と術後視力の相関 (図 6)

黄斑網膜厚の測定が可能であった正常陥凹群, 陥没群, 平坦群の計 39 眼 (73.6%) では, 黄斑網膜厚は術後視力と有意に相関した [術後 LogMAR = $-0.35 + 0.003 \times$ (黄斑網膜厚), $r = 0.70$, $p < 0.0001$] (図 6)。

4. 術後の黄斑形態と黄斑網膜厚ならびに黄斑周囲網膜厚の関連 (図 7, 表 2)

術後の黄斑形態と黄斑網膜厚ならびに黄斑周囲網膜厚の関連について検討した結果を表 2 に示した。黄斑網膜

厚の測定が可能であった正常陥凹群, 陥没群, 平坦群の 3 群では, 平均黄斑網膜厚はそれぞれ 164.5 ± 38.8 , 209.5 ± 67.2 , $300.4 \pm 49.6 \mu\text{m}$ であり, 正常陥凹群と陥没群 ($p = 0.03$), 陥没群と平坦群 ($p = 0.01$) の間に有意差があった (図 7)。また, 黄斑周囲網膜厚は正常陥凹群, 陥没群, 平坦群, 色素上皮擦過群, 非閉鎖群で, それぞれ 265.6 ± 42.9 , 321.7 ± 74.3 , 356.2 ± 67.9 , 300.9 ± 77.2 , $493.6 \pm 108.7 \mu\text{m}$ であり, 正常陥凹群とその他すべての群 ($p < 0.01$), 非閉鎖群とその他すべての群 ($p < 0.02$) の間に有意差があった。しかし, 陥没群, 平坦群, 色素上皮擦過群の間には有意な差はなかった。

5. 術前因子と術後視力の相関 (表 3)

術後の黄斑網膜を形態的分類した 5 群のうち非閉鎖群を除く 4 群 (48 眼) について, 術後視機能に影響を及ぼすと考えられる術前因子 (年齢, 推定罹病期間, 円孔径, 術前視力) と術後視力との相関について検討した。年齢 ($r = 0.332$, $p = 0.0152$), 罹病期間 ($r = 0.301$, $p = 0.0286$), 円孔径 ($r = 0.405$, $p = 0.0039$), 術前 LogMAR ($r = 0.513$, $p < 0.001$) と, それぞれの因子と術後視力の間で相関性が得られた (表 3)。

IV 考 按

特発性黄斑円孔に対する硝子体手術後の視力についてみると、黄斑円孔が閉鎖できなかった例は勿論であるが、黄斑円孔が閉鎖しても視力回復が不良な例が存在するのも事実である。特発性黄斑円孔の円孔閉鎖率や術後の視力改善に影響する要因として、これまでは Gass の Stage 分類、黄斑円孔径、円孔周囲の網膜剝離 (fluid cuff) の大きさ、術前視力、罹病期間や年齢などの術前因子との関わりが議論されてきた^{1)12)~14)}。今回の我々の検討結果でも、これらの術前因子と術後視力との間に相関があるが、その相関係数は高い値でも 0.3~0.5 程度のものであり、術前因子のみが術後の視力改善を規定するとはいい難い。実際、対象症例の中には術前視力が比較的に良好で円孔径もやや小さく、術後も順調に円孔閉鎖が得られたのにも拘わらず、術後視力の回復が思わしくない例が存在したり、逆に術前視力が不良で黄斑円孔径が大きいものの、円孔が閉鎖したところ術後視力が著しく改善した例を経験している。このことは、術後の視力改善は術前因子のみならず、硝子体手術中の操作にも関係し、単に黄斑円孔の閉鎖だけでは十分でなく、術後の黄斑形態の修復に沿った機能回復が重要であることを示している。

これまで硝子体手術後の黄斑網膜の観察は専ら検眼鏡的に行われ、黄斑円孔の閉鎖の有無を問題としてきた。最近では走査型レーザー検眼鏡 (SLO) を用いての検討もなされているが²²⁾²³⁾、いずれも黄斑網膜の表面的な観察であり、生体眼における円孔閉鎖の状態 (術後の黄斑網膜の形態) と術後視力や変視、暗点残存との関わりについては依然として不明であった。今回、RTA を用いることにより黄斑円孔術後の黄斑形態を光学的断層像から解析し、術後の黄斑網膜厚や黄斑網膜の形態と術後視力との関連を比較検討することができた。今回の結果から、術後の黄斑形態は円孔の閉鎖か非閉鎖かの 2 種類ではなく、表面的に円孔の閉鎖消失を得た症例の中には正常眼に近い正常陥凹群から全く陥凹のみられない平坦群まで存在し、黄斑網膜の厚みも正常に近いものから約 3 倍程度のものまで存在することが確認された。このように術後の黄斑は様々な形態をとっていることから、術後に黄斑円孔が閉鎖されても症例によって黄斑機能が異なり、術後視力にも影響するものと考えられた。実際、今回の術後対数視力と黄斑網膜厚との間には高い相関 ($r=0.70$) が得られ、形状と厚みの点から正常の黄斑形態に近く回復したものの視力予後も良好であった。

我々は術後の黄斑形態を光学的断層像から 5 群に分けて検討したが、正常陥凹群では正常眼とかなり近似した黄斑形態が観察され、黄斑網膜厚も $164.5 \mu\text{m}$ と正常眼¹⁸⁾との差がなかったことから、黄斑形態は黄斑円孔の発症前の状態にほぼ回復したと考えられた。実際、このような例では術後視力は最も良く改善しており、変視や中

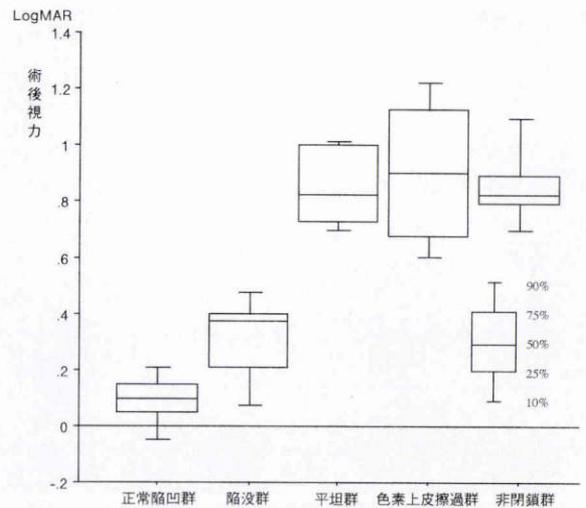


図5 黄斑形態と術後視力。

正常陥凹群と陥凹群、陥凹群と平坦群の間で有意差 ($p < 0.001$) があった。平坦群、色素上皮擦過群、非閉鎖群では群間差はなかった。

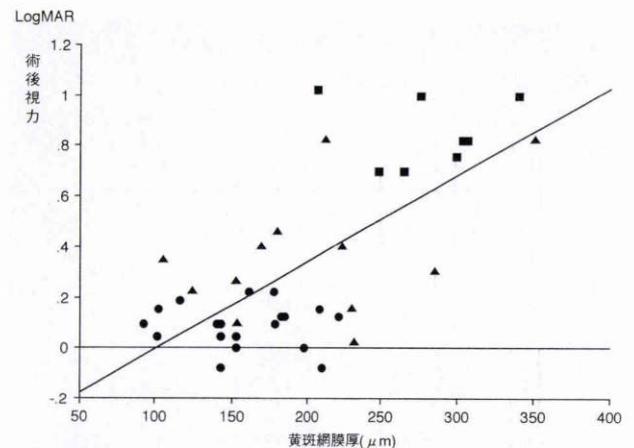


図6 黄斑網膜厚と術後視力。

黄斑網膜厚が測定可能な正常陥凹群、陥凹群、平坦群の計 39 眼について、黄斑網膜厚と術後視力は統計学的に有意な相関 (術後 $\text{LogMAR} = -0.35 + 0.003 \times [\text{黄斑網膜厚}]$, $r=0.70$, $p < 0.0001$) があった。●: 正常陥凹群, ▲: 陥凹群, ■: 平坦群を示す

心暗点の訴えもほとんどなかった。一方、黄斑形態が陥凹群や平坦群に属する例では、正常の中心窩陥凹がなく、黄斑網膜厚も正常の 2~3 倍の厚みを有しており、黄斑円孔は閉鎖したものの、黄斑形態は正常には復旧していないと考えられる。このような症例では fluid cuff の消失によって機能的には術前より改善したものの、術後の十分な視力回復が得られず、変視は改善したものの、中心暗点の自覚が一部の症例で残存していた。これまででも手術によって円孔が閉鎖した症例で、SLO による微小暗点測定 (microperimetry) を行うと、しばしば中心窩近傍で暗点が検出されることが報告²³⁾されている。今回の黄斑形態の解析結果と照合すると、陥凹群や平坦群のような症例

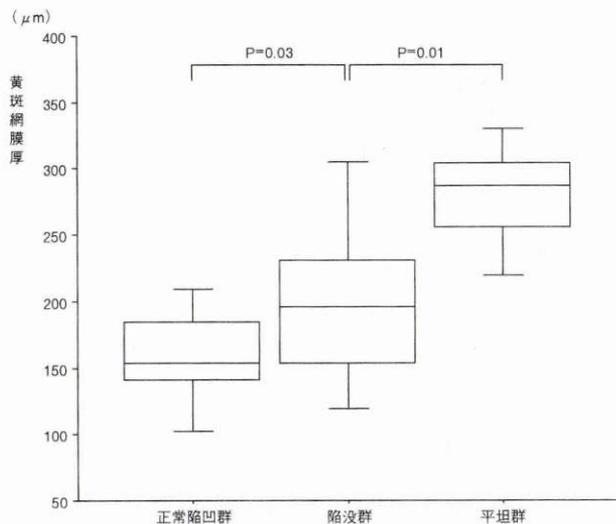


図 7 黄斑形態と黄斑網膜厚。

黄斑網膜厚が測定可能であった正常陥凹群、陥没群、平坦群の 3 群の平均黄斑網膜厚は、それぞれ 164.5±28.8(平均値±標準偏差), 209.5±67.2, 300.4±49.6 μm で、正常陥凹群と陥没群(p=0.03), 陥没群と平坦群(p=0.01)の群間に有意差があった。

表 2 黄斑形態と黄斑網膜厚ならびに黄斑周囲網膜厚

(μm)	黄斑網膜厚	黄斑周囲網膜厚
正常陥凹群	164.5±38.8	265.5±42.9
陥没群	209.5±67.2	321.7±74.3
平坦群	300.4±49.6	356.2±67.9
色素上皮擦過群	測定不能	323.1±62.8
非閉鎖群	測定不能	493.6±108.7

黄斑網膜厚は正常陥凹群と陥没群(P = 0.03), 陥没群と平坦群(P = 0.01)の群間に有意差があり, 黄斑周囲網膜厚は正常陥凹群とその他すべての群(P < 0.01), 非閉鎖群とその他すべての群(P < 0.02)の群間に有意差があった。しかしながら, 陥没群, 平坦群, 色素上皮擦過群の間には有意な差はなかった。

では検眼鏡的には円孔が消失しているものの、黄斑中心窩は本来の視細胞で修復されておらず、円孔欠損部は円孔縁より増殖して架橋した Müller cell などの網膜支持細胞により被覆されていると考えられる。

陥没群では正常群に非常に近いものから平坦群に近いものまで、種々な形態をとっており、術後視力の偏差は最も大きかった。このことは、円孔欠損部がどの程度本来の視細胞により修復されているか、円孔縁の網膜支持細胞がどの程度移行侵入しているか、その比率により術後の黄斑形態と視機能の回復程度が決定されることが考えられる。また、色素上皮擦過群では擦過部位に一致した高輝度の光散乱像を認め、黄斑網膜の詳細な形態的な解析は困難であった。しかし、これらの症例は黄斑円孔非閉鎖例とは異なり、網膜表面は連続性を保っており、陥凹様の変化は認めるものの陥没型の形態をとるものが多く、黄斑円孔周囲の網膜厚は300μm以上に肥厚したままであった。

表 3 術前因子と術後視力(LogMAR)の相関

X	相関式	r	P
年齢	-0.803+0.020・X	0.332	0.0152
罹病期間	0.403+0.011・X	0.301	0.0286
円孔径	0.166+1.279・X	0.405	0.0039
術前 LogMAR	-0.044+0.655・X	0.513	0.001

術後視機能に関しては、変視は改善しているものの、中心暗点が残存し、術後視力の回復には限界があった。黄斑円孔内の網膜色素上皮擦過は円孔閉鎖に効果的との報告⁴⁾はあるが、円孔が閉鎖しても、SLO の microperimetry では症例によっては暗点を中心窩近傍に検出されることが知られている。これらのことから、色素上皮擦過群では術後の黄斑形態は正常の形態とは完全に異なっており、本来の視細胞による修復ではないので機能的な回復には限界があるといわざるを得ない。したがって、より良好な視力回復を目的とするならば、色素上皮擦過の適応には慎重を要すると考えられ、黄斑円孔の閉鎖を第一義とした手術以外にはむしろ適応ではないと考えられる。

今回の結果から、黄斑円孔術後の黄斑と術後視力との間には非常に高い相関があった。このことは、既に報告されている糖尿病黄斑症による黄斑浮腫における網膜厚と視力の関係^{24)~25)}と同様であるが、黄斑浮腫と同様に黄斑網膜が腫脹しているとは考えにくい。黄斑円孔術後に黄斑網膜の厚みを増加させるものとして、黄斑での浮腫、嚢胞形成あるいは本来の黄斑部が他の組織によって被覆されていることなどが考えられるが、これらは今のところ不明であり、その病態を明らかにすることは術後の黄斑機能を今後さらに改善していく上で重要であると思われる。一方、黄斑周囲網膜厚は各症例とも術前の観察時点では正常眼より増大しているが、視力回復が得られた例では術後ほぼ正常の厚さに復帰しているのに対し、視力回復が不良な例では術前と同様に中心窩周囲の網膜厚は厚いままである。

このような黄斑周囲網膜厚の術前後の変化から考えると、黄斑円孔の発症時点では円孔周囲の網膜が遠心性に牽引されて網膜厚の増大を来しているが、術後経過の良好な例ではこの牽引が十分に解除されて、もとの正常な網膜に復帰すると考えられる。このような円孔を形成する牽引の要素として、後部硝子体剥離の有無¹⁶⁾のみならず、円孔周囲での黄斑前膜の存在⁶⁾や内境界膜の影響²⁶⁾も指摘されている。すなわち、術前の円孔の大きさや古さのみにとらわれるのではなく、円孔周囲の状況、すなわち網膜の肥厚の程度、伸展性や牽引膜の存在をも十分に念頭に置いて手術に望む必要があると思われる。また、手術に際してはできるだけ網膜に障害を与えずに、円孔周囲の膜剥離に努めることが正常な黄斑形態の再構築と視機能の回復のためには不可欠であると考えられた。

今回、RTA を用いた検討により、黄斑円孔における術

後の黄斑形態は円孔の閉鎖か非閉鎖かの違いだけではなく、非閉鎖例も含めて形態的には5種類に分類された。また、閉鎖例でも黄斑網膜厚は症例により異なることが明らかとなった。術後視機能は術後の黄斑形態(形状と厚み)の再構築と密接に相関しており、現在の手術術式のみでは術後視機能の回復には限界があると思われた。今後は個々の症例における術前後の網膜厚の比較検討を行うとともに、術後の経時的な変化についてもさらに検討していく必要があると考えられた。

文 献

- 1) Kelly NE, Wendel RT: Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study. Arch Ophthalmol 109: 654-659, 1991.
- 2) Ie D, Glaser BM, Thompson JT, Sjaarda RN, Gordon LW: Retreatment of full-thickness macular holes persisting after prior vitrectomy: A pilot study. Ophthalmology 100: 1787-1793, 1993.
- 3) Glaser BM, Michels RG, Kuppermann BD, Sjaarda RN, Pena RA: Transforming growth factor- β 2 for the treatment of full thickness macular holes. A prospective randomized study. Ophthalmology 99: 1162-1173, 1992.
- 4) Liggett PE, Skolik DS, Horio B, Saito Y, Alfaro V, Mieler W: Human autologous serum for the treatment of full thickness macular hole. A preliminary study. Ophthalmology 102: 1071-1076, 1995.
- 5) 直井信久, 松浦義史, 新井三樹, 澤田 惇: 全層性黄斑円孔に対する硝子体手術の術式の改良. 臨眼 48: 1989-1994, 1994.
- 6) 本倉雅信, 恵美和幸, 塩谷易之, 五味 文, 今居寅男, 相馬信和: 特発性黄斑円孔硝子体手術における網膜前膜処理の重要性. 臨眼 48: 1707-1711, 1994.
- 7) Ryan EH, Gilbert HD: Results of surgical treatment of recent-onset full-thickness idiopathic macular holes. Arch Ophthalmol 112: 1545-1553, 1994.
- 8) Ruby AJ, Williams DF, Grand MG, Thomas MA, Meredith TA, Boniuk I, et al: Pars plana vitrectomy for treatment of stage 2 macular holes. Arch Ophthalmol 112: 359-364, 1994.
- 9) Funata M, Wendel RT, de la Cruz Z, Green WR: Clinicopathological study of bilateral macular holes treated by pars plana vitrectomy and gas tamponade. Retina 12: 289-298, 1992.
- 10) Willis AW, Garcia-Cosio JF: Macular hole surgery. Comparison of longstanding versus recent macular holes. Ophthalmology 103: 1811-1814, 1996.
- 11) Madreperla SA, Geiger GL, Funata M, de la Cruz Z, Green WR: Clinicopathologic correlation of a macular hole treated by cortical vitreous peeling and gas tamponade. Ophthalmology 101: 682-686, 1994.
- 12) Wendel RT, Patel AC, Kelly NE, Salzano TC, Wells JW, Novack GD: Vitreous surgery for macular holes. Ophthalmology 100: 1671-1676, 1993.
- 13) 荻野誠周: 黄斑円孔手術の成績. 日眼会誌 99: 938-944, 1995.
- 14) 塩谷易之, 恵美和幸, 五味 文, 本倉雅信: 特発性黄斑円孔硝子体手術後の視力と円孔径. 臨眼 49: 753-756, 1995.
- 15) Freeman WR, Azen SP, Kim JW, el-Haig W, Mishell DR III, Bailey I: Vitrectomy for the treatment of full-thickness stage 3 or 4 macular holes. Results of a multicentered randomized clinical trial. The vitrectomy for treatment of macular hole study group. Arch Ophthalmol 115: 11-21, 1997.
- 16) Johnson RN, Gass DJ: Idiopathic macular holes. Ophthalmology 95: 917-924, 1988.
- 17) Zeimer RC, Mori MT, Khoobehi B: Feasibility test of a new method to measure retinal thickness noninvasively. Invest Ophthalmol Vis Sci 30: 2099-2105, 1989.
- 18) Landau D, Schneidman EM, Jacobovitz T, Rozenman Y: Quantitative *in vivo* retinal thickness measurements in healthy subjects. Ophthalmology 104: 639-642, 1997.
- 19) Asrani S, Zeimer R, Goldberg M, Zou S: Application of rapid scanning retinal thickness analysis in retinal disease. Ophthalmology 104: 1145-1151, 1997.
- 20) Shahidi M, Zeimer RC, Mori M: Topography of the retinal thickness in normal subjects. Ophthalmology 97: 1120-1124, 1990.
- 21) Oshima Y, Emi K, Yamanishi S, Motokura M: Quantitative assessment of macular thickness in normal subjects and patients with diabetic retinopathy by scanning retinal thickness analyzer. Br J Ophthalmol 83: 1999. (In press)
- 22) Sjaarda RN, Frank DA, Glaser BM, Thompson JT, Murphy RP: Resolution of an absolute scotoma and improvement of relative scotoma after successful macular hole surgery. Am J Ophthalmol 116: 129-139, 1993.
- 23) Guez JE, Le Gargasson JF, Massin P, Rigaudiere F, Grall Y, Gaudric A: Functional assessment of macular hole surgery by scanning laser ophthalmoscopy. Ophthalmology 105: 694-699, 1998.
- 24) Shahidi M, Ogura Y, Blair NP, Rusin MM, Zeimer R: Retinal thickness analysis for quantitative assessment of diabetic macular edema. Arch Ophthalmol 109: 1115-1119, 1991.
- 25) Shahidi M, Fishman G, Ogura Y, Ambroz K, Zeimer R: Foveal thickness in retinitis pigmentosa patients with cystoid macular edema. Retina 14: 243-247, 1994.
- 26) Asrani S, Zeimer R, Goldberg MF, Zou S: Serial optical sectioning of macular holes at different stages of development. Ophthalmology 105: 66-77, 1998.