

黄斑円孔と偽黄斑円孔における網膜硝子体の断層像と 中心窩網膜への牽引様式

森 圭介, 阿部 友厚, 米谷 新

埼玉医科大学眼科学教室

要 約

目 的：特発性黄斑円孔および偽黄斑円孔における網膜硝子体の断層像と中心窩網膜への牽引様式, 特に後部硝子体膜 (PHM) の役割を明らかにすること。

対象と方法：光干渉断層計を用いて黄斑円孔 20 眼と偽黄斑円孔 6 眼を観察した。

結 果：stage 1, 2 では中心窩網膜の分層化がみられた。これら stage 1, 2 円孔の 10 眼中 7 眼に PHM が検出され, そのうち 6 眼が円孔付着部から前方凸のドーム状に網膜から剝離していた。stage 3 の円孔周囲では PHM は剝離し, 網膜への直接的な牽引は解除されていた。偽黄斑円孔では, 周囲の網膜が求心性に引き寄せられ凹型を

呈していたが, 中心窩中央はほぼ正常構造であった。

結 論：以上の光干渉断層計所見に基づき, 網膜の分層化が黄斑円孔の形成過程での重要な変化であること, また, PHM がドーム状に剝離している症例が多かったことから, 後部硝子体膜は常に緊張して網膜を牽引しているのではなく, 円孔形成の初期からゆるんだ状態で網膜から剝離している可能性が示された。(日眼会誌 103: 371—378, 1999)

キーワード：特発性黄斑円孔, 偽黄斑円孔, 光干渉断層計, 後部硝子体膜

Vitreoretinal Tomography and Foveolar Traction in Macular Hole Development and Macular Pseudohole

Keisuke Mori, Tomoatsu Abe and Shin Yoneya

Department of Ophthalmology, Saitama Medical School

Abstract

Object : To clarify the morphologic features and foveolar traction in macular hole development and macular pseudohole.

Methods : The vitreoretinal tomography of idiopathic macular holes and macular pseudoholes was observed with optical coherence tomography (OCT).

Results : In stage 1 and 2, foveolar intraretinal splitting was evident. The posterior hyaloid membrane was detected in 7 of 10 eyes with stage 1 and 2 holes. Dome-shaped vitreoretinal separation was seen in 6 of 7 eyes in which the posterior hyaloid membranes were detected. A complete posterior vitreous detachment was seen around a stage 3 hole. In the macular pseudohole with preretinal membrane, there was anterior and central displacement of the inner retina in the perifoveal region, resulting in a

U-shaped deformation of the macular lesion. In contrast, the structure of the central fovea was virtually intact.

Conclusions : On the basis of the OCT findings, the intraretinal splitting and the cyst formation are important features in the development of a macular hole. The dome-shaped vitreoretinal separation in the early stages of macular holes suggests that the posterior hyaloid membrane may not be taut but slack, and would not cause a tractional force continuously even in early-stage macular holes. (J Jpn Ophthalmol Soc 103: 371—378, 1999)

Key words : Idiopathic macular hole, Macular pseudohole, Optical coherence tomography, Posterior hyaloid membrane

I 緒 言

特発性黄斑円孔の形成過程については, 全層黄斑円孔

の前段階の病変として切迫黄斑円孔という概念の確立から始まり^{1)~4)}, 次いで Gass⁵⁾の報告以来, 後部硝子体膜による牽引が円孔を形成している可能性が指摘されるよう

別刷請求先: 350-0495 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷 38 埼玉医科大学眼科学教室 森 圭介
(平成 10 年 6 月 30 日受付, 平成 10 年 11 月 25 日改訂受理)

Reprint requests to: Keisuke Mori, M.D. Department of Ophthalmology, Saitama Medical School, 38 Morohongo, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama-ken 350-0495, Japan

(Received June 30, 1998 and accepted in revised form November 25, 1998)

になった^{6)~8)}。これら黄斑円孔の発症病理に関する知識の蓄積に基づき、切迫黄斑円孔⁹⁾、全層黄斑円孔¹⁰⁾に対して硝子体手術が応用され、黄斑円孔は治療可能な疾患となった。一方、これらの報告の中で、後部硝子体剥離は円孔形成において必発であるとするもの²⁾とほとんどないとするもの⁵⁾、硝子体の牽引が前後方向であるとするもの³⁾と網膜に対して接線方向であるとするもの^{5)~8)}、切迫黄斑円孔は感覚網膜剥離とするもの^{5)~7)}と網膜の分層化や嚢胞化とするもの^{1)~2)~8)}など、報告によってその具体的な解釈が大きく異なっている。その理由として、後部硝子体膜や網膜の断面像を客観的に描出・評価する方法が現在までなく、これらの報告のほとんどが細隙灯顕微鏡と前置レンズによる観察結果に基づくものであったことが挙げられる。

これに関連して、近年、光干渉断層計(optical coherence tomography, OCT)が開発された¹¹⁾。この装置は基本的には超音波断層検査のBモードと同じであるが、それより短い近赤外領域の低コヒレンス光を用いた干渉法により、網膜の断面を各層が弁別可能なほど詳細に描出できる。その結果、従来組織標本でしか得られなかった、様々な病態における網膜の断面像を生体下で、かつ高い解像度で観察することが可能となった^{12)~14)}。黄斑部はOCTで観察しやすい場所であり、OCTは黄斑円孔の病態や治療効果の判定に有用であることが報告¹⁵⁾されている。今回、我々は各病期の黄斑円孔とその類縁疾患のOCT所見を検討した。特に、早期円孔における感覚網膜の内部構造の変化、および後部硝子体膜の検出率とその形態を観察し、特発性円孔および網膜前膜を伴う偽黄斑円孔の発症病理に関した興味ある知見を得たので以下に報告する。なお、本稿での中心窩、黄斑などの用語は黄斑円孔のそれと同じく、臨床学的用語を用いる。

II 対象と方法

対象は、当科を受診した特発性黄斑円孔および網膜前膜を伴う偽黄斑円孔患者のうち、1997年5~10月までの間にOCTによる観察のできた23例26眼である。内訳は、stage 1 Aが5眼、stage 1 Bが1眼、stage 2が4眼、stage 3が4眼、stage 4が6眼の特発性黄斑円孔と偽黄斑円孔6眼である。全例、細隙灯顕微鏡とGoldmann(ゴールドマン)三面鏡または+90 Dレンズによる観察、双眼倒像鏡検査と眼底撮影を行った。加えて、症例により走査レーザー検眼鏡(SLO, Rodenstock)のアルゴン青、ヘリウムネオン、赤外半導体レーザーによる単色光撮影を行った。OCT(Humphrey)を用いた観察では、円孔を中心におき垂直方向と水平方向に2.83もしくは3.00 mmの長さで網膜を走査した。できる限り再現性があり、かつ鮮明な画像が得られるよう、同一方向に対し最低5回以上繰り返し走査した。また、後部硝子体膜の検出できたものでは、2.83もしくは3.00 mmの走査範囲内での

網膜との最大距離を測定した。加えて、後部硝子体膜の形態をより詳細に検討するため、症例により、円孔周囲の円周断や乳頭黄斑間の水平断を観察した。

III 結果

stage 1 Aの円孔では、中心窩網膜内層に画像上黒く描出される低反射層、つまり、網膜内層の分離が全例で観察された。この分離した網膜の内壁は薄い高反射層から成り、それより外方の網膜からの信号は乱れ、黒い低反射部と高反射部とが混在していた。感覚網膜の最外層は網膜色素上皮層に相当する高反射層に接しており、網膜剥離はみられなかった(図1 A~E)。stage 1 Bでは網膜の分層化はより高度になり、中心窩陥凹は消失した。網膜外層の所見は1 Aとおおよそ差異はなく、反射の乱れが観察された(図1 F)。stage 2に進行すると網膜の分層化はさらに進行し、網膜内壁は円孔外の網膜より内方に挙上されていた(図2 A~E)。このstageで網膜外層の裂隙が観察されたものが1眼あり、この例では網膜の分層化や嚢胞形成は軽度であった(図2 F)。これらstage 1, 2円孔の10眼中7眼において、点線状に連続する後部硝子体膜が網膜前方の硝子体腔に観察された。これらの後部硝子体膜は円孔縁に連続するように描出されていた。後部硝子体膜が検出できた7眼中、前方に凸のドーム状に剥離していたものが6眼、網膜面上で薄く水平に剥離していたものが1眼であった。後部硝子体膜がドーム状に描出された例では、水平断に比べ垂直断の方が網膜と硝子体膜との距離は大きく描出される傾向にあった。特に、円孔周囲を中心窩を中心に円周状に走査したものでは、上下方向の方が耳鼻側方向に比べ、硝子体は大きく剥離していた(図1 E)。乳頭黄斑間を走査したものでは、眼底は弧状に描出され、後部硝子体膜は前方凸のドーム状に描出された(図2 E)。これらstage 1, 2円孔における網膜後部硝子体膜間の最大距離は、中心窩を中心にした幅2.83もしくは3.00 mmの走査範囲内では、73~486 μm(平均301 μm)であった(図1, 2, 表1)。

stage 3, 4の全層孔では、網膜欠損部である円孔と、その周囲に隆起したfluid cuffに相当する部位が観察された。このfluid cuffでは、感覚網膜の嚢胞状変化がその主要病変であり、網膜剥離となっている部位は円孔内縁の比較的狭い範囲にみられた(図3)。stage 3では円孔蓋が円孔内方の硝子体腔に高反射で描出された。一方、後部硝子体膜はstage 3の4眼中3眼に描出された。検出された後部硝子体膜はすべて網膜から剥離し、円孔蓋に連続するように観察された(図3 A)。stage 1~3全例での後部硝子体膜は14眼中10眼(71%)に検出された。黄斑外の網膜に関しては、今回対象とした全例において、おおよそ3層の高反射層と低反射層を識別可能であった。また、円孔底も含め、網膜色素上皮層より外側での異常所見は観察されなかった。なお、細隙灯顕微鏡と前置レンズによ

る観察や硝子体手術中の所見では、これら特徴的な後部硝子体の形態は観察不能であった。

網膜前膜を伴う偽黄斑円孔では、網膜面上に張り付くように存在する高反射の網膜前膜が観察されたが、黄斑部でその反射はとぎれていた。この網膜前膜は中心窩に向かってせり出すようにみられ、その結果、黄斑部網膜は中心窩方向に引き寄せられ、凹型を呈していた。一方、

Henle 層に相当する部位が低信号となり網膜分離様に観察されたが、中心窩中央部の網膜はほぼ正常構造をとっており、全例視力は 0.8 以上と良好であった(図 4)。

IV 考 按

OCT 像は赤外光の反射から構成されていることを念頭に入れ、組織学的な解釈に還元していかなければなら

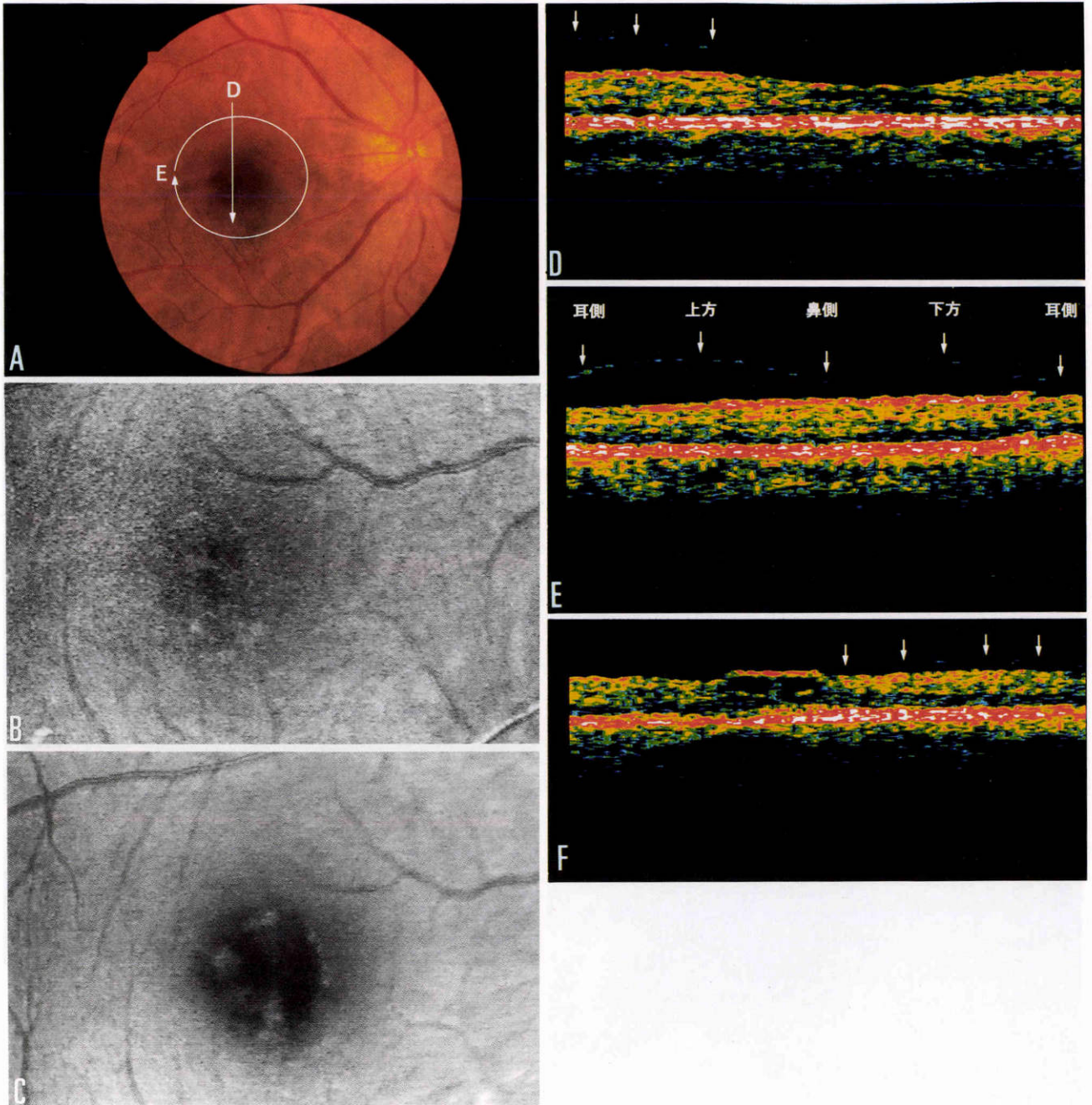


図 1 stage 1 円孔.

A~E: stage 1 A, 表の症例 1. F: stage 1 B, 症例 5

A: stage 1 A, 眼底写真. 矢印は図 D, E の optical coherence tomography (OCT) の走査方向. B: stage 1 A, 走査レーザー検眼鏡 (SLO), ヘリウムネオン. C: stage 1 A, SLO, アルゴン青. D: stage 1 A, OCT 像, 垂直断. 中心窩陥凹は減弱し, 網膜は分層化. 矢印は後部硝子体膜. E: stage 1 A, OCT 像, 中心窩を中心とした直径 3 mm の円周断. 後部硝子体膜 (矢印) は既に網膜からドーム状に剥離し, 特に上下方向で顕著. F: stage 1 B, OCT 水平断. 中心窩陥凹は消失し, 分層化が進行. 後部硝子体膜 (矢印) は網膜から薄く剥離.

ない.具体的には,色素・血液・線維性増殖部・滲出物などの光反射の強い部位や網膜硝子体界面など光透過度の異なる組織間などが高反射として描出される.また,神経線維層や内・外網状層など,基本的な構造が走査するレーザー光と垂直な組織は,視細胞層など走査光に対し水平なものに比べ高反射となる¹³⁾.黄斑外の正常網膜がおおよそ3層の高反射層と低反射層に観察されたことは,この原理を反映しているものといえる.また,浮腫や

空隙など細胞成分による構造が粗で,液性成分が主体となっている部位は低反射になるとされている¹³⁾.同様な原理から,硝子体ゲルは光透過度が高いため,透明硝子体の構造は描出されにくい.後部硝子体膜に関しては,網膜面上に張り付いている場合には網膜表面との区別は難しいが,硝子体剥離が起こると観察が容易になるとされている.この場合に描出される後部硝子体膜の反射度は低く,典型的には点線状に連続して描出されると報告¹³⁾¹⁵⁾

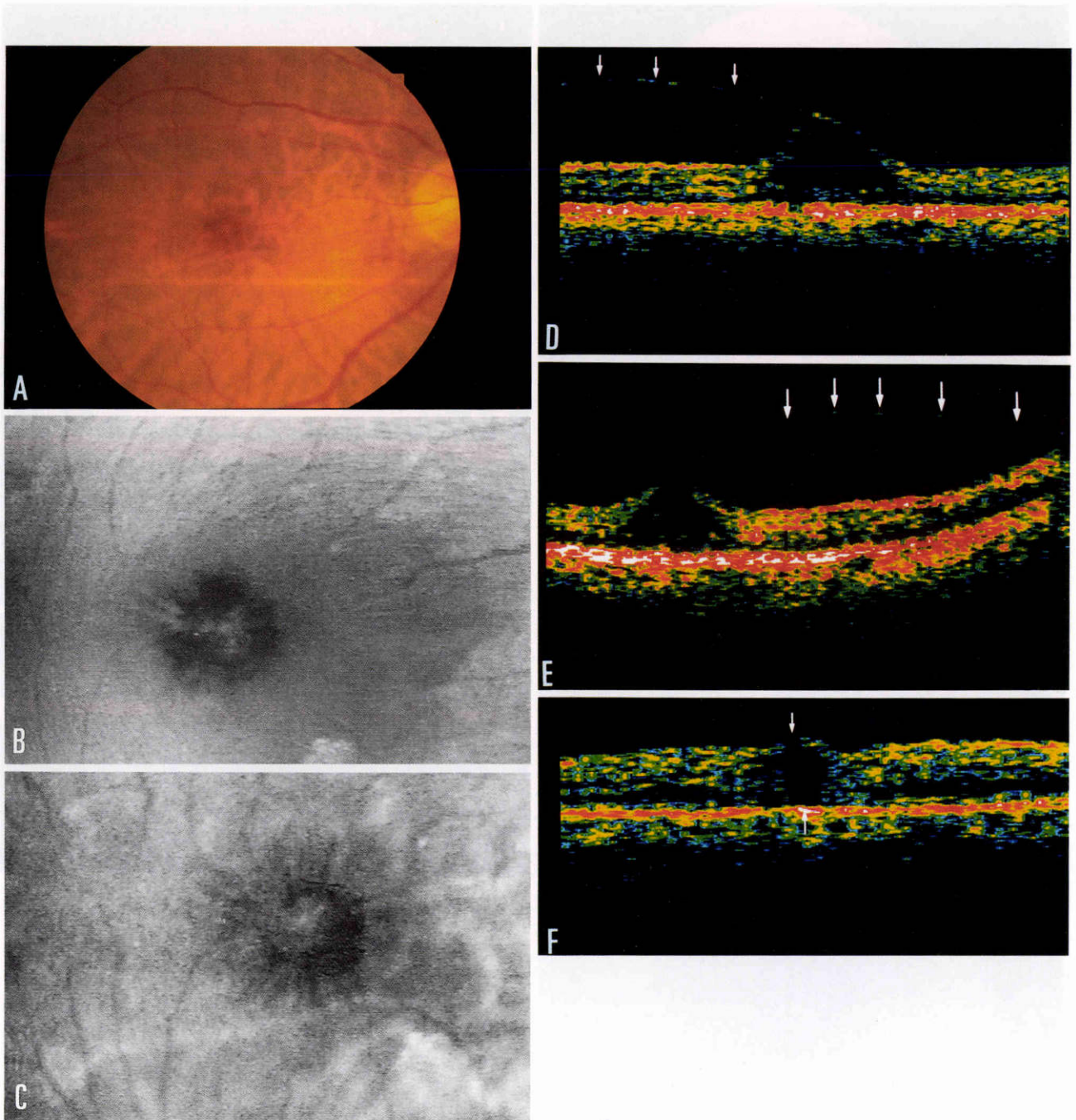


図2 stage 2 円孔.

A~E: 症例 7, F: 症例 8

A: 症例 7, 眼底写真. B: 症例 7, SLO, アルゴン青. C: 症例 7, SLO, ヘリウムネオン. D: 症例 7, OCT 水平断. 後部硝子体膜(矢印)は大きくドーム状に剥離. E: 症例 7, OCT 乳頭黄斑間の断面像. 眼底は弧状に描出され, かつ後部硝子体膜(矢印)は前方凸のドーム状に剥離. F: 症例 8, OCT 水平断. 網膜の分層化は軽度で, 全層の裂隙がみられる(矢印).

されている。

stage 1, 2 の早期円孔で描出された網膜内層での低反射層は, 上記の原理から網膜の分層化もしくは嚢胞化と解釈される. この前壁に相当する部位が stage 3 に進行すると円孔蓋となっていた. この早期円孔の病態について, Gass⁵⁾⁷⁾の一連の報告は感覚網膜剥離としたのに対し, その他の報告の多くが網膜の嚢胞化, もしくは分層化が関与するとしている¹⁾²⁾⁸⁾¹⁶⁾¹⁷⁾. Kishi ら⁸⁾は SLO を用いて fluid cuff 部の放射状の皺を観察し, Henle 層の挙上が全例にみられることを指摘した. また, Asrani ら¹⁷⁾は scanning retinal thickness analyzer を用いて網膜の嚢胞状変化を証明し, 新たな特発性円孔の stage 分類を提唱している. この一方で, 今回の検索対象における早期円孔 10 眼中 1 眼に網膜全層の裂隙ともいえる所見がみられた. この症例では, 円孔周囲の分層化はごく軽度であった. 同様な所見が Hee ら¹⁵⁾の報告にも提示されており, 特殊例の所見ではないと考えられる. 組織学的には, Ezra ら¹⁸⁾は 18 眼の stage 3 の円孔蓋を観察し, そのうち 11 眼はいわゆる pseudo-opercula でグリア細胞と硝子体線維から成っており, 残りの 7 眼は網膜神経組織のある true opercula であったと報告している. このうち

のいくつかは視細胞が含まれていたことから, true opercula の例の円孔形成には網膜全層の欠損を伴う可能性を指摘している¹⁸⁾. 以上の事実から, 黄斑円孔の初期形成過程では, 網膜が分層化し後壁が残るタイプと, 分層化が軽度で網膜全層が欠損するタイプとがあるものと推定される. 今回の結果からは, おそらく前者が大多数を占めており, 後者に関しても嚢胞化を基本として網膜の全層欠損が起こっているものと考えられるが, これらの発生頻度を明確にするにはより多数例での検討が必要といえる.

偽黄斑円孔においても周囲の Henle 層に相当する部位が低信号となっており, 網膜の分層化もしくは浮腫が形成されているものと解釈される. 一般に, 偽黄斑円孔では臨床所見が変化しても, 長期間視力は良好に保持されていることが多く, このことが特発性黄斑円孔との鑑別点の一つに挙げられている¹⁹⁾. 今回の検索対象においても全例視力は 0.8 以上と良好であった. このような偽黄斑円孔における特徴的な OCT 所見として, 円孔周囲の網膜はあたかも求心性に引き寄せられるかのごとく凹型を呈する一方, 中心窩中央の円孔底はほぼ正常構造をとっていた. この牽引の方向性と中心窩の変形の有無が偽黄斑円孔と特発性黄斑円孔との決定的な病態の違いで

表 1 症例一覧

症例*	年齢	性別	臨床診断	矯正視力	PHM の形態**	走査範囲内での PHM と網膜の最大距離 (μm)
1	60	女	stage 1A 円孔	0.7	ドーム型	247
2	56	男	stage 1A 円孔	0.9	検出不能	
3	70	女	stage 1A 円孔	0.8	検出不能	
4	62	女	stage 1A 円孔	0.9	ドーム型	226
4	62	女	stage 1A 円孔	0.9	ドーム型	280
5	74	男	stage 1B 円孔	0.8	水平型	73
6	56	男	stage 2 円孔	0.2	ドーム型	458
7	64	女	stage 2 円孔	0.8	ドーム型	486
7	64	女	stage 2 円孔	0.9	ドーム型	336
8	68	女	stage 2 円孔	0.7	検出不能	
9	73	男	stage 3 円孔	0.3	検出不能	
10	69	男	stage 3 円孔	0.3	ドーム型	211
8	68	女	stage 3 円孔	0.3	ドーム型	364
11	64	女	stage 3 円孔	0.1	水平型	174
12	72	女	stage 4 円孔	0.06		
13	83	女	stage 4 円孔	0.03		
14	75	男	stage 4 円孔	0.2		
15	67	女	stage 4 円孔	0.09		
16	51	女	stage 4 円孔	0.2		
17	62	女	stage 4 円孔	0.4		
18	67	女	偽黄斑円孔	1.0		
19	62	女	偽黄斑円孔	0.8		
20	74	女	偽黄斑円孔	0.8		
21	56	男	偽黄斑円孔	0.9		
22	62	男	偽黄斑円孔	1.0		
23	62	男	偽黄斑円孔	1.0		

* 症例番号の重複しているものは同一症例. ** PHM: 後部硝子体膜. ドーム型: 前方に凸のドーム状に後部硝子体が剥離しているもの. 水平型: 網膜とほぼ平行に後部硝子体膜があるもの.

あり、視力予後を規定する重要な要素であると解釈された。
特発性黄斑円孔における硝子体牽引の方向性について

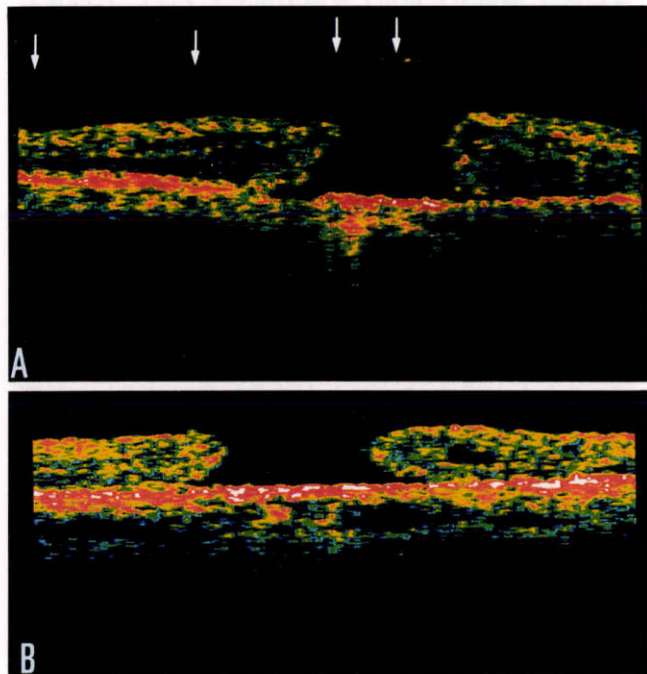


図3 stage 3, 4 円孔.

A: stage 3 の OCT 像(表の症例 11). 矢印は後部硝子体膜とそれに連続する円孔蓋を示す. B: stage 4 の OCT 像(表の症例 12). Fluid cuff に相当する部位では, 感覚網膜の嚢胞状変化がその主要病変であり, 網膜剥離となっている部位は円孔内縁の比較的狭い範囲.

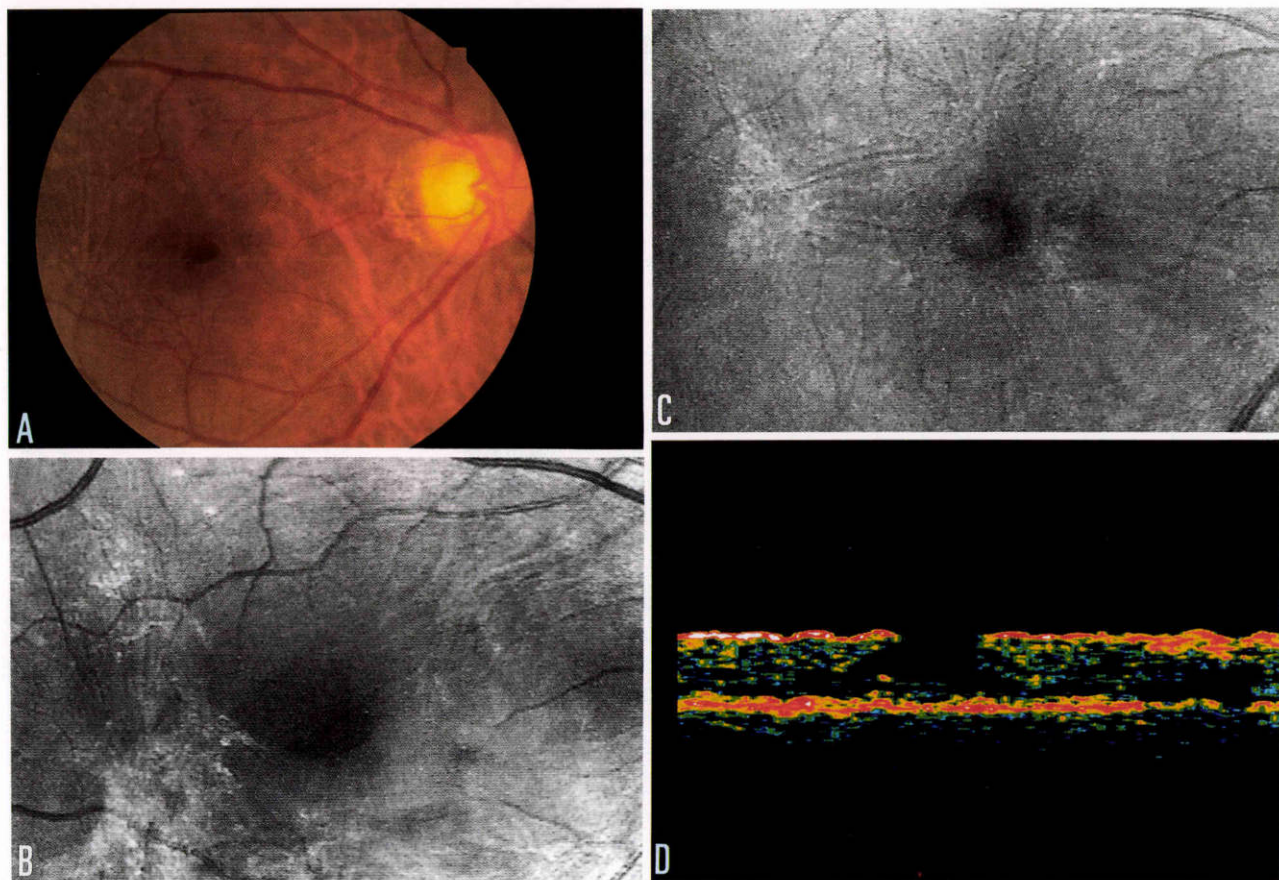


図4 網膜前膜を伴った偽黄斑円孔(表の症例 18).

A: 眼底写真. B: SLO, アルゴン青. C: SLO, ヘリウムネオン. D: OCT 像, 水平断. 網膜前膜は高反射で, 中心窩方向にせり出すようにみられる. 黄斑部網膜は求心性に牽引され, 凹型を呈する一方, 中心窩中央の網膜はほぼ正常構造.

は, 緒言の項に記したように, 前後方向説と接線方向説とがあった. 現在は, 特に Gass⁵¹⁾の一連の報告および Kishi ら²⁰⁾の posterior precortical vitreous pocket の概念以来, 接線方向説が広く支持されている. これらの概念の導入から, 黄斑円孔の発症病理が理解しやすくなり, また, 治療に対する解釈が広がったことは意義が大きい. この一方で, 臨床的に硝子体の形態を客観的に評価する試みがなされてきたが, 広く臨床応用されるまでには至らず, 後部硝子体の詳細な解釈には不明確な部分が残されていた. 近年になり OCT や scanning retinal thickness analyzer¹⁷⁾が開発され, 後部硝子体を詳細, かつ, 客観的に評価できる可能性が高まってきた.

今回の検索結果では, stage 1, 2 では 10 眼中 7 眼 (70%), stage 1~3 では 14 眼中 10 眼 (71%) で, 後部硝子体膜が検出された. このうち, stage 1, 2 の早期円孔では, 後

部硝子体膜の大部分が前方に凸のドーム状に描出されていた。stage 3になると、全例で後部硝子体剥離は走査した範囲内では完成しており、網膜への接着および直接的な網膜への牽引はないものと判断された。従来の説によれば、特発性円孔の後部硝子体膜は何らかの原因で収縮し、中心窩網膜を接線方向に、遠心性に、かつ、慢性的に牽引すると考えられている^{5)~8)}。これらの説に従えば、後部硝子体膜は網膜に接着するように存在するか⁵⁾⁷⁾、弧が弦になる、つまり、直線的になるようにして僅かに前方に剥離するものと考えられている⁶⁾。後部硝子体膜が緊張して直線的に乳頭黄斑間に張っているとすれば、後眼部の半径が11.5 mm²¹⁾、乳頭黄斑間の直線距離が4 mm²²⁾であることから、黄斑を中心とした走査幅3 mm内では、後部硝子体膜と網膜との最大距離は164 μmと算出される。一方、今回描出された後部硝子体膜は、上述したようにその大部分が前方凸のドーム状に描出され、一部では水平型に描出された。stage 1, 2の早期円孔での網膜後部硝子体膜間の距離は、73~486 μm(平均301 μm)と症例により差異が大きく、特に症例の大部分を占めていたドーム型のものでは、推算された距離よりも大きく剥離しているものが多かった。OCTによる眼軸方向での解像度は10~20 μmとされており¹³⁾、この推算値との相違は測定誤差をはるかに越えているものと解釈される。したがって、後部硝子体膜は常に緊張して網膜を牽引しているのではなく、ゆるんだ状態で網膜から大きく剥離していることが考えられる。これに加え、このドーム状の硝子体剥離を方向別に検討してみたところ、水平方向に比べ、上下方向でより顕著であった。このことから、この限局性の後部硝子体剥離は重力の影響を受けて生じていること、いい換えれば、後部硝子体膜は、黄斑周囲から後極部では可動性があることが推定される。

以上の所見と、切迫黄斑円孔の手術により得られた後部硝子体膜は無細胞であり、ほとんどが硝子体コラーゲンから構成されていること²³⁾と併わせ考えると、後部硝子体膜は網膜に接着しながら、例えば細胞増殖などにより収縮し慢性的に緊張して牽引しているのではなく、黄斑部と乳頭などの基点のみで接着し、それ以外の部位は円孔形成の初期段階から、既に後部硝子体剥離を起こして可動性を持っていることが考えられる。したがって、OCTの所見に基づく限り、円孔の発症病理における後部硝子体膜の役割は、眼球運動など何らかの外力が加わった時に、黄斑部網膜を牽引することにあるものと解釈された。

本論文の要旨は第52回日本臨床眼科学会(1997年10月、東京)において森が報告した。

文 献

1) **McDonnell PJ, Fine SL, Hillis AI**: Clinical features of idiopathic macular cysts and holes. *Am J Ophthalmol* 93: 777—786, 1982.

- 2) **Morgan CM, Sachatz H**: Involutional macular thinning. A pre-macular hole condition. *Ophthalmology* 93: 153—161, 1986.
- 3) **Trempe CL, Weiter JJ, Furukawa H**: Fellow eyes in cases of macular holes. Biomicroscopic study of the vitreous. *Arch Ophthalmol* 104: 93—95, 1986.
- 4) **湯沢美都子, 萩田勝彦, 松井瑞夫**: 老人性黄斑円孔。その3. 黄斑円孔の形成過程。臨眼 43: 351—355, 1989.
- 5) **Gass JDM**: Idiopathic senile macular hole. Its early stage and pathogenesis. *Arch Ophthalmol* 106: 629—639, 1988.
- 6) **岸 章治, 横塚健一, 亀井 陽**: 特発性黄斑円孔の硝子体所見。日眼会誌 95: 678—685, 1991.
- 7) **Gass JDM**: Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. *Am J Ophthalmol* 119: 752—759, 1995.
- 8) **Kishi S, Kamei Y, Shimizu K**: Tractional elevation of Henle's fiber layer in idiopathic macular holes. *Am J Ophthalmol* 120: 486—496, 1995.
- 9) **Smiddy WE, Michels RG, Glaser BM, Bustros S**: Vitrectomy for idiopathic macular holes. *Am J Ophthalmol* 105: 371—376, 1988.
- 10) **Kelly NE, Wendel RT**: Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study. *Arch Ophthalmol* 109: 654—659, 1991.
- 11) **Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, et al**: Optical coherence tomography. *Science* 254: 1178—1181, 1991.
- 12) **Swanson EA, Izatt JA, Hee MR, Huang D, Lin CP, Schuman JS, et al**: *In vivo* retinal imaging by optical coherence tomography. *Opt Lett* 18: 1864—1866, 1993.
- 13) **Puliafito CA, Hee MR, Schuman JS, Fujimoto JG**: Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases. Slack, New Jersey, 3—34, 1996.
- 14) **阿部友厚, 米谷 新**: OCTの原理と適応。眼科 39: 1425—1429, 1997.
- 15) **Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Duker JS, Reichel E, Schuman JS, et al**: Optical coherence tomography of macular holes. *Ophthalmology* 102: 748—756, 1995.
- 16) **Guyon DR, Green WR, Bustos S, Fine SL**: Histopathologic features of idiopathic macular holes and cysts. *Ophthalmology* 97: 1045—1051, 1990.
- 17) **Asrani S, Zeimer R, Goldberg MF, Zou S**: Serial optical sectioning of macular holes at different stages of development. *Ophthalmology* 105: 66—77, 1998.
- 18) **Ezra E, Munro PMG, Charteris DG, Aylward WG, Luthert PJ, Gregor ZJ**: Macular hole opercula. *Arch Ophthalmol* 115: 1381—1387, 1997.
- 19) **Greven CM, Slusher MM, Czyz CN**: The natural history of macular pseudoholes. *Am J Ophthalmol*

- 125 : 360—366, 1998.
- 20) **Kishi S, Shimizu K** : Posterior precortical vitreous pocket. *Arch Ophthalmol* 108 : 979—982, 1990.
- 21) **Hogan MJ, Alvarado JA, Weddel JE** : Histology of the Human Eye. WB Saunders, Philadelphia, 1971.
- 22) **Gass JDM** : Stereoscopic Atlas of Macular Diseases. CV Mosby, St Louis, 2—18, 1987.
- 23) **Smiddy WE, Michels RG, Bustos S, Cruz Z, Green R** : Histopathology of tissue removed during vitrectomy for impending idiopathic macular holes. *Am J Ophthalmol* 108 : 360—264, 1989.
-