裂孔原性網膜剝離復位後における視細胞外節の回復過程の検討

川島 裕子,水川 憲一,渡邊 一郎,鎌尾 浩行,桐生 純一

川崎医科大学眼科学教室

約

要

目 的:スペクトラルドメイン光干渉断層計(SD-OCT) を用いて黄斑部剝離を伴う裂孔原性網膜剝離(maculaoff RRD)完全復位後の視細胞外節と視力の回復過程に おける関連について検討した.

対象と方法: Macula-off RRD 復位後の 23 眼につい て, 視細胞内節外節接合部 (IS/OS) と外境界膜 (ELM) および外顆粒層 (ONL)厚を解析し, 術後 3 か月と 6 か 月における平均 logarithmic minimum angle of resolution (logMAR) 視力の回復過程との関連を検討した.

結 果:術後3か月に IS/OS 断裂があり,術後6か 月には IS/OS 断裂がなかった群(n=7)について,術後 3か月の平均 logMAR 視力は0.34±0.09(平均値±標準 誤差)であった.この群は術後6か月には0.06±0.08 と,平均 logMAR の有意な改善を認めた.術後3か月 で IS/OS 断裂があり, ELM 断裂のない群(n=6)につい て, 平均 logMAR 視力は術後 3 か月で 0.36±0.27 で あった. この群は術後 6 か月で IS/OS 断裂がなくなり, 平均 logMAR 視力は 0.07±0.24 と有意な改善を認めた.

結 論:網膜剝離復位後の視力低下は IS/OS 断裂に 強く相関した.網膜剝離復位後の視力改善は IS/OS 断 裂の減少と強く相関した. ELM 断裂消失が IS/OS 断裂 改善の前提と示唆された.(日眼会誌 115:374—381, 2011)

キーワード:裂孔原性網膜剝離,視細胞内節外節接合部 (IS/OS), macula-off,スペクトラルドメ イン光干渉断層計(SD-OCT),外境界膜 (ELM)

Evaluation of Recovery Process of Photoreceptor Outer Segment after Retinal Detachment Repair

Hiroko Kawashima, Kenichi Mizukawa, Ichiro Watanabe, Hiroyuki Kamao and Junichi Kiryu Department of Ophthalmology, Kawasaki Medical School

Abstract

Purpose: To evaluate the relations in the recovery process between the photoreceptor outer segment and visual acuity of repaired macula-off rhegmatogenous retinal detachment (RRD), using spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT).

Subjects and methods: Twenty-three eyes with repaired macula-off RRD were examined to assess the photoreceptor inner and outer segment junctions (IS/OS), the external limiting membranes (ELM) and the thickness of the outer nuclear layer (ONL). The correlation between this recovery process and log MAR visual acuity was assessed at three months and six months after surgery.

Results : The mean logMAR visual acuity of the group with IS/OS disruptions at three months and without IS/OS disruptions at six months was 0.34 ± 0.09 (mean \pm SE, n=7) at three months and significantly improved to 0.06 ± 0.08 at six months. In the group with IS/OS disruptions and without ELM disruptions at three months, the mean logMAR visual

acuity was 0.36 ± 0.27 (n=6) at three months and improved significantly to 0.07 ± 0.24 at six months.

Conclusions : There was a correlation between the reduction of visual acuity with repaired macula-off RRD and the disruption of IS/OS, and a correlation was also found between the improvement in visual acuity after repaired macula-off rhegmatogenous retinal detachment and reduction of IS/OS disruptions. The results suggest that absence of ELM disruptions is a requirement for improvement of IS/OS disruptions.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 115 : 374—381, 2011)

Key words : Rhegmatogenous retinal detachment, Photoreceptor inner and outer segment junction (IS/OS), Macula-off, Spectraldomain optical coherence tomography (SD-OCT), External limiting membrane (ELM)

別刷請求先:701-0192 倉敷市松島 577 川崎医科大学眼科学教室 川島 裕子 E-mail: kawahiro@med.kawasaki-m.ac.jp (平成 22 年 3 月 11 日受付, 平成 22 年 10 月 14 日改訂受理)

Reprint requests to: Hiroko Kawashima, M.D. Department of Ophthalmology, Kawasaki Medical School. 577 Matsushima, Kurashiki-shi, Okayama-ken 701-0192, Japan

⁽Received March 11, 2010 and accepted in revised form October 14, 2010)

I 緒 言

近年の眼底画像解析技術の進歩は著しい. その代表と して、 光干渉断層計 (optical coherence tomography: OCT)があり、これを用いて多くの網膜疾患の解析が報 告¹⁾²⁾され、その病態の解明に大きく寄与している. OCT は非侵襲的検査であるため、黄斑部剝離を伴った 裂孔原性網膜剝離復位後の生体における治療効果の経過 観察および判定に適している。スペクトラルドメイン光 干渉断層計(SD-OCT)を用いて Smith ら³⁾は黄斑部剝離 を伴った網膜剝離(macula-off RRD)の復位網膜の視細胞 内節外節接合部(IS/OS)に断裂が認められ、その部位に 一致してマイクロペリメトリによる網膜感度が低下する ことを報告した.一方,網膜剝離復位後の視力について は、多くの研究が報告4)~6)されている.しかし個々の症 例を詳細に観察すると、視力の回復の程度と時期は各症 例間でばらつきがある.動物実験においては maculaoff RRD における網膜の変化^{7/8)}や、復位後の網膜の変化 はさまざまな報告⁹⁾¹⁰⁾がなされている.

今回,我々は生体での回復過程を明らかにするために macula-off RRD の術後早期に完全復位した症例を抽出 し,術後視力と SD-OCT を用いて得られた黄斑部の IS/ OS 像,外顆粒層厚(ONL 厚),外境界膜(ELM)との関 係について,その回復過程を後ろ向きに検討した.

Ⅱ 対象と方法

2008 年 7 月から 2009 年 2 月までに川崎医科大学眼科 にて, macula-off RRD に対し初回手術にて, 23 ゲージ 硝子体手術(30 限)もしくは輪状締結術(1 限)施行後, 細 隙灯顕微鏡検査にて術後完全復位を確認し, 最低 6 か月 の経過観察が可能であったもの 31 限, そのうち残存中 心窩網膜剝離^{11)~13}, 弱視, 黄斑上膜, 囊胞様黄斑浮腫, 糖尿病網膜症があるものは除外し, 最終的に 23 限を解 析対象とした. 黄斑部剝離の発症時期は患者が視野欠 損, 視力障害を自覚した日とし, 黄斑部剝離発症から手 術までの期間を黄斑部剝離期間とした.

これらの症例に対して SD-OCT (RTVue-100; Optovue 社, 米国)を使用して撮像した.光源中心波長は 840 nm,光源波長帯域は 45 nm,深さ分解能は 5 µm,横方 向分解能は 20 µm, A スキャン速度は 26 kHz, B スキ ャン画像ノイズは加算平均法にて処理し,眼底画像モニ ターは近赤外光で撮像した.Patch機能により同一症例 の経過を同一部位で測定した.SD-OCT を用いて,黄 斑部を直径 6 mm の範囲において水平方向,垂直方向に スキャン後,中心窩直下から 2°付近までの IS/OS, ELM の解析,ONL 厚測定を行った.また,ONL 厚を 測定する際,中心窩直下より 2°の部位において外網状 層から ELM までを SD-OCT に付属した測定システム を使用して,IS/OS の断裂を観察した水平断と垂直断の

OCT を用い, 上側, 下側, 耳側, 鼻側と計4箇所計測 して、その平均値を中心窩 2°の部位における ONL 厚と 定義し、中心窩直下を0°ONL厚と定義した(図1).術 後網膜外層の OCT の特徴的所見としては、中心窩直下 に IS/OS 像が限局して断裂した像、中心窩直下から 2° 付近までに IS/OS 像が断裂した像とが認められた(図 2). この2群間における視力には有意差がなかったた め、ともに IS/OS 断裂として、IS/OS の断裂のないも のと区別した.また、同様に ELM の断裂のあるものを 断裂のない明瞭なものと区別した.術後3か月と6か月 の平均 logarithmic minimum angle of resolution (log-MAR) 視力, IS/OS 断裂の有無, ELM 断裂の有無, ONL 厚およびそれらの推移を解析した.加えて、IS/OSの変 化で解析対象眼を群分けし平均 logMAR 視力の推移に 与える影響を検討した. また, IS/OS および ELM 断裂 の有無により同様に群分けし平均 logMAR 視力, ONL 厚およびその推移に与える影響を検討した.なお、この 研究は川崎医科大学倫理委員会の承認を受けて行った. 数値は平均値 ± 標準偏差で表記したが, グラフは平均値 ±標準誤差で表した。術後3か月と6か月後の平均 log-MAR 視力および ONL 厚の推移は、得られたデータ分 布の正規性を確認した後, paired t 検定で解析し, 術後 3か月と6か月における2群間差の検定には unpaired t 検定を用いた.3群間差の検定は分散分析で分散の一様 性が棄却された場合に多重比較(Fisher's LSD 検定)を 行った.同様に IS/OS, ELM 断裂の有無の推移につい ては MacNemar 検定を用いて検討し、術後3か月と6 か月における群間差の検定には Fisher's 正確検定を用 いた. ONL 厚と平均 logMAR 視力との相関の検討には Pearson の相関係数を用いた. すべての検定は危険率 5% (α=0.05),検出力 80% (1-β=0.80)で実施し、統計 学上の有意水準は5%(p<0.05)とした.

Ⅲ 結 果

解析対象の背景を表1に示す.解析対象は男性12例 12 眼,女性10例11眼で術前の平均logMAR視力は 0.88±0.50であった.黄斑部剝離期間の平均日数は 16.8±23.2日であった.

1. 網膜外層と視力の術後の経時的変化

表2に網膜外層における IS/OS 断裂, ELM 断裂, ONL 厚と視力の術後3か月,6か月の経時的変化を示 す.術後3か月において IS/OS 断裂のあるものは15 眼 (65.2%)で,術後6か月には8眼(34.8%)と有意に減少 した(p<0.05, MacNemar 検定).ONL 厚は中心窩直 下も2°の部位も術後3か月と術後6か月で有意な変動 は認められなかった.ELM 断裂のあるものは術後3か 月で3眼(13.0%)と IS/OS 断裂を有する15 眼に比して 少なく,術後6か月には1 眼減少していたが(8.7%)有 意性は認められなかった.平均 logMAR 視力は術後3



図 1 網膜外層における IS/OS, ELM, ONL の図.

IS/OS: 視細胞内節外節接合部, ELM: 外境界膜, ONL: 外顆粒層, 2°: 中心窩直下より 2°の範囲, 0°: 中心窩直下.



図 2 IS/OS の中心窩直下断裂と中心窩 2° 以内断裂. A: IS/OS 中心窩 2° 以内断裂あり. B: IS/OS 中心窩直下断裂あり.

表 1 症例背景

年齢(歳)	48.4 ± 22.0
性別・眼数(男性・眼数/女性・眼数)	12 例・12 眼/10 例・11 眼
黄斑部剝離期間(日)	16.8 ± 23.2
術前中間透光体(有水晶体/IOL)	18/5
術後中間透光体(有水晶体/IOL)	3/20
術後観察期間(月)	6.96 ± 1.64
術前矯正視力(logMAR)	0.88 ± 0.50

平均値 ± 標準偏差. IOL:眼内レンズ挿入眼. logMAR: logarithmic minimum angle of resolution.

か月で0.25±0.29, 術後6か月で0.10±0.26と術後6 か月では術後3か月に比して有意な改善が認められた (p<0.001, paired t 検定).

2. IS/OS 断裂の有無による各因子の比較検討

術後3か月と6か月における IS/OS 断裂の有無と各 因子の関連を表3に示す.術後3か月,6か月で IS/OS 断裂がないものはそれぞれ8眼と15眼, IS/OS 断裂の あるものはそれぞれ15眼と8眼であった.平均 logMAR 視力のみが術後3か月および6か月ともに IS/OS 断裂がない群で有意に小さい値であった (p<0.05, unpaired t 検定). 年齢, 性別, ONL 厚 (中心窩直下, 2° の部位), ELM 断裂の有無および黄斑部剝離期間に, IS/OS 断裂の有無による有意差は認められなかった.

新後 IS/OS 断裂の有無と視力との経時的変化の 検討

次に, IS/OS 断裂の変化と術後視力の経時的変化を検 討するために, 術後3か月, 6か月ともに IS/OS 断裂が なかった群(a 群:8 眼), 術後3か月では IS/OS 断裂が あったが6か月ではなかった群(b 群:7 眼), 術後3か 月, 6か月ともに IS/OS 断裂があった群(c 群:8 眼), 術後3か月で IS/OS 断裂がなく6か月で IS/OS 断裂の あった群(d 群:0 眼)の4 群に分類した.d 群は0 眼の ため図には示していない(図3). 術後3か月の時点で既 に IS/OS 断裂を認めなかった眼は, 術後6か月でもす べて IS/OS 断裂を認めなかった.a 群における術後3, 6 か月の logMAR 視力の平均値±標準誤差はそれぞれ

表 2 術後3か月および6か月の網膜外層の比較

	3 か月	6 か月	2 群比較(p 値)
IS/OS 断裂(%)	15 眼(65.2%)	8眼(34.8%)	<0.05*
0° ONL 厚(μ m)	122.1 ± 35.5	117.2 ± 38.8	0.505**
2° ONL 厚(μ m)	89.4 ± 23.0	81.9 ± 13.0	0.167**
ELM 断裂(%)	3眼(13.0%)	2眼(8.7%)	0.999*
矯正視力(logMAR)	0.25 ± 0.29	0.10 ± 0.26	<0.001**

平均值 ± 標準偏差. *: MacNemar 検定, **: paired t 検定. IS/OS: 視細胞内節外節接合部, ONL: 外顆粒層, ELM: 外境界膜.

表 3 術後3か月および6か月の IS/OS 断裂と各因子の比較

	 3 か月			6 か月			
	IS/OS 断裂なし (n=8)	IS/OS 断裂あり (n=15)	p 値	IS/OS 断裂なし (n=15)	IS/OS 断裂あり (n=8)	p 値	
年齢(歳)	49.6 ± 20.2	47.7 ± 23.6	0.845*	48.5 ± 18.4	48.1 ± 29.1	0.973*	
性別(男性/女性)	2/6	10/5	0.071**	7/8	5/3	0.389**	
矯正視力(logMAR)	0.06 ± 0.17	0.36 ± 0.29	$< 0.05^{*}$	0.02 ± 0.18	0.26 ± 0.32	$< 0.05^{*}$	
0° ONL 厚(µm)	111.1 ± 13.7	128.0 ± 42.2	0.171*	114.1 ± 6.21	118.9 ± 12.1	0.726*	
2° ONL 厚(µm)	82.3 ± 11.6	93.2 ± 26.8	0.290*	82.5 ± 14.3	80.7 ± 11.2	0.758*	
ELM 断裂(有/無)	0/8	3/15	0.314**	0/15	2/6	0.111**	
黄斑部剝離期間(日)	14.6 ± 20.8	17.9 ± 25.0	0.753*	13.0 ± 16.2	23.9 ± 32.9	0.295*	

平均值±標準偏差.^{*}:unpaired t 検定,^{**}:Fisher's 正確検定. IS/OS:視細胞内節外節接合部, ONL:外顆粒層, ELM:外境界膜.

 0.06 ± 0.06 , -0.01 ± 0.05 であり, c 群ではそれぞれ 0.38 ± 0.11 , 0.26 ± 0.11 と有意な変動は認められなかっ た. これらの二群は術後3か月と6か月を比較して形態 学的差異はなく,視力においても統計学的に有意な変動 はなかった. 一方b群では,術後3か月で0.34±0.09, 6か月で0.06±0.08と有意な改善が認められた(p< 0.01, paired t 検定). 術後3か月から6か月の変動量 は a 群 -0.06 ± 0.04 , b 群 -0.28 ± 0.06 , c 群 $-0.12 \pm$ 0.08 であり, b 群が a 群に比して有意に低下していた (p<0.05, Fisher's LSD 検定).

4. IS/OS 断裂変化に伴う ONL 厚の変化の検討

さらに IS/OS の変化に伴う ONL 厚の経時的変化を検 討するために,結果3と同様にして,a群,b群,c群, d 群の4群に分類し,ONL 厚の変化に関して,0°ONL 厚と2°ONL 厚をそれぞれ比較検討した(表4).d群は0 眼であったため表記していない.0°ONL 厚も2°ONL 厚もともに,術後3か月と6か月を比較してa群とc群 には有意差が認められなかった.一方,b群では有意差 を認めた(p<0.05, paired t 検定).また,この0°と2° ONL 厚変化量と術後3か月と6か月における平均 log-MAR 視力の変化量の相関をみると,a群,b群,c群と もに有意な相関は認められず,全症例での検討でも同様 に ONL 厚変化量と平均 logMAR 視力の変化量との間に 有意な相関は認められなかった.

5. IS/OS 断裂, ELM 断裂と視力との関連 IS/OS 断裂と ELM 断裂の状態を図4に示す.

術後6か月で IS/OS, ELM ともに断裂のない群(A 群:15 眼), IS/OS 断裂があり ELM 断裂のない群(B 群:6眼), IS/OS, ELM ともに断裂のある群(C群:2 眼), IS/OS 断裂がなく ELM 断裂のある群(D 群:0 眼) に分類した. D 群は0 眼であったため図 4,5 には示し ていない.次に、図5に各群の術後平均 logMAR 視力 の推移と変動量を示す。A群における術後3,6か月の logMAR 視力の平均値 ± 標準誤差はそれぞれ 0.19 ± 0.06, 0.02±0.05と有意な改善が認められた(p<0.015, paired t 検定). B 群では平均 logMAR 視力改善はみら れたが、6眼と検出力がなく統計上の有意性はなかった. C群では不変であった。術後3か月から6か月の変動量 はA群が-0.17±0.05, B群が-0.18±0.09, C群が 0.05±0.05であり、3群間で有意差は認められなかった が、術後6か月で IS/OS 断裂のない状態が視力改善に 関連していた.

術後 IS/OS, ELM 断裂の変化に伴う視力の経時 的変化の検討

IS/OS, ELM の状態と術後視力の経時的変化を検討 するために,結果3のa,b,cの3群に分けた各群を, ELM 断裂の変化に応じて4群に分け各群の視力の経時 的変化を比較検討した(表5).術後3か月の時点で既に IS/OS 断裂,ELM 断裂を認めなかった8 眼は,術後6 か月でもすべて IS/OS,ELM 断裂を認めなかった.a 群における術後3,6か月の平均logMAR 視力の平均値 ±標準偏差はそれぞれ0.06±0.17, -0.01 ± 0.15 であ





平均値±標準誤差. 左図:平均 logMAR 視力の推移. 右図:平均 logMAR 視力変動量. ●, ■:術後3か月,6か月ともに IS/OS 断裂なし [IS/OS(+)] 群 (a 群:n=8), ●, ■:術後3か月 IS/OS 断裂あり [IS/OS(-)],6か月なし群(b 群:n=7), ○, □:術後3か月,6か月ともに IS/OS 断裂あり群(c 群:n=8). 術後3,6か月の logMAR 視力の平均値±標準誤差はそれぞれ a 群:0.06±0.06, -0.01±0.05, b 群: 0.34±0.09, 0.06±0.08, c 群:0.38±0.11, 0.26±0.11 であった. b 群では, logMAR 視力の有意な改善が認められた(*:p<0.01 vs.3 か月, paired t 検定). 術後3か月から6か月の変動量は a 群が-0.06±0.04, b 群が-0.28±0.06, c 群が-0.12±0.08 であり, b 群が a 群に比して有意に低下していた(*:p<0.05, Fisher's LSD 検定).

表 4 IS/OS 断裂変化に伴う ONL 厚の変化

IS/OS の変化 3 か月→6 か月	眼数 (眼)	① 0° ONL 厚 3 か月 (µm)	② 0° ONL 厚 6 か月 (µm)	③ ONL 厚の変化量 3 か月→6 か月 (µm)	④ 視力変化量 (logMAR)	相関係数(r 値) ③-④ 相関
a : $IS/OS(+) \rightarrow (+)$	8	111.1 ± 13.7	114.1±17.6	3.0±10.3	0.07 ± 0.12	-0.196(p<0.05)
$b : IS/OS(-) \rightarrow (+)$	7	136.9 ± 52.4	$101.9 \pm 38.0^*$	-34.9 ± 26.8	-0.28 ± 0.17	0.252(p<0.05)
$c : IS/OS(-) \rightarrow (-)$	8	120.3 ± 32.6	133.8 ± 51.4	13.4 ± 41.6	-0.12 ± 0.21	-0.539(p < 0.05)
e:全体	23	122.1 ± 35.5	117.2 ± 38.8	-4.9 ± 34.8	-0.15 ± 0.19	-0.059(p < 0.05)
IS/OS の変化 3 か月→6 か月	眼数 (眼)	① 2° ONL 厚 3か月 (µm)	② 2° ONL 厚 6 か月 (µm)	③ ONL 厚の変化量 3 か月→6 か月 (µm)	④ 視力変化量 (logMAR)	相関係数(r 値) ③-④ 相関
a : $IS/OS(+) \rightarrow (+)$	8	82.3±11.6	89.1 ± 14.7	6.8±9.2	0.07 ± 0.12	-0.238(p<0.05)
$b : IS/OS(-) \rightarrow (+)$	7	89.1 ± 16.7	$75.0 \pm 10.0^{*}$	-14.1 ± 13.8	-0.28 ± 0.17	-0.169(p < 0.05)
$c : IS/OS(-) \rightarrow (-)$	8	96.7 ± 34.1	80.7 ± 11.2	13.4 ± 41.6	-0.12 ± 0.21	0.610(p<0.05)
e:全体	23	89.4 ± 23.0	81.9 ± 13.0	-16.0 ± 37.2	-0.15 ± 0.19	0.416(p < 0.05)
					/) 11.4 million 1	/

平均値±標準偏差.^{*}:p<0.05 vs ① 0° ONL 厚, ① 2° ONL 厚.(+):断裂なし, (-):断裂あり. IS/OS: 視細胞内 節外節接合部, ONL:外顆粒層.

ったが,統計学的有意差はなかった.c群では最もELM の変化によって症例が分かれた.3か月,6か月ともに ELM 断裂のなかったものが5眼あったが,平均 log-MAR 視力の変化において統計学的有意差はなかった. 3か月,6か月ともに ELM 断裂あり1眼,3か月で断 裂あるも6か月で消失1眼,3か月でELM断裂なく6 か月で断裂を生じたもの1眼が認められた.ELMに変 化のないものは視力変化もなく,ELM断裂が消失した ものは視力が上がり,ELM断裂が発生したものは視力 が低下したが,各々1眼のみである.唯一,IS/OSに変







図 4 IS/OS 断裂と ELM 断裂の状態. IS/OS: 視細胞内節外節接合部(破線矢印), ELM: 外境 界膜(実線矢印). A: IS/OS 断裂なし, ELM 断裂なし. B: IS/OS 断裂あり, ELM 断裂なし. C: IS/OS 断裂あ り, ELM 断裂あり.

化のあったb群のうち両時期において ELM 断裂が認め られなかったものが6眼あり,この6眼の平均 log-MAR 視力は3か月で0.36±0.27,6か月で0.07±0.24 と統計学的有意差を認めた(p<0.05, paired t 検定).

Ⅳ 考 按

我々が解析に用いた方法はSD-OCTで,網膜の非侵 襲的断層画像解析としては現在最も解像度が優れた方法 の一つである.従来タイムドメインOCTでは撮像困難 であった黄斑部のIS/OS像,ELM像,ONL厚などが 本法で撮像,測定が可能となった¹⁴⁾.それにより網膜剝 離が術後完全復位した黄斑部のIS/OSやELMに特徴的 な断裂像が存在することを確認できた¹⁵⁾.Schocketら¹⁶⁾ はIS/OSの断裂が術後復位網膜に認められることを報 告した.今回我々も術後にIS/OS断裂を検出し,IS/OS 断裂のある症例はないものに比して平均 logMAR 視力 が有意に大きいことを明らかにした.これはSmithら³⁾ が報告した IS/OS 断裂部位のマイクロペリメトリによ る黄斑部の感度低下と関係すると考えられる.Shimoda ら¹⁷⁾は、術後 IS/OS 断裂が経時的に減少し、同時に視 力も改善したと報告した.今回我々は、術後 IS/OS 断 裂のある群が、その3か月後 IS/OS 断裂のない群に改 善した場合の、視力の有意差を明らかにした. IS/OS の 断裂が改善した症例群においてのみ視力の改善が認めら れることを示したのは我々が初めてと思われる.これに より、黄斑部の視細胞層の形態学的な改善が視力改善に 密接に関与することが示唆された.

術後復位網膜において ELM が断裂している症例が認 められることは、Wakabayashiら¹⁵⁾の報告に一致した. IS/OS と ELM の変化は視細胞外節から視細胞の核周辺 の異常の影響を受けていると考えられるが、IS/OS が正 常な場合は、全例で ELM が正常であったことより、 IS/OS が正常であるためには、ELM が正常であること が必要であると考えられた.このことは視細胞は外節の 内側より再生され徐々に外側へ移動しやがて脱落し網膜 色素上皮細胞に貪食されるといった視細胞の基礎的事 実⁷⁾と一致すると考察した. 今回 ONL 厚についても, あわせて解析を行った. ONL 厚は, IS/OS の改善する 症例においてのみ、その厚さが有意に減少したが、視力 変化との相関は認めなかった. Maruko ら¹⁸⁾は,裂孔原 性網膜剝離眼の ONL 厚は有意に厚くなることを報告し た¹⁹⁾. 今回我々は、術前の検討²⁰⁾を行っていないが、術 後3か月以降において ONL 厚が減少することは IS/OS の回復と密接に関係すると思われた.しかし、視力との 有意な相関はなく、ONL 厚を測定することによって、 その時点から視力予後を推察することは難しいと考え た. 網膜外層の変化において、IS/OS 断裂の改善が最も 視力と相関していた. その中でも特に、術後3か月で ELM が正常で IS/OS 断裂があるものが、術後6か月に IS/OS が正常化した場合に最も、視力の改善と相関して いた. このことより, 完全復位後の SD-OCT における IS/OS と ELM 像の把握が、術後の視力の予測や視力障 害の機序の解析にとって、よい指標や参考となると考え られた. また, 1 例ではあるが, IS/OS 断裂が術後3か 月および6か月の両者で存在し、ELM 断裂が3か月で はあったものが6か月に消失している場合,視力は改善 していた. このことは ELM の状態だけが IS/OS の正常 化の条件ではないことを示唆させたが、症例数が少なく 統計学的検討はできていないので、今後の検討課題とし たい. 今回我々は、全症例のSD-OCTの解析時期を3 か月と6か月に統一して行い、時期を統一することに よってさらに経時的な変化を明らかにした.長期の予後 に関して、Wakabayashi ら¹⁵⁾は構造的な異常は残存し 持続する可能性を示唆したが,我々の症例においても, 術後6か月で IS/OS 断裂に加え ELM 断裂が残存し視力 障害を残すものがあり、さらに長期に構造と機能の異常 は残存する可能性があると思われた.

術後 IS/OS 断裂があれば、その時点で視力障害があ





平均値±標準誤差. 左図:平均 logMAR 視力の推移,右図:平均 logMAR 視力変動量. ●, ■:術後 6 か 月 IS/OS, ELM 断裂なし群(A 群:n=15), ◎, ■:術後 6 か月 IS/OS 断裂あり, ELM 断裂なし群(B 群:n=6), ○, □:術後 6 か月 IS/OS, ELM 断裂あり群(C 群:n=2).

A 群における術後3,6か月のlogMAR 視力の平均値±標準誤差はそれぞれ0.19±0.06,0.02±0.05(*:p <0.015 vs 3 か月, paired t 検定). B 群ではそれぞれ0.29±0.10,0.12±0.03. C 群ではそれぞれ0.65± 0.34,0.70±0.30. 術後3か月から6か月の変動量はA 群が-0.17±0.05, B 群が-0.18±0.09, C 群が 0.05±0.05 であり,3 群間で有意差は認められなかった.

IS/OS 変化 3 か月→6 か月	ELM 変化 3 か月→6 か月	症例数 (眼)	矯正視力 3か月 (logMAR)	矯正視力 6か月 (logMAR)	p 値
a : $IS/OS(+) \rightarrow IS/OS(+)$		8			
	$ELM(-) \rightarrow ELM(-)$	0			
	$ELM(+) \rightarrow ELM(+)$	8	0.06 ± 0.17	-0.01 ± 0.15	0.1384*
	$ELM(-) \rightarrow ELM(+)$	0			
	$ELM(+) \rightarrow ELM(-)$	0			
$b : IS/OS(-) \rightarrow IS/OS(+)$		7			
	$ELM(-) \rightarrow ELM(-)$	0			
	$ELM(+) \rightarrow ELM(+)$	6	0.36 ± 0.27	0.07 ± 0.24	<0.05*
	$ELM(-) \rightarrow ELM(+)$	1	0.2	0.1	
	$ELM(+) \rightarrow ELM(-)$	0			
$c : IS/OS(-) \rightarrow IS/OS(-)$		8			
	$ELM(-) \rightarrow ELM(-)$	1	1.0	1.0	
	$ELM(+) \rightarrow ELM(+)$	5	0.33 ± 0.26	0.14 ± 0.07	0.1524*
	$ELM(-) \rightarrow ELM(+)$	1	0.1	0.0	
	$ELM(+) \rightarrow ELM(-)$	1	0.3	0.4	

表 5 IS/OS, ELM 断裂の変化に伴う視力の経時的変化

平均値 ± 標準誤差. *: paired t 検定. (+): 断裂なし, (-): 断裂あり. IS/OS: 視細胞内節外節接合 部, ELM: 外境界膜.

ることが推測されるが、それが将来回復可能かどうかは それだけでは推定困難である。その際、ELMの状態が 正常であれば、IS/OS 断裂は将来回復する可能性が高い と推測される. ELM も断裂していれば,将来の回復は 困難であろうと考えられる.よって,macula-off 裂孔原 性網膜剝離の視力予後を推察する際,経時的に IS/OS が回復すること、その回復が最も視力回復と相関していること、さらに術後3か月と6か月のIS/OSとELMの変化をあわせて評価することが重要であると考えた.

本研究は平成22年度川崎医科大学プロジェクト研究費(課 題番号22-A22)の助成を受けたことを謝して記す.

文 献

- Lecleire-Collet A, Muraine M, Ménard JF, Brasseur G: Evaluation of macular changes before and after successful retinal detachment surgery using stratus-optical coherence tomography. Am J Ophthalmol 142: 176—179, 2006.
- Alam S, Zawadzki RJ, Choi S, Gerth C, Park SS, Morse L, et al : Clinical application of rapid serial Fourier-domain optical coherence tomography for macular imaging. Ophthalmology 113 : 1425—1431, 2006.
- 3) Smith AJ, Telander DG, Zawadzki RJ, Choi SS, Morse LS, Werner JS, et al : High-resolution Fourier-domain optical coherence tomography and microperimetric findings after macula-off retinal detachment repair. Ophthalmology 115 : 1923— 1929, 2008.
- Abouzeid H, Wolfensberger TJ : Macular recovery after retinal detachment. Acta Ophthalmol Scand 84 : 597—605, 2006.
- 5) Baba T, Hirose A, Moriyama M, Mochizuki M : Tomographic image and visual recovery of acute macula-off rhegmatogenous retinal detachment. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 242 : 576—581, 2004.
- 6) Theodossiadis PG, Georgalas IG, Emfietzoglou J, Kyriaki TE, Pantelia E, Gogas PS, et al : Optical coherence tomography findings in the macula after treatment of rhegmatogenous retinal detachments with spared macula preoperatively. Retina 23 : 69– 75, 2003.
- Kroll AJ, Machemer R : Experimental retinal detachment in the owl monkey. III. Electron microscopy of retina and pigment epithelium. Am J Ophthalmol 66 : 410-427, 1968.
- Cook B, Lewis GP, Fisher SK, Adler R : Apoptotic photoreceptor degeneration in experimental retinal detachment. Invest Ophthalmol Vis Sci 36 : 990—996, 1995.
- 9) Sakai T, Calderone JB, Lewis GP, Linberg KA, Fisher SK, Jacobs GH : Cone photoreceptor recovery after experimental detachment and reattachment : An immunocytochemical, morphological and

electrophysiological study. Invest Ophthalmol Vis Sci 44 : 416—425, 2003.

- 10) Anderson DH, Guérin CJ, Erickson PA, Stern WH, Fisher SK : Morphological recovery in the reattached retina. Invest Ophthalmol Vis Sci 27 : 168—183, 1986.
- 11) Hagimura N, Iida T, Suto K, Kishi S : Persistent foveal retinal detachment after successful rhegmatogenous retinal detachment surgery. Am J Ophthalmol 133 : 516—520, 2002.
- 12) Benson SE, Schlottmann PG, Bunce C, Xing W, Charteris DG : Optical coherence tomography analysis of the macula after vitrectomy surgery for retinal detachment. Ophthalmology 113 : 1179– 1183, 2006.
- 13) Benson SE, Schlottmann PG, Bunce C, Xing W, Charteris DG : Optical coherence tomography analysis of the macula after scleral buckle surgery for retinal detachment. Ophthalmology 114 : 108— 112, 2007.
- 14) 板谷正紀,尾島優美子,吉田章子,安野嘉晃,巻田 修一,谷田貝豊彦,他:フーリエドメイン光干渉断 層計による中心窩病変描出力の検討.日眼会誌 111:509-517,2007.
- 15) Wakabayashi T, Oshima Y, Fujimoto H, Murakami Y, Sakaguchi H, Kusaka S, et al : Foveal microstructure and visual acuity after retinal detachment repair : Imaging analysis by Fourierdomain optical coherence tomography. Ophthalmology 116 : 519–528, 2009.
- 16) Schocket LS, Witkin AJ, Fujimoto JG, Ko TH, Schuman JS, Rogers AH, et al : Ultrahighresolution optical coherence tomography in patients with decreased visual acuity after retinal detachment repair. Ophthalmology 113 : 666—672, 2006.
- 17) Shimoda Y, Sano M, Hashimoto H, Yokota Y, Kishi S : Restoration of photoreceptor outer segment after vitrectomy for retinal detachment. Am J Ophthalmol 149 : 284—290, 2010.
- 18) Maruko I, Iida T, Sekiryu T, Saito M : Morphologic changes in the outer layer of the detached retina in rhegmatogenous retinal detachment and central serous chorioretinopathy. Am J Ophthalmol 147: 489–494, 2009.
- 19) Yetik H, Guzel H, Ozkan S : Structural features of attached retina in rhegmatogenous retinal detachments. Retina 24 : 63—68, 2004.
- 20) Hagimura N, Suto K, Iida T, Kishi S : Optical coherence tomography of the neurosensory retina in rhegmatogenous retinal detachment. Am J Ophthalmol 129 : 186—190, 2000.