ビデオ蛍光血管造影と画像解析による網膜血管閉塞性疾患に

おける網膜循環の研究

第1報 陳旧性網膜静脈分枝閉塞症 (図11,表1)

三原正義(岡山大学医学部眼科学教室)

Retinal Circulation in Old Branch Retinal Vein Occlusion Demonstrated by Videofluorescence Angiography and Image Analysis

Masayoshi Mihara

Department of Ophthalmology, Okayama University Medical School

要 約

網膜血管の閉塞性疾患において循環動態を定量化することは、病態解明、病期判定、予後判定および治療効 果の判定等に有用である。今回陳旧性網膜静脈分枝閉塞症22眼をビデオ蛍光血管造影と画像解析装置により網 膜平均循環時間(MCT)を測定した。MCTの測定領域は閉塞領域として閉塞分枝をもつ1象限、その対照領 域として非閉塞領域の1象限である。対象は光凝固を施行していない群と光凝固を行なって長期間経過した群 の2群に分けて検討した。その結果、両群において閉塞領域のMCTは、対照領域と比較して有意に短縮して おり、そして一方このMCTの短縮の程度(MCT比)には両群の間に有意差を認めなかった。この原因として 側副血行路形成による優先的な潅流経路の存在が考えられ、同時に光凝固は長期的にみれば側副血行路に影響 を及ぼさないものと考えられた。(日眼 92:359-366、1988)

キーワード:蛍光血管造影、画像解析、網膜循環、網膜静脈閉塞症、光凝固

Abstract

Videofluorescence angiography was recorded by an ultra sensitive television camera in 22 patients with old branch retinal vein occlusion. The mean circulation time of the retina (MCT) in the involved area and in the non-involved area were calculated with an image analyzer to which video angiograms were transferred. In the non-photocoagulation group (n=9), the MCT in the involved area was shorter than that in the non-involved area. In the photocoagulation group (n=13), the MCT in the involved area was shorter than that in the non-involved area. In the photocoagulation group (n=13), the MCT in the involved area was also shorter than that in the non-involved area. These data could be attributed to the devolopment of anastomotic vessels as preferential perfusion channels. No significant difference could be demonstrated in the MCT between the non-photocoagulation group and the photocoagulation group, suggesting that photocoagulation should exert no influence on preferential perfusion channels. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92: 359-366, 1988)

Key words : Fluorescein Angiography, Image analysis, Retinal Circulation, Retinal Vein Occlusion, Photocoagulation

別刷請求先:700 岡山市鹿田町2-5-1 岡山大学医学部眼科学教室 三原 正義(昭和62年8月1日受付) Reprint requents to: Masayoshi Mihara, M.D. Dept. of Ophthalmol., Okayama Univ. Medical School 2-5-1 Shikata-cho, Okayama 700, Japan (Accepted August 1, 1988) 10-(360)

I 緒 言

網膜血管の閉塞性疾患において網膜循環の定量化 は,病態解明,病期判定および治療効果判定等に有用 である. 今までにも, 多くの網膜循環の定量化の試み がなされており、その中でも臨床的に蛍光血管造影を 用いた報告が多く認められる1)~6). すなわち, 網膜静脈 分枝閉塞症においては,血流うっ滞のため網膜循環時 間は正常眼と比較して延長しているとの報告や4)5)、光 凝固によって,網膜静脈分枝閉塞症の網膜循環時間が 短縮するという報告などである⁶⁾. しかし、これらの報 告は, 主に網膜や脈絡膜血管に色素が流れ始めた時間 を指標に用いており、つまり最も短時間で網膜の一部 を潅流してきた色素をもとに網膜全体の循環時間を論 じていた. 一方1986年小山ら7)~10)は、ビデオ蛍光血管 造影と画像解析装置により任意の網膜領域内の平均循 環時間を測定するシステムを開発し報告した. そこで 著者は今回この方法を用いて, 網膜の循環動態にかな りの変化が推測される陳旧性網膜静脈分枝閉塞症につ いて検索し、これらを光凝固を行なっていない群およ び光凝固を行なって長期間経過した群の2群に分け, 網膜平均循環時間(以後 MCT と略す)を測定した. その結果,過去の報告4)~6)とは全く異なった興味ある 成績を得たので以下に報告する.

II 方 法

1. 対象

対象眼として耳側静脈に閉塞領域をもつ陳旧性網膜 静脈分枝閉塞症(発症後3ヵ月以上経過したもの,発 症不明なものは血管の白線化等明らかな陳旧性病変を 認めるもの¹¹⁾)22例23眼とした.このうち光凝固を行 なっていないものを非光凝固群と定義し,光凝固を行 なって長期間経過(3ヵ月以上)したものを光凝固群 と定義し区別した.非光凝固群9例9眼(右5眼,左 4眼)では,閉塞静脈は上耳側静脈5眼,下耳側静脈 4眼であり,年齢は63.0±7.0歳(mean±S.D.)であっ た.発症から撮影までの期間は44.1±7.0月(mean± S.D.,7眼)であった.なお既往歴として高血圧症6例 6眼,糖尿病2例2眼であった.閉塞部位の分類とし て¹²⁾, hemisphere 0眼, temporal 7 眼, peripheral 0 眼, paramacular 2 眼であった.

光凝固群(右6眼,左7眼)では,閉塞静脈は上耳 側静脈12眼,下耳側静脈1眼であり,年齢は65.0±12.0 歳(mean±S.D.)であった.発症から撮影までの期間



Fig. 1 Case 1: Left eye of 65-year-old female with old branch retinal vein occlusion.

は53.3±49.9月 (mean±S.D., 12限) であった. この うちわけとして,発症から光凝固までの期間は10.3± 12.2月 (mean±S.D., 10限) であり,光凝固から撮影 までの期間は17.3±19.0月 (mean±S.D., 11限) であっ た.なお既往歴として高血圧症8例9限,糖尿病はな かった.閉塞部位の分類として¹²⁾, hemisphere 0 限, temporal 12限, peripheral 0 限, paramacular 1 限で あった.光凝固群のアルゴンレーザー光凝固の方法と しては^{13)~15)},血管や側副血行路を避けた血管床閉塞 部,漏出部,浮腫部,そして新生血管を中心に閉塞領 域を均等に光凝固した.

測定領域として、閉塞した静脈の潅流領域(閉塞領 域)と対照の領域(非閉塞領域)を選んだ.対照の領 域としては閉塞領域と同眼かつ耳側の非閉塞領域(閉 塞領域が上耳側なら下耳側,下耳側から上耳側)とし た(Fig. 1, 4). これら閉塞領域と非閉塞領域の MCT を非光凝固群,光凝固群についてそれぞれ測定した.

2. ビデオ蛍光血管造影 (Fig. 2)

蛍光眼底撮影装置(TRC-50VT,東京光学機械)に TV リレーレンズ(1管式1インチ用,東京光学機械) を介して超高感度 TV カメラ(SIT 管内蔵,VC7000, 東京電子工業)を接続し,眼底の蛍光血管造影像を3/4 インチ U マチックビデオテープレコーダー(VTR, CR-8200,日本ビクター)に記録した.この際ビデオタ イマー(VTG-33, 朋栄)によって,静脈注入時を0と する1/100秒単位の時刻表示を写し込んだ.映像はビデ オモニター(V-14MR,日本ビクター)によって監視し た.

肘静脈には20G エラスター針 (angiocath[®])を留置
し、これに容積2mlの連結チューブおよび二連式三方



Fig. 2 Hardwear of the videofluorescence angiography subsystem

A: 0.9 percents NaCl bottle, B: 0.9 percents NaCl 20ml, C: 10 percents fluorescein sodium, D: 20G elastic needle, E: fundus camera, F: relay lens, G: low-light TV camera, H: controller of TV camera, I: video timer, J: videorecorder for recording, K: videomonitor

活栓を連結し色素注入用注射筒,フラッシュ用注射筒 そして維持輸液を接続した.注入色素は10%フルオレ スセインを含有する注射液 (フルオレサイト注射液 1 号[®],アルコン)を用いた.撮影開始直前に色素1mlを あらかじめ連結チューブに注入しその後ビデオタイ マー開始と同時に生理食塩水20mlをフラッシュした.

励起フィルター(M2699),及び濾過フィルター (M2702)は、蛍光眼底装置の標準仕様のものを用い照 度は眼前約250luxとした。確実な固視を得るために内 部または外部固視標装置を用いた。撮影画角は20度、 撮影時間は蛍光色素注入後60秒間行なった。システム 全体の階調特性として、入射光に対して比例した出力 を得るため、超高感度テレビカメラは入射光と出力電 圧が線形となる範囲(出力レベル+0.7Vp-p以内)で 使用した。また、この範囲ではVTRの入力電圧と出力 電圧も線形となることをシンクロスコープより確認し た。

3. 画像解析 (Fig. 3)

再生したビデオ蛍光血管造影像は、デジタルタイム ベースコレクタ(FA-400, 朋栄)によりフリーズされ、 そしてカラーデコーダ(DEC-100, 朋栄)により NTSC テレビジョン信号が RGB 映像信号にデコードされた のち、ビデオインターフェイスを通じ汎用画像処理解 析装置 (ルーゼックス5000, ニレコ)に取り込んだ.



Fig. 3 Hardwear of the image analyser subsystem L:videorecorder for replaying, M:videomonitor, N: digital time base corrector, O: decorder, P: imput selector, Q: image analyzer



Fig. 4 Case 1: The processing screen of an image analyzer Analysed areas set on 4 vessels for an involved

area and a non-involved area at 20.58 seconds after the dye injection.

使用した画像解析装置は1画面を縦に512画素,横に 512画素の密度でデジタル画像処理を行なう.1画素あ たりの黒白濃淡度の解析能力は256段階である.測定エ リアは視神経乳頭より1乳頭径以内の血管に内接する 円(Fig. 4)とし,この円内の濃淡度の平均値が測定結 果となる.このため,視神経より1乳頭以内の静脈が 閉塞し蛍光色素が流れない症例については対象から外 した.対象眼において閉塞領域及び非閉塞領域を潅流 する動静脈の濃淡度をそれぞれ測定した.これら4エ リアの濃淡度を経時的に血管への色素注入5秒後から 色素の再循環(約40秒)まで約0.2秒おきに測定した.



Fig. 5 Case 1: These curve show fluorencence density of artery (black circles) and vein (white circles) in involved area. Time is shown in seconds after the dye injection. The unit of density is arbitrary. I_p , k, t_0 and t_p are regression coefficients about the arteriol.

4. 腕網膜平均循環時間の計算

各測定エリアの測定データを, 横軸に時間(t), 縦軸 に濃淡度(I)をとってブロットすると, 典型的な色素 希釈曲線を示す(Fig. 5). 再循環までの測定データを 最小二乗法を用いて色素希釈曲線の理論式¹⁶⁾¹⁷⁾

 $I\!=\!k\!+\!I_{p}EXP~[-a~\{log(t\!-\!t_{0})/(t_{p}\!-\!t_{0})\}^{2}]$

(k:蛍光色素の網膜血管出現前の画像濃淡度, $I_p: 蛍光色素曲線の頂点の濃淡度, a:曲線の傾$ $き, <math>t_0$:血管に蛍光色素が出現した時間, t_p :蛍 光色素曲線の頂点を示した時間, EXP: eを底 とする指数, log: eを底とする自然対数を表わ す)

に回帰させた.この計算は,汎用大型コンピューター (ACOS-1000, NEC)に移植されている最小二乗プログ ラム SALS を利用し¹⁸⁾¹⁹,これらの係数を求めた.

この様に求めた k, I_p , a, t_0 , t_p の値を次式に代入して注射部位から測定エリアまでの腕網膜平均循環時間(t_m)をおのおのの血管について求めた.

 $t_m = t_0 + (t_p - t_0) EXP (3/4a)$

この式よりその血管の腕網膜平均循環時間は曲線下の面積を二等分する時間軸上の重心点(t_m)として算出される.

5. 網膜平均循環時間(MCT)の計算

隣合う網膜動静脈が同じ潅流領域を支配するもの¹⁶⁾²⁰⁾²¹⁾とし,それらの腕網膜循環時間の差を,その領域の MCT と考えた. この様にして閉塞領域,非閉塞領域の MCT を算出した.



Fig. 6 Left: Mean Circulation Time (MCT) of the non-photocoagulation group, Right: Mean Circulation Time Ratio (MCT ratio) of the nonphotocoagulation group (MCT in an involved area divided by MCT in a non-involved area)

6. 網膜平均循環時間比(MCT ratio)の計算

非閉塞領域の MCT に対する閉塞領域の MCT を評 価するため,非閉塞領域の MCT を1とした場合の閉 塞領域の MCT の相対値,

(閉塞領域の MCT)/(非閉塞領域の MCT) を網膜平均循環時間比(以後 MCT ratio と略す)と定 義して,この値を求めた.

III 結 果

1. 網膜平均循環時間(MCT) について

非光凝固群 (n=9)の MCT は (Fig. 6 左),閉塞領 域で1.92±0.93秒(mean±S.D.),非閉塞領域で3.34± 1.73秒 (mean±S.D.) であり,これら領域間に有意差 を認めた (p<0.007).

光凝固群 (n=13) の MCT は (Fig. 7 左), 閉塞領 域は2.73±2.50秒(mean±S.D.), 非閉塞領域は4.23± 2.70秒 (mean±S.D.) であり, これら領域間に有意差 を認めた (p<0.009).

 網膜平均循環時間比(MCT ratio)について 非光凝固群(n=9)のMCT ratioは(Fig. 6 右), 0.60±0.25(mean±S.D.)であった。

光凝固群 (n=13) の MCT ratio は (Fig. 7 右), 0.64±0.32 (mean±S.D.) であった. またこれら非光 凝固群と光凝固群との間に, MCT ratio は有意差を認 めなかった (P>0.7).



Fig. 7 Left: Mean Circulation Time (MCT) of the photocoagulation group, Right: Mean Circulation Time Ratio (MCT ratio) of the photocoagulation group (MCT in an involved area divided by MCT in a non-involved area)

IV 考 按

1. 方法について

1) システムの特徴について

従来,網膜循環時間は主に視神経乳頭部の動脈また は静脈に蛍光色素が流れ始めた時間を指標として検討 されてきた^{1)~6)}.すなわち視神経乳頭部の動脈または 静脈までを最も短時間で流れてきた色素を指標にして その領域の循環時間を求めていた。しかし網膜循環時 間は対象領域すべてを循環してきた蛍光色素について 論じるべきである.これについてはいくつかの方法が 開発されているが¹⁶⁾²⁰⁾²¹⁾,それぞれが内包する短所の ため臨床的に普及するに至ってない.一方,小山 ら^{7)~10)}が開発したこのシステムは,任意の網膜領域全 てを潅流する血流時間がMCTとして確実に求められ る.このシステムは陳旧性網膜静脈分枝閉塞症の閉塞 領域と非閉塞領域の循環時間を求めるのに適したもの と考えた.

2) MCT の検討方法について

このシステムを用いて正常眼について検討した結 果,上耳側領域と下耳側領域の MCT には有意差を認 めていない¹⁰.この為,今回対象とした症例では測定領 域を上耳側領域と下耳側領域として MCT を求めた.

しかし網膜静脈分枝閉塞症については,正常眼とは 異なり各症例に次の様な諸因子が MCT に関与す



Fig. 8 Arterio-venous anastomosis: This anastomosis functioned as a shunt. Blood streamed in short channels, influencing MCT shortening in involved area.

322).

(1)網膜血管の異常(血管径):動脈硬化,血管挛縮, 眼軸長,周囲組織の圧迫など

(2) 網膜血流の異常(血流速度):血圧,心拍出量, 循環血液量,眼圧など

(3)血液成分の異常(血液粘性):糖尿病,高脂血症, 貧血,多血症など

従って、単に MCT の絶対値で比較検討をするのは 不適当と考え、これら諸因子の影響を少なくするため、 非閉塞領域の MCT に対する閉塞領域の MCT (MCT ratio)を求め、それによる検討も合わせて行なった.

2. 結果について

かつて網膜静脈分枝閉塞症の網膜循環時間は遅延す るものと考えられていた⁴¹⁵.しかし今回の方法では, 陳旧性網膜静脈分枝閉塞症において, MCT ratio は非 光凝固群が平均0.60,光凝固群が平均0.64であり,こ れは共に閉塞領域が非閉塞領域と比較して MCT が短 縮していたことを意味する.この原因として閉塞領域 の血液が主に優先血行路としての側副血行路を通して 潅流されることが考えられた.

陳旧性網膜静脈分枝閉塞症では静脈の閉塞により生 じた血流うっ滞に対し、うっ滞を改善するため代償的 に側副血行路が発達している²³⁾. Coscas ら²⁴⁾は閉塞領 域の側副路を血行動態的、形態的に分類しており、動 一静脈吻合(Fig. 8)と静一静脈吻合を分類したうえ で,さらに静一静脈吻合を high-low anastomosis(Fig. 9), bridging (Fig. 10), recanalization (Fig. 11)と 細かく分類している. この分類方法を用いて今回の対



Fig. 9 Veno-venous anastomosis (High-Low anastomosis): This anastomosis functioned as a collateral channels. Blood streamed from the involved area to the non-involved area, influencing MCT shortening in involved area.



Fig. 10 Veno-venous anastomosis (Bridging): This anastomosis was veno-venous bridging over the occlusive point, influencing MCT shortening in involved area.

象とした症例の側副血行路の頻度は Table に記した 通りであり,全症例にこれらの側副血行路が多種多数 認められた.側副血行路の働きと MCT への影響につ いて,動一静脈吻合は短絡路として働き,また静一静 脈吻合のうち high-low anastomosis では,閉塞領域の 血流を他の非閉塞領域に潅流することによって,閉塞 領域の MCT を短縮したものと考えた.さらに bridging や recanalization も血流うっ滞を改善する為に作 用し,閉塞領域の MCT を短縮した一因と考えられた. Coscas ら²⁴⁾は,さらに側副血行路の総断面積は閉塞し た静脈(閉塞前)の断面積より大きく,側副血行路が 16本でも4倍は大きいと言及している.つまりこの様



Fig. 11 Veno-venous anastomosis (Recanalization): Recanalization on the occlusive point, influencing MCT shortening in involved area.

Table The frequency of anastomosis.

	NON-PHOTOCOAGULATION GROUP (n=9)	PHOTOCOAGULATION GROUP (n=13)
ARETERIO- VENOUS SHUNT	88.9%	100.0%
HIGH-LOW ANASTOMOSIS	77.8%	92.3%
BRIDGING	22.2%	61.5%
RECANALIZATION	77.8%	53.8%

な側副血行路は血液が優先的に流れやすく²⁵, 生井 ら²⁶⁾は優先血行路 (preferential channels) と提唱して いる. これらの側副血行路の組み合わせにより本来, 分枝閉塞領域全体を流れるべき血液が主として優先血 行路に流れ, その結果閉塞領域の MCT を短縮してい る可能性が考えられた. しかし閉塞領域の血流うっ滞 を改善するために発生した側副血行路は, 閉塞領域の 網膜毛細血管への血流の供給の面からみれば, 動静脈 吻合は悪化を示しているものと考えられた.

ところで、岡野ら[®]は、光凝固療法によって、循環時間は短縮し改善すると報告したが、今回の検討では、 MCT ratioにおいて非光凝固群と光凝固群との間に 有意差を認めず、光凝固による MCT への影響は認め られなかった。一般的に網膜静脈分枝閉塞症に対する 光凝固療法は出血、漏出及び浮腫の改善や新生血管の 予防を目的とする対症療法である.この手技としては、 昭和63年3月10日

側副血行路や静脈を避け,出血部,漏出部,浮腫部へ の照射あるいは既に血流の途絶した血管床閉塞部への 照射がなされている13)~15).この様に照射された網膜静 脈分枝閉塞症の病理組織では、光凝固部の網膜毛細血 管は永久的な閉塞を生ずるとされている27). しかし光 凝固によって網膜毛細血管の部分的な閉塞が生じると しても、循環時間に影響を及ぼさなかった.この原因 として, 分枝閉塞領域を流れる血液は主として優先血 行路としての側副血行路に流れており、この側副血行 路が光凝固によって影響を受けなかったためと考えら れた. 光凝固療法は、側副血行路に障害を与えずに、 光凝固本来の目的にかなった治療法と考えられた。た だし今回の対象は光凝固を行なって長期間経過した症 例であり, 光凝固直後およびその後の経過においては MCT に一時的な変化があるかもしれない. この点に ついては、今後の課題であると考えた.

3. まとめ

陳旧性網膜静脈分枝閉塞症において,光凝固非施行 群および施行群における閉塞領域の網膜平均循環時間 (MCT)は共に有意に短縮していた.これは側副血行 路の存在を反映したものと思われた.さらに光凝固を 行なって長期間経過したものは MCT に影響を及ぼさ ないことが判明した.このことより光凝固療法は長期 的に見れば側副血行路に影響を及ぼさないものと思わ れた.

網膜静脈分枝閉塞症において,血行路は切迫例,発 症初期さらに病期の進行によって様々と変化していく ものであり¹⁵⁾²³⁾²⁸⁾,今回の研究によってその変化を定 量的に評価できる可能性が示唆された。今後この研究 が将来的に発症予防,病期の決定そして予後判定に役 立つものと考えた。

本研究は文部省科学研究費補助金(課題番号60870061,研 究代表者松尾信彦)の補助を受けた.尚擱筆にあたり,御懇 篤なる御指導,御校閲をいただいた恩師松尾信彦教授に深 謝いたします.また御指導,御協力いただいた小山鉄郎講 師.および教室の諸兄姉に感謝いたします.

文 献

- Evans PY: Retinal circulation time. in Proceedings of the International Symposium on Fluorescein Angiography, 463-469, 1971.
- Fonda S, Bagolini B: Relative photometric measurement of retinal circulation (Dromofluograms), A television technique. Arch Ophthalmol 95: 302-307, 1977.
- 3) 久良木徳仁, 吉本弘志, 松山秀一: VTR による蛍

光眼底連続撮影についての1考察. Ther Res 3: 562-567, 1985.

- 3) 別所健夫:網膜血管枝における循環時間の検討.
 眼紀 22:13-14, 1971.
- 5) **岡野 正, 堀内知光, 猿谷 繁**他:網膜静脈血栓症 の循環動態, 日眼 78:205-213, 1978.
- 6) 岡野 正, 堀内知光, 猿谷 繁他:網膜静脈血栓症の網膜内循環速度に対する光凝固の影響.日眼 79:790-799, 1975.
- 7)小山鉄郎,松尾信彦,清水慶一,三原正義他:ビデ オ蛍光血管造影と画像解析による網膜平均循環時 間の測定システム. Ther Res 5:685-690, 1986.
- 8) Koyama T, Matsuo N, Shimizu K, Mihara M, et al: Retinal mean circulation time by videofluorescence angiography and image analysis. Fourth world congress for microcirculation, Tokyo, 1987. Elsevier Science Publishers Biomedical Division, Amsterdam, in press.
- 9) Mihara M, Matsuo N, Koyama T, et al: Retinal circulation time in old branch retinal vein occlusion by videofluoresence angiography and image analysis. Fourth world congress for microcirculation, Tokyo, 1987. Elsevier Science Publishers Biomedical Division, Amsterdam, in press.
- 清水慶一:ビデオ蛍光眼底造影と画像解析による 網膜循環時間の測定,第1報.正常眼の網膜平均循 環時間の検討、日眼 91:956-961,1987.
- 竹田宗泰,田辺裕子,木村早百合他:蛍光眼底造影による網膜静脈分枝閉塞症の陳旧性病変の検討。
 臨眼 34:309-320,1980.
- 12)田辺裕子,小原永津子,竹田宗泰:網膜静脈分枝閉 塞症における視力決定因子.眼紀 29: 64-67, 1978.
- 13)上野脩幸,松尾信彦,安井桂子:網膜静脈血栓症に 対する光凝固療法.眼紀 28:165-173,1977.
- 14) 沖坂重邦:網膜静脈閉塞症に対する光凝固療法の 適応と実際. 眼科 28:1369-1379, 1986.
- 15) 赤羽信雄,大塚純子:網膜静脈閉塞症. 眼科 22: 1135-1146, 1980.
- 16) Riva CE, Feke GT, Ben-Sira I: Fluorescein dye-dilution technique and retinal circulation. Am J Physiol 234: 315-322, 1978.
- Stow RW, Hetzel PS: An empirical formula for indicator-dilution curves as obtained in human beings. J Appl Physiol 7:161–167, 1954.
- 18) 中川 徹, 小柳義夫:最小二乗法による実験デー タ解析プログラム SALS.東京,東京大学出版会, 1982.
- 小柳義夫:最小二乗法標準プログラム SALS 利 用の手引き、東京,東京大学大型計算機センター, 1983.

16 - (366)

- 20) Eberli B, Riva CE, Feke GT: Mean circulation time of fluorescein in retinal vascular segments. Arch Ophthalmol 97 : 145-148, 1979.
- 21) Jung F, Kiesewetter H, Kober N, et al: Quantification of characteristic blood-flow parameters in the vessels of the retina with a picture analysis system for video-fluorescence angiograms initial findings. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 221: 133-136, 1983.
- 22) 堀内二彦,大野理子,藤川英津子:網膜動脈循環障 害の眼底. 眼科 28:1357-1368, 1986.
- 23) 押切 勝:網膜静脈閉塞症の臨床的研究.網膜静脈分枝閉塞症の側副路について.日眼 90: 687 -695, 1986.

- 24) Coscas G, Gaudric A: Circulation de suppleances et neo-vaisseaux dans les occlusions des branches veineuses retiniennes. Arch Ophthalmol 37: 507-522, 1977.
- 25) 清水弘一,野寄喜美春,猪俣 盃編:眼底出血. 東京,医学書院,91-119,1986.
- 26) 生井 浩,宇賀瑳搖子:網膜静脈閉塞症の病理組 織学的研究.トリブシン消化標本によって検討した網膜静脈分枝閉塞症の発生病理.日眼 75: 1763—1770, 1971.
- 27) 沖坂重邦:レーザー眼底光凝固治療.眼科 28: 1392-1393, 1986.
- 28) 三木弘彦:網膜静脈分枝閉塞症の長期観察症例. Ther Res 1: 482-487, 1986.