

AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

あたらしい眼科 (2010.12) 27巻臨時増刊:89～91.

【眼科の新しい検査法】

網膜疾患 『SLO』

共焦点レーザー眼底観察機器(F-10)の有用性について教えてください

石子智士

[SLO] Q4 共焦点レーザー眼底観察機器 (F-10) の有用性について教えてください

石子智士*

1. 目的に応じて、レーザーの波長と絞りを選択する。
2. 共焦点画像では、焦点、絞りの径によって画像が変化する。
3. レトロモードでは、網膜内変化の影をとらえることで所見が強調される。
4. 2種類の蛍光眼底造影検査を、同時に、動画で記録できる。
5. 混濁を避けて眼内に光を入射させることが重要である。

眼底カメラと共焦点レーザー眼底観察機器

眼底所見の記録には、古くから眼底カメラが用いられている。眼底カメラは白色光を一度に眼底に照射しているため、ある程度の瞳孔径が必要で光の経路に混濁があると画像が劣化する。さらに、記録のためには一時的に大量の光を要する。一方、共焦点走査型ダイオードレーザー検眼鏡、F-10 (Nidek 社, 日本) など走査レーザー検眼鏡 (scanning laser ophthalmoscope: SLO) の原理¹⁾を用いた機器は、径の小さいレーザー光を眼底に照射して高速に移動させそれぞれの反射光を再構築し全体像を得ている。この際、レーザー光は瞳孔面で収束するため小瞳孔でも観察が可能であり、眼内への入射部位を自由にコントロールすることができる。また、白色光と比べ散乱の影響が少なく、小さな領域に十分な光量を照射することができる。眼底を検査するために必要な光量は少なくフラッシュも不要である。検出器の前には点光源と共役な関係にある反射をとらえると同時に焦点外からの反射や散乱光を遮る共焦点絞りが設置されており、これ

を用いることで高コントラスト画像を得ることができる。このほか絞りには、共焦点絞りの中央に遮閉板を設置した輪状絞り (ダークフィールドモード) と遮閉板をずらして設置した側方絞り (レトロモード) があり、実際の観察には目的に応じてレーザーと絞りを選択する。

共焦点画像の撮影法と実際

共焦点絞りは径が大きくなるほどより多くの情報が検出器に入るため、動きのある硝子体や隆起性変化をとらえる場合には有利であるが、焦点合わせの際や鮮明な画像をとらえるには径の小さい絞りを選ぶ。レーザー光の波長は、青 (490 nm)、緑 (532 nm)、赤 (660 nm)、赤外 (790 nm) の4種類ある。網膜上膜や神経線維層欠損など網膜表面などの観察 (図1, 2a) には表面反射をとら

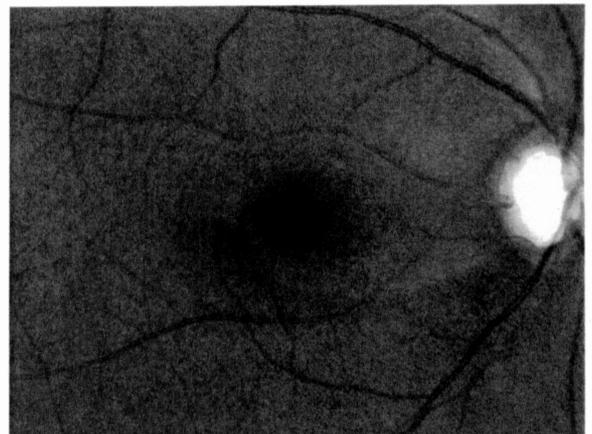


図1 緑内障

共焦点絞りと短波長のレーザーで観察すると網膜神経線維層欠損が明らか。

* Satoshi Ishiko: 旭川医科大学医工連携総研講座

[別刷請求先] 石子智士: 〒078-8510 旭川市緑が丘東2-1-1 旭川医科大学医工連携総研講座

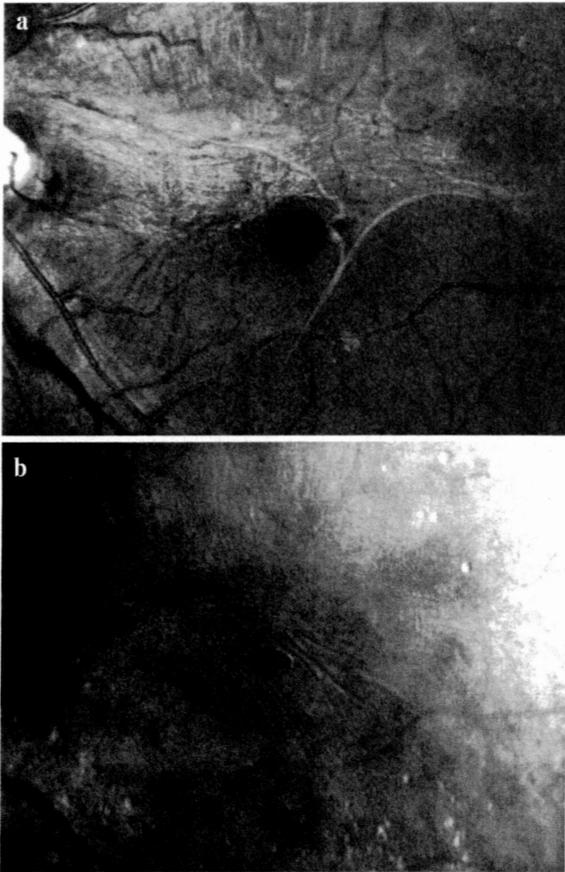


図2 網膜上膜

a: 共焦点絞りと短波長のレーザーで観察すると膜の広がり鮮明になる。b: レトロモードを用いると、膜の所見が消え網膜皺襞の様子が明らか。また、周囲のドレーゼンも鮮明に描出されている。

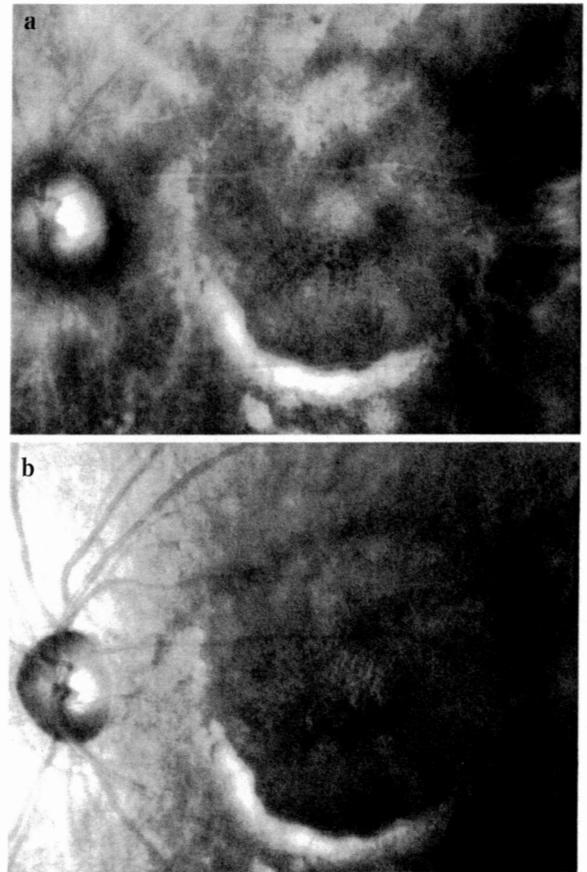


図3 加齢黄斑変性

a: ダークフィールドで観察すると網膜下病変の広がりが見えやすい。b: レトロモードを用いると網膜内の嚢胞様変化が明らか。

えやすい短波長光が適しており²⁾、網膜深層から脈絡膜側の観察には組織深達性の高い長波長光が有用である³⁾。また、焦点合わせは被検者に羞明感を与えることがない赤外光を用いて行い、必要に応じて微調整を行うとよい。

がって見える(図2b, 3b)。以前のSLOでも、光の入射を調整すると同様の所見を得ることができたが^{4,5)}、F-10では絞りを選択することで特別なテクニックを使うことなく所見を得られることができるようになった。両者とも、長波長の赤外光を組み合わせる観察を行う。

ダークフィールドモードとレトロモードによる撮影法と実際

ダークフィールドモードは、焦点面からの反射を遮ることにより焦点外からの反射や散乱光をとらえるもので、網膜表面の情報が取り除かれドレーゼンや脈絡膜新生血管膜などより深い部位の所見を検出できる(図3a)。レトロモードは、ダークフィールドで得られる反射の一部をとらえるもので、網膜内の構造変化に影をつくりだして強調するため、網膜皺襞や嚢胞様黄斑浮腫が浮き上

蛍光眼底造影検査と自発蛍光検査

フルオレセイン蛍光眼底造影検査(FA)とインドシアニングリーン蛍光眼底造影検査が可能であり、これら2種類の蛍光造影検査を同時に行うこともできる。フラッシュは不要で散瞳が不十分な症例でも検査が可能である。F-10で得られる造影画像は共焦点画像であり焦点面前後からの画像はブロックされている。すべての層からの蛍光像の重ねあわせである眼底カメラの造影画像とは所見が異なることに注意が必要である。これらの所見

は動画として記録することも可能であるが、FAの初期像では蛍光点が傍中心窩毛細血管を移動する所見を観察記録できる症例がある。これは、F-10では最高26枚/秒で撮影できるためであり、同じSLOの原理を応用したHRA(ハイデルベルク社、ドイツ)では観察することができない。また、撮影後の画像を複数枚選択して平均加算処理を行うとコントラストが高くなる。これを用いて2種類の自発蛍光の検査も可能である。ただし現時点では、HRAのようにリアルタイムでの平均加算処理は行えない。

カラー画像

F-10では単波長光を用いるため得られる画像はモノクロで表示される。赤・緑・青の3つの波長で得られた画像を重ね合わせてカラー画像を合成することができる。それぞれの波長で撮影した画像を選択して合成することもできるが、自動的に波長が入れ替わり連続して撮影するカラーモードでは1秒以内で撮影ができる。

文 献

1) Webb RH, Hughes GW, Delori FC : Confocal scanning

■私のコツ、工夫

F-10では中間透光体の混濁を可能な限り避けて観察を行うことは基本であり、混濁を通して観察した場合には通常のカメラより画像が劣化する可能性がある。また、光の入射位置によって全体の反射像や影の印象が異なってくる。したがって、絞りを変えるごとに光の入射位置を動かし、より鮮明な所見が得られる条件で観察記録を行うように心がけている。

laser ophthalmoscope. *Appl Opt* **26** : 1492-1499, 1987

- 2) Akiba J, Ishiko S, Hikichi T et al : Imaging of epiretinal membranes in macular holes by scanning laser ophthalmoscopy. *Am J Ophthalmol* **121** : 177-180, 1996
- 3) Elsner AE, Burns SA, Weiter JJ et al : Infrared imaging of sub-retinal structures in the human ocular fundus. *Vision Res* **36** : 191-205, 1996
- 4) Ishiko S, Akiba J, Horikawa Y et al : Detection of drusen in the fellow eye of Japanese patients with age-related macular degeneration using scanning laser ophthalmoscopy. *Ophthalmology* **109** : 2165-2169, 2002
- 5) Yoshida A, Ishiko S, Akiba J et al : Radiating retinal folds detected by scanning laser ophthalmoscopy using a diode laser in a dark-field mode in idiopathic macular holes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* **236** : 445-450, 1998

* * *