

走査レーザー検眼鏡を使用した硝子体ビデオグラフィ

梯 彰弘¹⁾, 石子 智士²⁾, 今野 優²⁾, 門 正則²⁾, 秋葉 純²⁾, 吉田 晃敏²⁾¹⁾市立根室病院眼科, ²⁾旭川医科大学眼科学教室

要 約

走査レーザー検眼鏡 (scanning laser ophthalmoscope, SLO) を使用した新しい SLO 硝子体ビデオグラフィのテクニックにより後部硝子体を観察し, その臨床的有用性を検討した。経年性および病的硝子体変化を, アルゴン, ヘリウムネオン, 近赤外光の各レーザーでスキャンし, 各々で得られた硝子体のビデオ画像を比較した。2つの方法で後部硝子体のゲルおよび剝離した後部硝子体膜の明瞭な観察が可能であった。第1法は, 眼底に焦点を合わせ, 硝子体を陰影として観察する方法。この方法は, いずれのレーザーを使用しても可能であった。第2法は, 剝離した後部硝子体膜など観察したい硝子体に焦点を合わせて観察する方法。この方法は, 短波長であるアルゴンレーザーが長波長であるヘリウムネオンや近赤外光レーザーより詳細な観察が可能であった。後部硝

子体膜に黄斑前の円形欠損と乳頭前グリア環があり, 硝子体ゲルが黄斑前の円形欠損を通して黄斑部網膜に連続しているのが鮮明に認められた。この方法により初めて, 以前の方法では不可能であった, 生体眼での経年性の後部硝子体剝離の詳細な形態が観察可能となった。眼底を単色光レーザーでスキャンし, その反射を共焦点方式で広い視野で検出する SLO の光学システムは後部硝子体の動的所見を鮮明に観察, 記録できる, 新しい, 臨床的に優れた方法である。(日眼会誌 99: 819-823, 1995)

キーワード: 走査レーザー検眼鏡, 後部硝子体, 細隙灯顕微鏡検査, SLO 硝子体ビデオグラフィ

Vitreous Videography with a Scanning Laser Ophthalmoscope

Akihiro Kakehashi¹⁾, Satoshi Ishiko²⁾, Suguru Konno²⁾, Masanori Kado²⁾, Jun Akiba²⁾ and Akitoshi Yoshida²⁾¹⁾Department of Ophthalmology, Nemuro City Hospital²⁾Department of Ophthalmology, Asahikawa Medical College

Abstract

We used a scanning laser ophthalmoscope (SLO) to attempt better visualization of the posterior vitreous than conventional biomicroscopy. We observed the posterior vitreous using the SLO in patients with age- or disease-related vitreous changes. We compared the results using lasers of several wavelengths. The detailed structure of the posterior hyaloid membrane, its collagen mesh structure with premacular defect, and the prepapillary glial ring were clearly visualized by direct laser illumination. Persistent attachment of the vitreous gel to the macula through the oval defect in the posterior hyaloid membrane was seen even with repeated eye rotations. Short wavelength laser was

preferable to a long wavelength one for observing the posterior hyaloid membrane. Vitreous opacities were clearly visualized with all lasers as dark spots with fundus monitoring by retro illumination. Thus *in vivo* visualization of the posterior hyaloid membrane and vitreous gel was achieved using this new technique, which is more advantageous than the conventional biomicroscopy because of its monochromatic laser delivery system with confocal light detection. (J Jpn Ophthalmol Soc 99: 819-823, 1995)

Key words: Scanning laser ophthalmoscope (SLO), Posterior vitreous, Biomicroscopy, SLO vitreous videography

別刷請求先: 087 北海道根室市有磯町1-2 市立根室病院眼科 梯 彰弘

(平成6年12月20日受付, 平成7年2月24日改訂受理)

Reprint requests to: Akihiro Kakehashi, M.D. Department of Ophthalmology, Nemuro City Hospital, 1-2 Ariisocho, Nemuro-shi, Hokkaido 087, Japan

(Received December 20, 1994 and accepted in revised form February 24, 1995)

I 緒 言

硝子体はその構成成分の99%を水が占める透明なゲル組織であり、その観察は困難である。現時点では、透明な硝子体の検査において細隙灯顕微鏡検査と前置レンズを用いた、硝子体の動的検査が最も優れた観察方法である¹⁾²⁾。走査型レーザー検眼鏡 (scanning laser ophthalmoscope, SLO) はボストンのスケペンス眼研究所で開発されて以来、眼科検査としてさまざまな臨床への応用が報告³⁾されている。それらは大きく2つの検査に分けられる。一つは眼底の画像診断への応用、もう一つは網膜機能検査への応用である。眼底の画像診断への応用としては単色光レーザーの反射を共焦点方式で検出するという特色から、硝子体から網膜表層、深層、そして脈絡膜に至るまでの病理変化を特異的に描出することができたり、コントラストの高い蛍光眼底写真やインドシアニングリーンを用いた脈絡膜蛍光造影のビデオ画像が得られることにある。今回、我々は、特に硝子体の動的観察に的を絞って、今までSLOの臨床応用として報告されていなかったSLO硝子体ビデオグラフィのテクニックを紹介し、その有用性を報告する。

II SLOの原理と検査法の実際

ローデンストック社のSLOを使用した。SLOの特徴的な原理は眼底を光量の弱い、安全な単色光レーザーで高速にスキャンし、その反射を散乱光を遮断した共焦点方式で検出し、ビデオ画像としてモニターすることにある。レーザー光として、アルゴンブルー (波長480 nm)、アルゴングリーン (波長514 nm)、ヘリウムネオン (波長633 nm)、近赤外光 (波長780 nm) が選択できる。このシステムにより、SLO硝子体ビデオグラフィとして硝子体の動的所見を鮮明にとらえることができる。また、今回示すSLO硝子体写真はSLO硝子体ビデオグラフィとして得られたビデオ画像をパーソナルコンピュータでビデオキャプチャーした静止画像で、実際のSLO硝子体ビデオグラフィより画質としては劣る画像である。

III 結 果

SLO硝子体シネマトグラフィによる硝子体の観察、記録には硝子体を陰影としてとらえる方法と硝子体からの反射を直接観察する2つの方法が可能であった。第1法は、眼底に焦点を合わせ、硝子体を陰影として観察する方法である。この方法は、いずれのレーザーを使用しても可能であった。しかも、眼底に焦点を合わせ眼底像をモニターしながら焦点深度の深い画像が得られ、硝子体の三次元的な観察に優れていた。しかし、後部硝子体膜の詳細な描出はやや困難であった。第2法は、剝離した後部硝子体膜など観察したい硝子体に焦点を合わせ観察する方法である。この方法では短波長のアルゴンレー

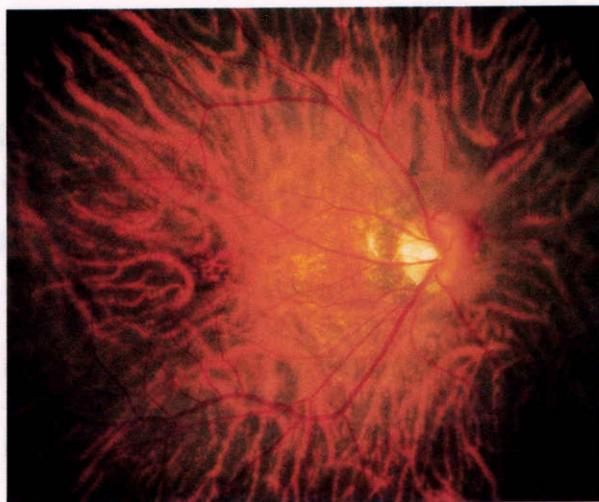


図1 症例1の眼底写真。
乳頭前グリア環の確認は困難である。

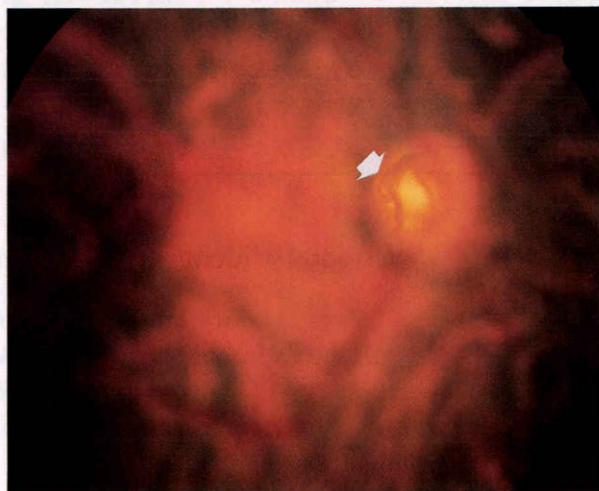


図2 焦点を硝子体中央部に移した症例1の眼底写真。
乳頭前グリア環 (矢印) が認められた。



図3 症例1のscanning laser ophthalmology (SLO)硝子体ビデオグラフィ。
ヘリウムネオンレーザーを選択し、眼底に焦点を合わせた。鮮明な眼底像と同時に硝子体の陰影としての像も鮮明に映し出されている。



図4 症例1のSLO硝子体ビデオグラフィ。
アルゴンブルーレーザーを選択し、焦点を後部硝子体膜に合わせている。後部硝子体膜の黄斑前の円形欠損(矢印)とグリア環が鮮明に映し出されている。



図7 症例2のSLO硝子体グラフィ。
アルゴンブルーレーザーを選択し、焦点を後部硝子体に合わせている。ロート状のクロケ腔(小矢印)がピット(大矢印)に連続しているのが観察される。



図5 画角を20°の強拡大にしたアルゴンレーザーによる症例1のSLO硝子体ビデオグラフィ。
より鮮明に後部硝子体膜および乳頭前グリア環が観察される。



図8 症例3の眼底写真。
硝子体動脈遺残はほとんど映し出されていない。

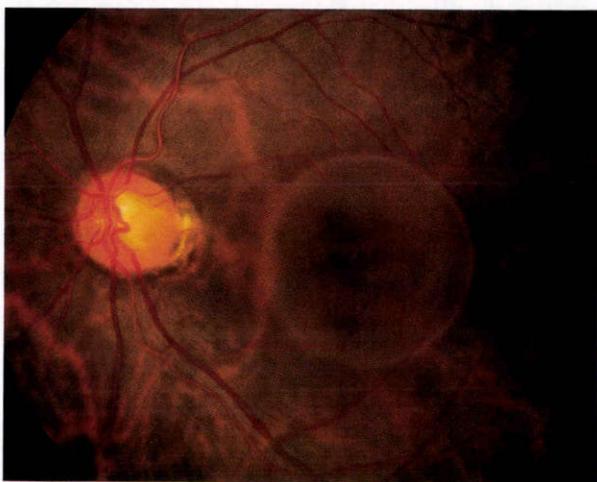


図6 症例2の眼底写真。
視神経乳頭耳側にピットと黄斑部に黄斑裂孔を伴う限局性の網膜剥離が認められる。



図9 焦点を硝子体中央部に移した症例2の眼底写真。
硝子体動脈の一部(矢印)が映し出されているが、その詳細は不明である。

ザーを用いた方が長波長のヘリウムネオンや近赤外光レーザーを用いるよりも、詳細な観察が可能であった。後部硝子体膜に黄斑前の円形欠損と乳頭前グリア環があり、硝子体ゲル黄斑前の円形欠損を通して黄斑部網膜に連続している状態が鮮明に認められた。この方法により、以前の方法では困難であった、生体眼での経年性の後部硝子体剝離の形態の詳細な観察が可能となった。

IV 症 例

症例1：44歳，男性。

突然の飛蚊症を自覚し受診。矯正視力は右眼(1.0)、左眼(1.0)であった。右眼の眼底は近視による豹紋状眼底を示していたが、それ以外は異常を認めなかった(図1)。倒像鏡眼底検査で焦点を硝子体中央に合わせて、乳頭前グリア環が浮遊しているのが観察され、後部硝子体剝離の存在が示唆された(図2)。細隙灯顕微鏡検査では後部硝子体剝離が認められ、硝子体ゲルが剝離した後部硝子体膜の黄斑前円形欠損を通して黄斑部網膜に連続しているのが観察された。この症例にSLO硝子体ビデオグラフィを行った。ヘリウムネオンレーザーを選択し眼底をモニターすると、鮮明な眼底像と同時に乳頭前グリア環が陰影として、倒像鏡眼底検査で確認されたものより鮮明に確認された(図3)。さらに、アルゴンブルーレーザーを選択し、焦点を硝子体中央部に移動し後部硝子体膜に合わせると、黄斑前の円形欠損と乳頭前グリア環を伴った、後部硝子体膜の構造が明瞭に観察された(図4)。眼球運動に伴い剝離した後部硝子体は可動性を示したが、黄斑前の円形欠損を通してゲルが黄斑部網膜へ連続しているため、その動きが制限され、黄斑部網膜から硝子体ゲルが分離することはなかった。この所見は硝子体ビデオグラフィで観察されたが、動的所見なので今回示した静止画像でよく描出されていない。さらに、画像を20°の強拡大にすると、後部硝子体膜の詳細な構造が観察可能であった(図5)。しかし、ヘリウムネオンレーザーでは眼底と硝子体の同時モニターが可能であったが、アルゴンレーザーを使ったテクニックでは眼底の同時モニターが困難であった。

症例2：37歳，男性。

左眼の視力低下を主訴に来院した。矯正視力は右眼(1.0)、左眼(0.2)であった。倒像鏡眼底検査で視神経乳頭の耳側にピットと、そのピットによると思われる黄斑部に限局する黄斑裂孔を伴う網膜剝離を認めた(図6)。倒像鏡眼底検査では観察されなかったが、細隙灯顕微鏡検査で後部硝子体は未剝離であることが観察され、ピットに連続しているクロケ腔と思われる所見がかすかに認められた。この症例にSLO硝子体ビデオグラフィを行った。ヘリウムネオンレーザーを選択し眼底をモニターすると、鮮明な眼底所見は得られたが、クロケ腔と思われる所見は観察されなかった。さらに、アルゴンプ



図10 症例3のSLO硝子体ビデオグラフィ。近赤外光レーザーを選択し、焦点を眼底に合わせている。硝子体動脈の起始部から末端部まで鮮明に写し出されている。

ルーレーザーを選択しSLO硝子体ビデオグラフィを行った。すると、ヘリウムネオンレーザーでは得られなかったクロケ腔がピットに連続している所見が明瞭に観察された(図7)。眼球運動により後部硝子体が可動性を示し、それに伴って、クロケ腔がピットを牽引している様子が動的画像としてはっきりとらえることができた。この症例は後に、クロケ腔のピットに作用する硝子体牽引を取り除く目的で硝子体切除術を行った。術後は網膜は復位し、矯正視力左眼(0.4)まで回復した。

症例3：14歳，女子。

両眼の搔痒感を主訴に来院した。矯正視力は右眼(1.5)、左眼(1.5)であった。倒像鏡眼底検査および細隙灯顕微鏡検査で硝子体動脈遺残が確認された。しかし、眼底カメラでは視神経乳頭から硝子体中央に立ち上がっている硝子体動脈を写真記録することは困難であった。眼底に焦点を合わせるとほとんど硝子体動脈は写らず(図8)、硝子体中に焦点を合わせると一部の硝子体動脈しか写らず、眼底の状態はほとんど写らなかった(図9)。この症例にSLO硝子体ビデオグラフィを行った。眼底に焦点を合わせても、視神経乳頭から硝子体中央部に立ち上がる硝子体動脈を陰影として鮮明に観察することが可能であった(図10)。どの波長のレーザーを選択してもほぼ同様にこの画像を得ることが可能であった。硝子体動脈は眼球が静止した坐位の状態では視神経乳頭から上方に立ち上がり、中間部で下行し、さらに末端部では再度上昇するS字上の走行を示し、眼球運動では硝子体の動きに伴い可動性を示した。

V 考 按

現時点におけるSLO硝子体ビデオグラフィのテクニックとしては、硝子体を陰影として観察する方法と硝子体からの反射を直接観察する2つの方法が可能である。第1法は、眼底に焦点を合わせ、硝子体を陰影とし

て観察する方法である。この方法は、いずれのレーザーを使用しても可能であり、しかも眼底に焦点を合わせ眼底像をモニターしながら焦点深度の深い画像が得られ、硝子体の三次元的な観察に優れている。しかし、後部硝子体膜の詳細な描出はやや困難である。第2法は、観察すべき剥離した後部硝子体膜などに焦点を合わせアルゴンレーザーなどの短波長のレーザーで硝子体を直接観察する方法である。この方法は観察する硝子体と網膜の距離があれば、硝子体と眼底の同時モニターが困難であるが、後部硝子体膜などの詳細な観察に優れている。この2つの方法を組み合わせることにより、硝子体の三次元的な観察と網膜硝子体境界面および後部硝子体膜の詳細な観察、ビデオ記録を行うことができる画期的な方法である。

症例1では、今までに細隙灯顕微鏡検査でさえ困難であった後部硝子体膜の広い範囲での詳細な観察、ビデオ記録ができることを示した。この症例で今まで詳細が不明であった黄斑前の後部硝子体の経年性変化である、黄斑前の円形欠損を伴った後部硝子体剥離の状態⁴⁾が明瞭に観察、記録可能になった。後部硝子体膜の黄斑前円形欠損を通して硝子体ゲルが黄斑部網膜に連続している病態に対して、その存在が疑問視されるような報告⁵⁾もあったが、この方法での観察により、はっきりとこの病態を動的画像として記録することができた。

症例2では、近年ピットに伴う黄斑部剥離の原因がクロケ腔を介してのピットへの硝子体牽引が原因と報告⁶⁾されているが、その病態を鮮明にとらえている。細隙灯顕微鏡検査においても困難なクロケ腔の観察、ビデオ記録が、この方法で可能になり、ピットに伴う黄斑部剥離の大きな原因の一つがクロケ腔の牽引であることが、この方法でより鮮明な画像として記録できた。

症例3では、長い硝子体動脈遺残の起始部から末端までの焦点深度の深い観察を行うことができていた。SLOの特徴の一つである焦点深度の深さを利用した観察方法であり、特に、硝子体のような眼球内容の大部分を三次元的に占める眼組織の観察には最も適した観察方法であるといえる。この観察により静的な状態での硝子体線維の走行や、眼球運動による硝子体の流体としての挙動な

どを検討できる可能性まで示された。

眼底を単色光レーザーでスキャンし、その反射を共焦点方式で広い視野で検出するSLOの光学システムは後部硝子体の動的所見を鮮明に観察、記録できる、新しい、臨床的に優れた方法である。SLO硝子体ビデオグラフィという新しい方法により、今までの方法では困難であった後部硝子体の動的変化を鮮明に観察、記録できる。この方法は透明な硝子体を観察可能なものにまでしたといえる。したがって、今までにその透明さゆえに病因の解明が困難であった網膜硝子体疾患に、多くの新たな情報を提供してくれる臨床的に非常に有用な検査となっていくものと思われる。

本論文の要旨の一部はARVO Annual Meeting (Sarasota, Florida, USA, May 1~7, 1994), 第48回日本臨床眼科学会(千葉幕張, 1994年11月4日)およびAnnual Meeting American Academy of Ophthalmology (San Francisco USA, October 30-November 4, 1994)で発表した。

文 献

- 1) **Takahashi M, Trempe CL, Schepens CL:** Biomicroscopic evaluation and photography of posterior vitreous detachment. *Arch Ophthalmol* 98: 665-668, 1980.
- 2) **Kakehashi A, Akiba J, Trempe CL:** Vitreous photography with a +90-diopter double aspheric preset lens vs the El Bayadi-Kajiura preset lens. *Arch Ophthalmol* 109: 962-965, 1991.
- 3) **Mainster MA, Timberlake GT, Webb RH, Hughes GW:** Scanning laser ophthalmoscopy. Clinical applications. *Ophthalmology* 89: 852-857, 1982.
- 4) **Kakehashi A, Schepens CL, Trempe CL:** Vitreomacular Observations I. Vitreomacular adhesion and hole in the premacular hyaloid. *Ophthalmology* 101: 1515-1521, 1994.
- 5) **Kishi S, Shimizu K:** Reply. To Worst JGF and Sebag J. Posterior precortical vitreous pocket (letters). *Arch Ophthalmol* 109: 1058-1060, 1990.
- 6) **Akiba J, Kakehashi A, Hikichi T, Trempe CL:** Vitreous findings in cases of optic nerve pits and serous macular detachment. *Am J Ophthalmol* 116: 38-41, 1993.