Ultrasound biomicroscopeによる原発閉塞隅角緑内障の隅角の観察

佐久間 毅，山本 哲也，北澤 克明
岐阜大学医学部眼科学教室

要 約

自然瞳孔での原発閉塞隅角緑内障（PACG）における機能的隅角閉塞の発生を観察する目的で，前眼部超音波装置（UBM）を用いて隅角の観察を行った．対象は，瞳孔ブロックによるPACGのうち，対光反応，角膜，虹彩に異常のある症例を除外した29例47眼であった．レーザー虹彩切開術前にUBM検査を施行し，また，15例23眼では虹彩切開後に再度施行した．UBM検査は暗室で行い，対光反応による縮瞳状態と，暗所での自然散瞳状態での隅角を観察した．器質的隅角閉塞の存在が否定された115か所の検査部位のうち，33眼（70%），65か所（57%）で散瞳時に機能的な隅角の閉塞が確認された．18眼（機能的閉塞例の55%），30か所（機能的閉塞部位の46%）では，隅角閉塞がシュワルベ線付近に最初に生じる現象が観察された．虹彩切開前後で観察した症例では全例隅角の開大が確認された．暗室でのUBM検査は機能的隅角閉塞を証明する手技として有用であると考えられた．（日眼会誌 99：806—810，1995）

キーワード：原発閉塞隅角緑内障，前眼部超音波装置，機能的隅角閉塞，周辺虹彩前癒着

Observation of the Chamber Angle in Primary Angle-closure Glaucoma with an Ultrasound Biomicroscope

Takeshi Sakuma, Tetsuya Yamamoto and Yoshiaki Kitazawa
Department of Ophthalmology, Gifu University School of Medicine

Abstract

We observed the chamber angle in 47 eyes of 29 patients with primary angle-closure glaucoma using ultrasound biomicroscopy in dark and illuminated conditions. All observations were made bofore surgical intervention and without any drugs affecting pupillary reaction. Ultrasound biomicroscopy was repeated following laser iridotomy in 23 of the eyes. Out of 115 angle locations examined where no synechiae had been found by pressure gonioscopy, appositional angle closure was seen at 65 locations (57%) in 33 eyes (70%) in dark conditions. At 30 angle locations in 18 eyes, the appositional closure began in the vicinity of Schwalbe's line. After iridotomy, appositional closure was not observed even in dark conditions. Ultrasound biomicroscopy in dark conditions seems to be a promising procedure to visualize appositional angle closure in eyes with a narrow angle. (J Jpn Ophthalmol Soc 99 : 806—810, 1995)

Key words: Primary angle-closure glaucoma, Ultrasound biomicroscopy, Appositional angle closure, Peripheral anterior synechia

I 緒 言

原発閉塞隅角緑内障の発症に瞳孔ブロック，あるいは隅角における虹彩のcrowdingが関与することはあまねく知られている[1)2)]．しかしながら，生体眼において瞳孔ブロックないしiris crowdingによる隅角閉塞の直接的な証明は急性例など一部の症例を除けば従来きわめて困難であった．そのため，原発閉塞隅角緑内障，特に慢性型の本症の診断法として，狭隅角眼に生じた器質的な隅角閉塞の圧迫隅角検査による確認[3)]，あるいは俯臥試験[4)5)]，暗室試験[6)]などの負荷試験施行時の機能的隅角閉塞による眼圧上昇の証明が不可欠と考えられてきた．しかしながら，圧迫隅角検査では器質的隅角閉塞が生じる以前の段階である機能的隅角閉塞の診断は理論的に不可能である．また，各種の負荷試験の感度と特異性は高いものではないため，負荷試験の診断的な意義はきわめて

別刷請求先：500 岐阜県岐阜市司町40 岐阜大学医学部眼科学教室 山本 哲也
（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: Tetsuya Yamamoto, M.D. Department of Ophthalmology, Gifu University School of Medicine. 40 Tsukasa-machi, Gifu-shi, Gifu-ken 500, Japan
(Received December 20, 1994 and accepted in revised form February 24, 1995)

限定されている．また，負荷試験は薬物使用，長時間のうつ伏せ姿勢など非生理的な状況で行われるため，負荷試験時の隅角は自然状態での隅角の状態とは異なる可能性がある．原発閉塞隅角緑内障の診断にはこのようないくつかの問題点が未だに存在しており，そのため，初期段階にある多くの原発閉塞隅角緑内障が確定診断されないまま，経過観察され，あるいは見逃されていた可能性がある．

Pavlin ら[7]により開発された前眼部超音波装置（ultrasound biomicroscope，UBM）は従来の眼科用超音波装置に比べ，より高い周波数を用いることにより解像度を高めた装置である．既に，この装置を用いて原発閉塞隅角緑内障，前部ぶどう膜腫瘍を含む種々の前眼部病変の精密な画像が報告[7)~10)]されている．本装置を用いて観察した原発閉塞隅角緑内障の隅角について Pavlin ら[9)10)]は，虹彩の膨隆により通常の隅角検査では隅角底が観察できない症例を含めて，隅角底に至るまで十分に観察可能であり，隅角閉塞の有無などを容易に判定できると述べている．今回，我々は UBM を用い，自然瞳孔での原発閉塞隅角緑内障における機能的隅角閉塞の発生の頻度ならびにその過程を観察し，本装置の原発閉塞隅角緑内障診断上の有用性を検討したので報告する．

II 方　法

対象は，瞳孔ブロックによる原発閉塞隅角緑内障 29 例 47 眼である．原発閉塞隅角緑内障の定義は，両眼とも Shaffer 分類 2 度以下の狭隅角であり，少なくとも片眼に圧迫隅角検査により周辺虹彩前癒着の存在が確認できるものとした．対象は，全例薬物治療開始前あるいは瞳孔薬中止後 7 日以上経過した症例で，虹彩切開術，隅角形成術，周辺虹彩切除術などのレーザー治療，内眼手術施行前であった．対光反応，角膜，虹彩に異常のある症例は除外した．また，ぶどう膜炎，眼外傷など，原発閉塞隅角緑内障以外で周辺虹彩前癒着を生じ得る眼疾患の既往のある症例は除外した．対象の病型は，慢性原発閉塞隅角緑内障 24 例 42 眼，急性原発閉塞隅角緑内障の僚眼 5 例 5 眼であった．年齢は 56～94 歳（71.2±9.9 歳，平均値±標準偏差），男性 7 例，女性 22 例であった．圧迫隅角検査は Kitazawa 式圧迫隅角鏡[3)]を用いて 1 名の検者（TY）が施行した．確認された周辺虹彩前癒着のうち，線維柱帯色素帯にかかる周辺虹彩前癒着の線維柱帯全周に占める割合は 4～96%（15±21%，平均値±標準偏差）であった．14 眼には周辺虹彩前癒着は認められなかった．

UBM 検査はモデル 840（Humphrey Instruments Inc, San Leandro, California，USA）を用い，被験者を仰臥位とし内径 18～20 mm のアイカップ装着後，2% エチルセルロース（スコピゾール®）を滴下し，さらに生理的食塩水でアイカップを満たした後，施行した．超音波の周波数は 50 MHz，測定条件はゲイン 80 dB，ゲインコンペイセーション 5 dB/mm，ディレイ 2.4～3.7 mm，検査領域 5.0×5.0 mm を標準とした．UMB 検査は暗室で行い，他眼の瞳孔にペンライト光を入射させて対光反応を起こした縮瞳状態と，入射光をはずした自然散瞳状態での隅角を観察した．スキャン方向は輪部と垂直方向とし，隅角の観察は基本的に 3 時，6 時，9 時，12 時の 4 か所で行った．対象のうち，15 例 23 眼ではレーザー虹彩切開術後に同様にして隅角を観察した．UBM 検査は全例で 1 名の検者（TS）が行った．今回の解析対象は，UBM 検査直前の圧迫隅角検査で器質的隅角閉塞の存在が否定された計 115 か所の隅角部位とした．

図 1　暗所での自然散瞳による隅角閉塞．

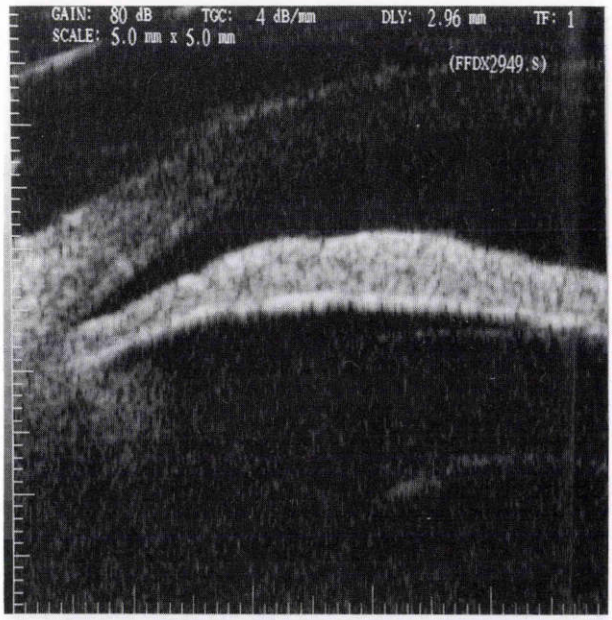

図 2　図 1 と同一部位の対光反応による縮瞳時の隅角．

III 結 果

器質的隅角閉塞のない隅角を観察できた47眼115か所のうち，33眼（70%），65か所（57%）で暗所での自然散瞳時に機能的な隅角の閉塞が確認できた（図1，2）．このうち，眼を単位として18眼（機能的閉塞例の55%），隅角を単位として30か所（機能的閉塞部位の46%）では，隅角閉塞が隅角底から始まるのではなく，Schwalbe線付近に虹彩がまず最初に付着する状態が観察された（図3）．その他の部位ではSchwalbe線付近から始まるとは証明できず，隅角底から始まる，あるいは隅角の広い範囲に同時に始まるように観察された．

図3 シュワルベ線付近に最初に虹彩が付着する所見．

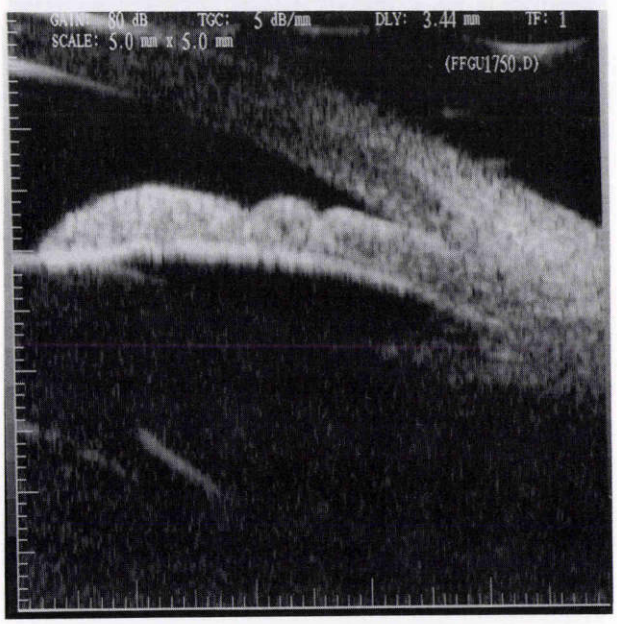

図4 レーザー虹彩切開術前の隅角．

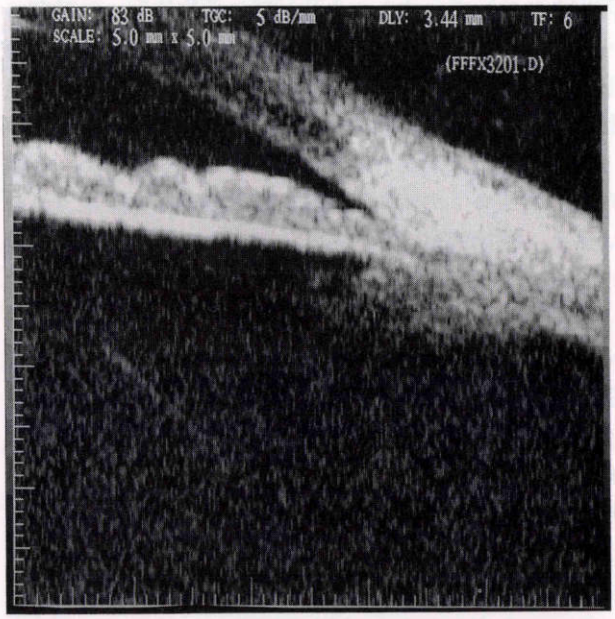

図5 図4と同一部位のレーザー虹彩切開術後の所見．
虹彩の前方への突出がなくなり，暗所での自然散瞳時にも隅角は開放している．

図6 虹彩切開後に plateau iris configuration を呈する眼（レーザー虹彩切開術前）．

レーザー虹彩切開術前後で検査の可能であった23眼では全例瞳孔ブロックが解消され，隅角の開大が確認された（図4，5）．うち6眼（26%）は，いわゆる plateau iris configuration[11]（図6，7）を呈していたが，レーザー虹彩切開術後には暗所での自然散瞳時にも隅角閉塞は証明されなかった．

IV 考 按

今回の検討により，UBMを用いて原発閉塞隅角緑内障と診断されている症例の器質的隅角閉塞のない部位

図7　図6の症例のレーザー虹彩切開術後の所見.
Plateau iris configurationと判断される.

に，暗所下での自然散瞳により高率に機能的隅角閉塞の生ずることを証明することができた．このことは，原発閉塞隅角緑内障では器質的隅角閉塞が生ずる以前にも日常生活の中で，機能的閉塞が頻繁に生じている可能性を強く示唆するものである．今回の対象は，既に原発閉塞隅角緑内障の診断が確立された症例であるが，従来の診断基準に照らせば原発閉塞隅角緑内障と診断できない周辺虹彩前癒着がなく，負荷試験も陰性な狭隅角眼においても機能的な隅角閉塞が生じている可能性は否定できない．我々は既に，Shaffer分類2度で圧迫隅角検査においても周辺虹彩前癒着は認められず，散瞳試験も陰性であった狭隅角眼に今回報告した方法でUBM検査を施行し，機能的隅角閉塞を証明し得た経験を持っている(未発表)．暗室でのUBM検査は，こうした従来の診断基準に照らせば原発閉塞隅角緑内障と診断できない狭隅角眼を含めて原発閉塞隅角緑内障の疑われる症例において機能的な隅角閉塞を証明する方法，すなわち，より早期の原発閉塞隅角緑内障の診断法としての可能性を有しているものと思われる．

UBMを従来の超音波装置と比較すると，UBMでは50 MHzと周波数をきわめて高くすることにより，解像度を50 μm程度と飛躍的に増大させたところに特徴がある[7)10)]．そのために深達性は犠牲になっているが，4 mm程度の深さの病変を観察可能であるとされており，隅角の観察には特に支障はない．UBM以前にも従来の超音波装置を用いて原発閉塞隅角緑内障の隅角を観察した報告[12)]はあるが，解像度の点でUBMに優れるものはなく，UBMでは従来以上に正確な観察ができるものと思われる．

機能的隅角閉塞のパターンの観察から，Schwalbe線と虹彩周辺部の間に最初に接触が生ずることの多いことが示された．Mapstone[13)]あるいはTiedeman[14)]の物理学的に計算されたモデルでは，この現象は十分に説明できず，隅角を構成する各組織の位置関係，虹彩の屈曲しやすさなどの局所要因を加味した解釈がなされるべきであると考えられる．また，この現象は，Gorinら[15)]による周辺虹彩前癒着には2つの基本型があり，1つは隅角底からすき間なく隅角を埋めるタイプであり，1つは隅角の途中に付着し後方に周辺虹彩前癒着のない空間を有するタイプであるとの説のうち，後者のタイプの周辺虹彩前癒着の発生を説明するには好都合である．しかしながら，実際の症例では周辺虹彩前癒着のほとんどが隅角底からすき間なく詰まっているタイプであり[16)]，今回の結果と一見矛盾してみえる．これに対する説明として，機能的隅角閉塞が器質的隅角閉塞(周辺虹彩前癒着)に進展する過程で従来知られていない要因の関与する可能性が推定されるが，推測の域を出ない．

さらに，今回の検討ではplateau iris configurationが26%の症例で認められた．従来からplateau iris configurationは原発閉塞隅角緑内障の10～20%前後で認められるとされており[17)18)]，今回の結果はそれを追認するものである．しかしながら，plateau irisに似た虹彩形態を呈した眼ではあってもレーザー虹彩切開術後には機能的隅角閉塞が認められなくなっており，このことはとりもなおさず，認められたplateau irisがplateau iris syndromeではなく，plateau iris configuration[11)]に過ぎないことを証明したことでもある．したがって，今回の結果と，臨床的にplateau irisの頻度の少ないこと[19)]，および原発閉塞隅角緑内障に対するレーザー虹彩切開術の長期的有用性[20)]とは何ら矛盾するものではない．

今回我々の行った暗所でのUBM検査は機能的隅角閉塞を診断する手段として有用であり，原発閉塞隅角緑内障の従来よりも早期の診断法として利用できる可能性がある．さらに，原発閉塞隅角緑内障における周辺虹彩前癒着の発生過程を検討するための1つの有力な方法となる可能性を秘めていると考える．

文　献

1) **Lowe RF, Ritch R**: Angle-closure glaucoma; mechanisms and epidemiology. In: Ritch R, et al (Eds): The glaucomas, CV Mosby, St. Louis, 825—837, 1989.
2) **Shields MB**: Textbook of glaucoma, third edition. Williams & Wilkins, Balttmore, 198—219, 1992.
3) **Nakamura Y, Kitazawa Y**: A new goniolens for corneal indentation gonioscopy. Acta Ophthalmologica 49: 964—970, 1971.
4) **Hyams SW, Friedman BZ, Neumann E**: Elevated intraocular pressure in the prone position. A new provocative test for angle-closure glaucoma. Am J Ophthalmol 66: 661—672, 1968.

5) **Harris LS, Galin MA**: Prone provocative testing for narrow angle glaucoma. Arch Ophthalmol 87: 493—496, 1972.
6) **Gloster J, Poinoosawmy D**: Changes in intraocular pressure during and after the darkroom test. Br J Ophthalmol 57: 170—178, 1973.
7) **Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, Foster S**: Clinical use of ultrasound biomicroscopy. Ophthalmology 98: 287—295, 1991.
8) **Potash SD, Tello C, Liebmann J, Ritch R**: Ultrasound biomicroscopy in pigment dispersion syndrome. Ophthalmology 101: 332—339, 1994.
9) **Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster S**: Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. Am J Ophthalmol 113: 381—389, 1992.
10) **Pavlin CJ, Foster S**: Ultrasound biomicroscopy of the eye. Springer-Verlag, New York, 1994.
11) **Wand M, Grant WM, Simmons RJ, Hutchinson BT**: Plateau iris syndrome. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 83: 122—130, 1977.
12) **太根節直, 大庭久貴, 小松 章, 井口登紀子**：前房隅角の定量計測に関する研究. 日眼会誌 83: 1319—1328, 1979.
13) **Mapstone R**: Closed-angle glaucoma: Theoretical considerations. Br J Ophthamol 58: 36—40, 1974.
14) **Tiedeman JS**: A physical analysis of the factors that determine the contour of the iris. Am J Ophthalmol 111: 338—343, 1991.
15) **Gorin G, Posner A**: Slit-lamp gonioscopy. Third Edition. Williams & Wilkins, Baltimore, 1967.
16) **Inoue T, Yamamoto T, Kitazawa Y**: Distribution and morphology of peripheral anterior synechiae in primary angle-closure glaucoma. J Glaucoma 2: 171—176, 1993.
17) **Lowe RF**: Primary angle-closure glaucoma: Investigations after surgery for pupillary block. Am J Ophthalmol 57: 931—938, 1964.
18) **Lowe RF**: Primary angle-closure glaucoma: Postoperative tests with l-epinephrine. Am J Ophthalmol 58: 581—583, 1964.
19) **北沢克明**：緑内障クリニック. 第2版, 金原出版, 東京, 110—111, 1986.
20) **Yamamoto T, Shirato S, Kitazawa Y**: Treatment of primary angle-closure glaucoma by argon laser iridotomy: A long-term follow-up. Jpn J Ophthalmol 29: 1—12, 1985.