

前眼部 3D 解析装置 Pentacam® における 閉塞隅角緑内障の前眼部形状

岡 奈々¹⁾, 大鳥 安正²⁾, 岡田 正喜²⁾, 三木 篤也²⁾, 前田 直之²⁾, 田野 保雄²⁾

¹⁾自衛隊阪神病院眼科, ²⁾大阪大学大学院医学系研究科脳神経感覚器外科学眼科学教室

要 約

目的：非接触型前眼部 3D 解析装置 Pentacam® を用いて閉塞隅角緑内障の前眼部形状を検討した。

対象と方法：年齢を対応させた狭隅角群(29 例 47 眼), レーザー虹彩切開術(Laser Iridotomy, LI)施行後群(30 例 43 眼), 開放隅角緑内障(OAG)群(21 例 37 眼)において中心前房深度, 中間前房深度, 周辺前房深度, 前房容積, 中心前房深度の眼軸長に対する比率, 隅角角度を比較した。また, LI 施行前後(9 例 13 眼)の変化についても検討した。

結果：狭隅角群の前房容積($74.5 \pm 21.1 \mu\text{l}$)は LI 施行後群($96.4 \pm 21.4 \mu\text{l}$), OAG 群($144.2 \pm 31.6 \mu\text{l}$)に比

較して有意に小さかった($p < 0.001$)。前房容積は周辺前房深度と最も強く相関した($p < 0.001$)。LI 施行前後では, 前房容積, 周辺前房深度のみ有意に増加した($p < 0.001$)。

結論：Pentacam® による前房容積および周辺前房深度の測定は, 狭隅角眼の前房形状の指標として有用である。(日眼会誌 110 : 398—403, 2006)

キーワード：前眼部 3D 解析装置, 閉塞隅角緑内障, レーザー虹彩切開術, 周辺前房深度, 前房容積

Clinical Study of Anterior Ocular Segment Topography in Angle-Closure Glaucoma Using the Three-Dimensional Anterior Segment Analyzer Pentacam®

Nana Oka¹⁾, Yasumasa Otori²⁾, Masaki Okada²⁾, Atsuya Miki²⁾
Naoyuki Maeda²⁾ and Yasuo Tano²⁾

¹⁾Division of Ophthalmology, Japan Self Defense Force Hanshin Hospital

²⁾Department of Ophthalmology and Visual Science, Osaka University Medical School

Abstract

Purpose : The anterior ocular segment topography in angle-closure glaucoma was studied using the non-contact three-dimensional anterior segment analyzer Pentacam®.

Subjects and Methods : The central anterior chamber (AC) depth, mid-peripheral AC depth, peripheral AC depth, AC volume, central AC depth/ocular axial length ratio and angles of a narrow angle group (47 eyes of 29 patients), a post laser iridotomy (LI) group (43 eyes of 30 patients), and an open-angle glaucoma (OAG) group (37 eyes of 21 patients) were measured and compared. In addition, changes in the parameters before and after LI (13 eyes of 9 patients) were investigated.

Results : The AC volume for the narrow angle group ($74.5 \pm 21.1 \mu\text{l}$) was significantly smaller than for the other groups (post LI group : $96.4 \pm 21.4 \mu\text{l}$;

OAG group : $144.2 \pm 31.6 \mu\text{l}$, $p < 0.001$). The most significant association was detected between AC volume and the peripheral AC depth. Only two parameters, AC volume and peripheral AC depth, increased significantly after LI ($p < 0.001$).

Discussion : Measurement of the AC volume and the peripheral AC depth using Pentacam® is useful for evaluating the anterior ocular segment topography in narrow angle eyes.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 110 : 398—403, 2006)

Key words : Three-dimensional anterior segment analyzer, Angle-closure glaucoma, Laser iridotomy, Peripheral anterior chamber depth, Anterior chamber volume

別冊請求先 : 565-0871 吹田市山田丘 2-2 大阪大学大学院医学系研究科脳神経感覚器外科学眼科学教室 大鳥 安正
(平成 17 年 8 月 1 日受付, 平成 17 年 9 月 15 日改訂受理) E-mail : yotori@ophthal.med.osaka-u.ac.jp

Reprint requests to : Yasumasa Otori, M. D. Department of Ophthalmology and Visual Science, Osaka University Medical School, 2-2 Yamadaoka, Suita 565-0871, Japan.

(Received August 1, 2005 and accepted in revised form September 15, 2005)

I 緒 言

日本人では、Shaffer 分類 2 度以下の狭隅角眼は 8% 程度にみられ¹⁾、5 年間の経過で約 2 割に急性あるいは慢性閉塞隅角緑内障発作を生じると報告されている²⁾。狭隅角眼のスクリーニングには前房深度の観察が重要視され、中心前房深度³⁾⁴⁾あるいは、周辺前房深度⁵⁾⁶⁾は隅角の閉塞性を反映するとされ、細隙灯顕微鏡を用いて半定量的に観察される。前房形状に関し、正常眼と比較して閉塞隅角緑内障眼(angle-closure glaucoma, ACG)では、小さな角膜径、小さな角膜曲率半径、浅い前房、厚い水晶体、小さな水晶体前面曲率半径、短い眼軸長、水晶体の前方偏位などの解剖学的特徴があることが報告されている⁷⁾⁸⁾。閉塞隅角緑内障眼において前眼部形状を定量的に解析することが有用であると考えられ、これまでに超音波検査⁹⁾¹⁰⁾、細隙灯写真^{11)~13)}、前眼部撮影・解析装置(EAS-1000®, Nidek 社, Japan)¹⁴⁾¹⁵⁾などが用いられてきた。

一般的に狭隅角眼に対するレーザー虹彩切開術(laser iridotomy, LI)の適応は、圧迫隅角検査で周辺虹彩前癒着(peripheral anterior synechiae, PAS)が生じている場合とされている¹⁶⁾。圧迫隅角検査は、閉塞隅角緑内障の診断・治療の上で極めて重要であるが、手技に多少熟練を要し、熟練度によって検者間での評価が異なることがある。また、急性緑内障発作の僚眼は、LI の絶対適応と考えられる¹⁶⁾¹⁷⁾が、PAS を形成していない場合もあり、狭隅角眼の一部は PAS の形成なしに急性緑内障発作を起こし得る¹⁷⁾。さらに、LI 後の水疱性角膜症が我が国で多く報告¹⁸⁾されていることから、単なる狭隅角眼に対する LI は慎むべきである。このように日常臨床において、LI をすべきか否かを迷う症例が存在し、簡便に前眼部形状を評価できる機器の開発が望まれている。

今回我々は、非接触式前眼部 3D 解析装置(Pentacam®, Oculus 社, Germany)を用い、狭隅角群、LI 施行後群および開放隅角緑内障(open angle glaucoma, OAG)群を対象に前眼部の生体計測を行い、各パラメーターの関連性について検討した。また、狭隅角群のうち LI を施行した 9 例 13 眼については術前後で各パラメーターの変化についても解析したので報告する。

II 方 法

1. 対 象

2004 年 8 月から 2005 年 5 月までに大阪大学医学部附属病院眼科外来を受診し狭隅角眼と診断された 29 例 47 眼(男性 8 例 11 眼, 女性 21 例 36 眼), LI 施行後の患者 30 例 43 眼(男性 11 例 18 眼, 女性 19 例 25 眼)および無作為に選択した OAG 患者 21 例 37 眼(男性 8 例 13 眼, 女性 13 例 24 眼)を対象とした。対象の年齢と屈折力(等

価球面值)は、狭隅角群が平均年齢 67.7 ± 10.3 (平均値 \pm 標準偏差, 以下同じ) 歳 (45~84 歳), 平均屈折度 1.12 ± 2.36 D ($-7.00 \sim +5.25$ D), LI 施行後群が平均年齢 66.4 ± 7.2 歳 (53~80 歳), 平均屈折度 0.68 ± 2.12 D ($-6.50 \sim +5.25$ D), OAG 群が平均年齢 63.0 ± 11.3 歳 (47~82 歳), 平均屈折度 -1.90 ± 3.10 D ($-11.00 \sim +1.88$ D) であり、年齢は各群間で有意差はなかった。狭隅角眼は、隅角所見が Shaffer 分類¹⁹⁾で grade 2 以下で、かつ van Herick 法²⁰⁾で周辺部における前房深度/角膜厚比が 4 分の 1 以下の症例とした。狭隅角眼 47 眼中、圧迫隅角検査で PAS があったものは 21 眼 (44.7%) であり、検査前 3 時間以内にピロカルピンを点眼していた症例はなかった。また、LI 施行後眼 43 眼中、急性緑内障発作後眼が 3 眼、予防的 LI を施行されたものが 40 眼 (急性緑内障発作眼の僚眼 5 眼, ACG 眼 35 眼) であった。さらに、OAG 眼は van Herick 法で周辺部における前房深度/角膜厚比が 1 分の 1 以上の症例とした。過去の内眼手術の既往がある症例や固視点を注視できないような白内障による視力低下が著明である症例は除外した。

狭隅角眼のうち、LI の適応と考えられた急性緑内障発作眼 (3 例 3 眼) とその僚眼 (2 例 2 眼のうち 1 例 1 眼は PAS なし) および ACG 眼 (6 例 8 眼) の計 9 例 13 眼 (男性 2 例 2 眼, 女性 7 例 11 眼) に LI を施行し、術前後の変化を解析した。

2. 前眼部形状の測定

前眼部のスリット像撮影と画像解析には Pentacam® を用いた。本装置は光源を 180° 回転させることにより複数の Scheimpflug 像を撮影できる回転式 Scheimpflug カメラで、撮影画像からコンピューター上で角膜前後面、虹彩、水晶体前後面を立体構築することにより、1) 角膜の前後面形状測定、2) 複数測定点での角膜厚、前房深度測定、3) 前房容積測定などが可能である。スキャン速度は 25 画像/1 秒間を選択した。測定は同一検者により行われ、暗室での無散瞳下で施行し、quality factor が 95% 以上の解析可能な画像を選択した。本装置で測定できるパラメーターの中から、ACG の解析に重要と考えられる中心前房深度 (3D パターン内で計算された角膜内皮から水晶体までの角膜頂点部の前房深度)、中間前房深度 (角膜頂点から半径 2 mm の中間 6 測定点の平均)、周辺前房深度 (角膜頂点から半径 4 mm の周辺 12 測定点の平均)、隅角角度 (水平面上で測定された二つの角度のうち小さい値)、前房容積、中心角膜厚、ケラト値 (simulated keratometry, Sim K) を選択し解析した。

3. 屈折力、眼軸長の測定

屈折力の測定は、オートレフケラトメーター (ARK-700 A, Nidek 社, Japan) を使用した。眼軸長の測定には、光干渉法を利用した非接触かつ短時間に眼軸長測定

表 1 狭隅角群, LI 施行群, OAG 群の比較

	年齢 (歳)	中心前房深度 (mm)	中間前房深度 (mm)	周辺前房深度 (mm)	隅角角度 (度)	前房容積 (μ l)
狭隅角群 n=47	66.70 \pm 10.34]n.s.	1.94 \pm 0.25]n.s.	1.39 \pm 0.22]n.s.	0.66 \pm 0.27]*	27.44 \pm 5.37]*	74.53 \pm 21.05]*
LI 施行後群 n=43	66.40 \pm 7.21]n.s.	n.s. 1.96 \pm 0.27]*	1.47 \pm 0.26]*	0.92 \pm 0.22]*	21.99 \pm 6.30]**	96.36 \pm 21.36]*
OAG 群 n=37	63.00 \pm 11.28	2.72 \pm 0.33	2.17 \pm 0.34	1.40 \pm 0.30	32.56 \pm 7.73	144.16 \pm 31.58

	角膜厚 (mm)	屈折力 (D)	Sim K (D)	眼軸長 (mm)	中心前房深度の眼 軸長に対する比率 (%)	中間前房深度 (mm)/周辺前房深 度(mm)
狭隅角群 n=47	553.02 \pm 35.28]n.s.	1.12 \pm 2.36]n.s.	44.53 \pm 1.47]n.s.	22.61 \pm 0.99]n.s.	8.65 \pm 1.19]n.s.	2.57 \pm 1.59]*
LI 施行後群 n=43	546.74 \pm 35.92]n.s.	n.s. 0.68 \pm 2.12]*	44.47 \pm 1.98]n.s.	n.s. 22.53 \pm 0.91]*	8.53 \pm 1.05]*	1.64 \pm 0.28]*
OAG 群 n=37	539.70 \pm 38.5	-1.90 \pm 3.10	44.30 \pm 1.29	24.12 \pm 1.32	11.3 \pm 1.27	1.56 \pm 0.16

LI : laser iridotomy, OAG : open angle glaucoma, Sim K : simulated keratometry
n=眼数, * : p<0.001, ** : p<0.01, n.s.=not significant

平均値 \pm 標準偏差

を施行できる IOL Master® (Carl Zeiss 社, Germany) を使用した。

4. 統計学的検討

相関係数は, Pearson's correlation coefficient test で両側検定した。各パラメーターの有意差検定は, F 検定で 2 群の分散を検定し, 等しいと仮定できた場合は Student's t-test, 等しいと仮定できない場合は Welch's t-test で検定した。LI 前後の各パラメーターの検定は paired t-test で行った。p<0.05 を統計学的に有意とした。

III 結 果

1. 狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群の各パラメーターの比較

狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群間での各パラメーターの差異を統計学的に検討した(表 1)。中心前房深度, 中間前房深度は, 狭隅角群と LI 施行後群では有意差はみられず, OAG 群で有意に深かった。周辺前房深度, 前房容積は, 狭隅角群<LI 施行後群<OAG 群となり, 各群に有意差が存在した。隅角角度は, LI 施行後群<狭隅角群<OAG 群となった。眼軸長は狭隅角群と LI 施行後群では有意差はなく, OAG 群と比較し有意に短かった。中心前房深度の眼軸長に対する比率(%)は, 狭隅角群は OAG 群に対し中心前房深度が眼軸長に対し短い眼球形態の差がみられ, LI 施行後群においても比率の変化はみられなかった。中間前房深度の周辺前房深度に対する比率は LI 施行後群, OAG 群では有意差がみられず, 狭隅角群に比較し小さかった。狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群ともに中心角膜厚, Sim K に有意差はなかった。

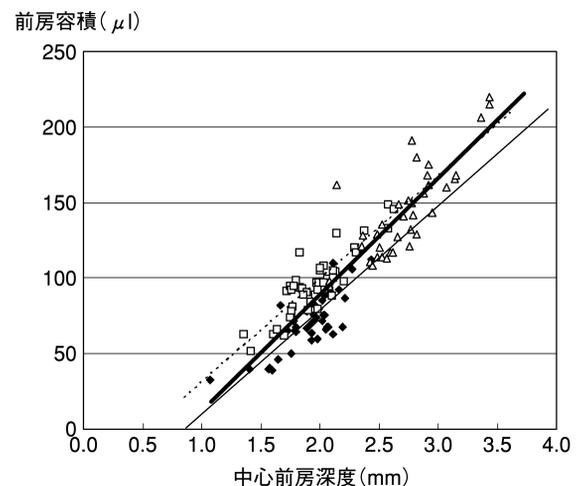


図 1 狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群における中心前房深度と前房容積の相関。

直線は狭隅角眼の前房容積を中心前房深度で回帰した直線($y=68.922x-59.33$)である。点線は LI 施行後眼の前房容積を中心前房深度で回帰した直線($y=68.271x-37.64$)である。太線は OAG 眼の前房容積を中心前房深度で回帰した直線($y=76.900x-65.03$)である。中心前房深度と前房容積は, 狭隅角群($r=0.83$), LI 施行後群($r=0.88$), OAG 群($r=0.81$)と強い相関があった。

◆ : 狭隅角群 □ : LI 施行後群 △ : OAG 群

2. 狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群の各パラメーターの相関

狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群すべての群で, 前房容積は中心前房深度, 中間前房深度, 周辺前房深度と強く相関があり($r>0.8$), 特に周辺前房深度が前房容積と相関が最も強かった($r>0.9$) (t 検定, $p<0.001$) (図 1~

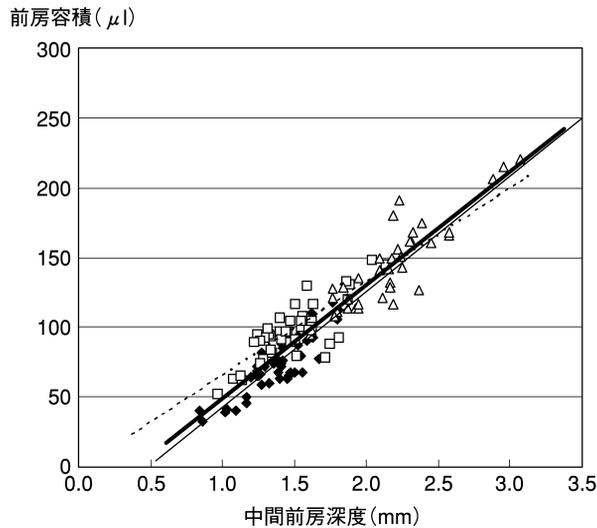


図 2 狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群における中間前房深度と前房容積の相関。

直線は狭隅角眼の前房容積を中間前房深度で回帰した直線($y=83.007x-40.54$)である。点線は LI 施行後眼の前房容積を中間前房深度で回帰した直線($y=67.172x-2.23$)である。太線は OAG 眼の前房容積を中間前房深度で回帰した直線($y=81.577x-32.53$)である。中間前房深度と前房容積は、狭隅角群($r=0.88$)、LI 施行後群($r=0.82$)、OAG 群($r=0.89$)と強い相関があった。

◆：狭隅角群 □：LI 施行後群 △：OAG 群

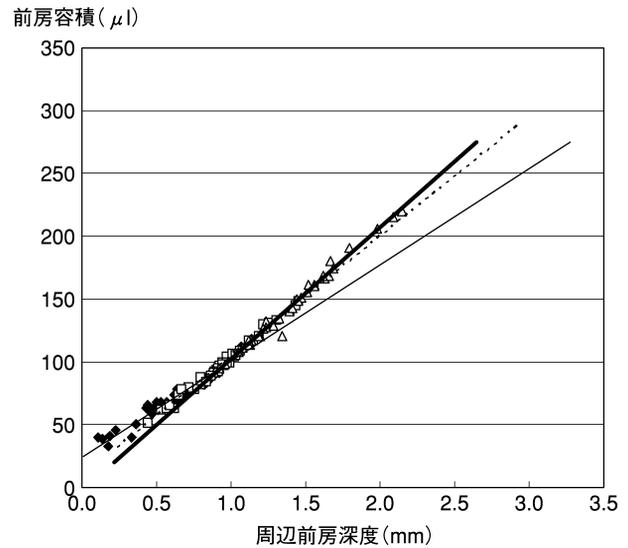


図 3 狭隅角群, LI 施行後群, OAG 群における周辺前房深度と前房容積の相関。

直線は狭隅角眼の前房容積を周辺前房深度で回帰した直線($y=76.879x+23.43$)である。点線は LI 施行後眼の前房容積を周辺前房深度で回帰した直線($y=95.418x+8.44$)である。太線は OAG 眼の前房容積を周辺前房深度で回帰した直線($y=105.390x-3.61$)である。周辺前房深度と前房容積は、狭隅角眼($r=0.98$)、LI 施行後群($r=0.99$)、OAG 群($r=0.99$)と特に強い相関があった。

◆：狭隅角群 □：LI 施行後群 △：OAG 群

表 2 LI 施行前後の各パラメーターの比較(paired t-test)

	中心前房深度 (mm)	中間前房深度 (mm)	周辺前房深度 (mm)	前房容積 (μ l)	中間前房深度/ 周辺前房深度	隅角角度 (度)
術前平均値 (レンジ)	1.74 \pm 0.27 (1.07-2.01)	1.22 \pm 0.24 (0.84-1.67)	0.47 \pm 0.23 (0.11-0.76)	58.68 \pm 16.37 (33.0-82.0)	3.49 \pm 2.45 (1.88-9.91)	24.61 \pm 6.92 (13.1-34.8)
術後平均値 (レンジ)	1.74 \pm 0.26 (1.05-2.03)	1.29 \pm 0.20 (1.00-1.66)	0.80 \pm 0.21 (0.34-1.01)	84.20 \pm 18.03 (47.0-105.0)	1.71 \pm 0.49 (1.25-3.09)	20.42 \pm 3.87 (13.9-25.5)
p 値	p=0.92	p<0.05 *	p<0.001 *	p<0.001 *	p<0.01 *	p=0.06

平均値 \pm 標準偏差
* 有意差あり

3).

3. LI 施行前後での各パラメーターの比較

ACG 眼 9 例 13 眼に LI を施行し、術前後の変化を検討した。表 2 に LI 前後の各種パラメーターの値を示す。中心前房深度、隅角角度は LI 前後で有意差がなかったのに対して、中間前房深度($p<0.05$)、周辺前房深度($p<0.001$)と前房容積($p<0.001$)は有意に LI 施行後に増加していた。中間前房深度の周辺前房深度に対する比率は有意に減少した($p<0.001$)。

IV 考 按

Pentacam® で測定した前房容積および中心前房深度は、OAG 眼(平均年齢：63 \pm 11.3 歳)ではそれぞれ 144.2 \pm 31.6 μ l、2.72 \pm 0.33 mm であったが、酒井ら¹⁵⁾

の EAS-1000 を用いた正常眼(平均年齢：男性 52.8 \pm 14.7 歳、女性 53.9 \pm 15.3 歳)の前房容積(男性 148 \pm 44 μ l、女性 135 \pm 44 μ l)、中心前房深度(男性 2.77 \pm 0.44 mm、女性 2.68 \pm 0.48 mm)とほぼ一致しており、OAG 眼の前房形状は正常眼と同程度であることが明らかとなった。

狭隅角眼の中心前房深度は、1.94 \pm 0.25 mm であり、過去の報告と比較すると、Alsbirk²¹⁾が報告したエスキモー(1.80 \pm 0.24 mm)、Lee ら¹¹⁾が報告したアメリカ中西部在住の白人(1.96 \pm 0.31 mm)、Lowe²²⁾が報告したオーストラリア在住の白人(1.80 \pm 0.25 mm)、吉川²³⁾が報告した Shaffer 分類 2 度以下の日本人の狭隅角眼(2.1 \pm 0.3 mm)と同程度であった。

隅角角度については、LI 施行後群の方が狭隅角群よ

りも隅角角度が減少するという結果であり、LI 後に周辺前房深度が増加したという今回の結果とは一致しなかった。前眼部解析装置(Nidek, Palo Alto, CA, U. S. A.)による報告²⁴⁾では、平均隅角角度は、狭隅角眼は 17.5 ± 3.2 度、広隅角眼は 28.2 ± 2.5 度と正確な値が報告されているが、測定方法は、Scheimpflug 像に虹彩根部から周辺部の虹彩前面に任意に引いた接線と、角膜後面に 10 か所のポイントをとり角膜後面を近似して虹彩根部より引いた接線との角度から、虹彩と角膜との角度を算出するものであった。Pentacam[®]では、撮影された Scheimpflug 像に自動的に角膜後面の接線と虹彩根部を通過する虹彩前面の接線が引かれ、隅角角度が算出される。強角膜移行部での光の乱反射により虹彩根部が不鮮明となるため、機械による正確な測定は困難であったと推測され、今後の改善が期待される。

LI 施行前後の変化は、中心前房深度は不変で、周辺部から前房深度は深くなり、結果として前房容積が有意に増加したと考えられた。Lee ら¹¹⁾は周辺虹彩切除術施行によって中心前房深度には変化はみられないが、周辺前房深度は深くなり、前房容積は $14 \mu\text{l}$ 増加すると報告している。今回の検討では、平均 $26 \mu\text{l}$ 増加とやや大きくなったが、LI 前の状態が急性緑内障発作眼、その僚眼、ACG 眼と瞳孔ブロックを来してはいるものの隅角閉塞の程度にばらつきがあったことが原因していると考えられる。LI 施行後群においても中心前房深度、中間前房深度、周辺前房深度、前房容積いずれも、OAG 群に対しては有意に小さいが、中間前房深度と周辺前房深度の比率は OAG 群とほぼ同じになり、瞳孔ブロックの解除により、前彎した周辺部虹彩が平坦化することにより前房容積は増加すると考えられた。

近藤ら¹²⁾は、隅角の閉塞性に重要な所見となる前房周辺容積と前房容積は強い相関を示し、前房容積は前房形状の特徴を表すとしている。狭隅角群、LI 施行後群、OAG 群ともに、中心前房深度と周辺前房深度、中心前房深度と前房容積、周辺前房深度と前房容積の間にそれぞれ強い相関があり、特に周辺前房深度と前房容積に強い相関があった。LI 施行後に周辺前房深度、前房容積に有意な増加がみられることから、周辺前房深度、前房容積が前眼部形状の評価に適していると考えられる。Pentacam[®]では、周辺前房深度として角膜頂点から 4 mm の 12 点の前房深度が測定され、今回の検討ではその平均値を周辺前房深度としたが、オーバービューディスプレイに表示される数値としては、周辺前房深度と中心前房深度の両方に相関を示す前房容積が、再現性のある定量的な数値として前房形状の指標として有用であると考えられた。

Pentacam[®]による前眼部形状解析は、隅角角度を除いて以前に報告された結果と比較して妥当な計測が行われていた。狭隅角眼では中心前房深度の減少とともに周

辺前房深度がより浅くなり、前房容積が減少することが明らかとなった。Pentacam[®]による周辺前房深度、前房容積の測定が狭隅角眼の前房形状の指標として有用であると結論する。

文 献

- 1) 岡部いづみ, 富田剛司, 杉山和久, 谷口 徹: 原発閉塞隅角緑内障ならびに狭隅角眼に関する疫学的研究. 日眼会誌 95: 279-287, 1991.
- 2) 木下 渥: 狭隅角眼の長期観察結果. あたらしい眼科 12: 814-818, 1995.
- 3) Smith RJ: A new method of estimating the depth of the anterior chamber. Br J Ophthalmol 63: 215-220, 1979.
- 4) Jacobs IH: Anterior chamber depth measurement using the slit-lamp microscope. Am J Ophthalmol 88: 236-238, 1979.
- 5) Chan RY, Smith JA, Richardson KT: Anterior segment configuration correlated with Schaffer's grading of anterior chamber angle. Arch Ophthalmol 99: 104-107, 1981.
- 6) Foster PJ, Devereux JG, Alsbirk PH, Lee PS, Uranchimeg D, Johnson GJ, et al: Detection of gonioscopically occult angles and primary angle closure glaucoma by estimation limbal chamber depth in Asians: Modified grading scheme. Brit J Ophthalmol 84: 186-192, 2000.
- 7) Lowe RF: Primary angle closure glaucoma: A review of ocular biometry. Aust J Ophthalmol 5: 9-17, 1997.
- 8) Hyams S: Angle-closure glaucoma: A comprehensive review of primary and secondary angle-closure glaucoma. Kugler & Ghedini, Amsterdam, 23-33, 1990.
- 9) Lowe RF: Causes of shallow anterior chamber in primary angle-closure glaucoma. Ultrasonic biometry of normal and angle-closure glaucoma eyes. Am J Ophthalmol 67: 87-93, 1969.
- 10) 太田節直: 緑内障眼に対する超音波計測. 眼紀 38: 1569-1578, 1987.
- 11) Lee DA, Brubaker RF, Ilstrup DM: Anterior chamber dimensions in patients with narrow angles and angle-closure glaucoma. Arch Ophthalmol 102: 46-50, 1984.
- 12) 近藤武久, 三浦昌生, 今道正次: 画像処理における前房容積測定法. 3. 前房形態との相関. 日眼会誌 90: 152-160, 1986.
- 13) 石田和寛, 渡辺則夫, 三木正毅: 狭隅角眼の眼軸長と前房深度に関する検討. 臨眼 47: 454-455, 1993.
- 14) 安藤 公, 直原修一, 岡部いづみ, 佐藤広治, 尾崎賢弥, 矢崎信幸: 前眼部撮影・解析装置 EAS-1000(ニデック)による前房容積の測定および装置の信頼性. あたらしい眼科 12: 295-298, 1995.
- 15) 酒井 寛, 佐藤健雄, 鯉淵 浩, 早川和久, 山川良治, 長瀧重智: 前眼部撮影・解析装置(EAS-1000)

- を用いた閉塞隅角緑内障の前眼部計測. 日眼会誌 100 : 546—550, 1996.
- 16) **山本哲也** : 狭隅角眼・閉塞隅角緑内障の診断とレーザー虹彩切開術の適応. 日本の眼科 74 : 1016—1016, 2003.
- 17) **吉川啓司** : 狭隅角の診断と急性発作の予防処置. 日本の眼科 74 : 1009—1012, 2003.
- 18) **荒木美治, 小室 青, 外園千恵, 西田幸二, 横井則彦, 木下 茂** : 水疱性角膜症の病因とその発生頻度. あたらしい眼科 16 : 1563—1565, 1999.
- 19) **Shaffer RN** : Primary glaucomas. Gonioscopy, ophthalmoscopy and perimetry. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 64 : 112—127, 1960.
- 20) **Van Herick W, Shaffer RN, Schwartz A** : Estimation of width of angle of anterior chamber. Incidence and significance of the narrow angle. Am J Ophthalmol 68 : 626—629, 1969.
- 21) **Alsbirk PH** : Primary angle-closure glaucoma. Oculometry, epidemiology, and genetics in a high risk population. Acta Ophthalmol Suppl. 127 : 5—31, 1976.
- 22) **Lowe RF** : Aetiology of the anatomical basis for primary angle-closure glaucoma. Biometrical comparisons between normal eyes and eyes with primary angle-closure glaucoma. Br J Ophthalmol 54 : 161—169, 1970.
- 23) **吉川啓治** : 眼内計測による周辺虹彩前癒着の判別. 臨眼 56 : 57—61, 2002.
- 24) **Bosem ME, Morsman D, Lusky M, Weinreb RN** : Reproducibility of Quantitative Anterior Chamber Angle Measurements with Scheimpflug Video Imaging. J Glaucoma 1 : 254—257, 1992.
-