

I. 総説

原発閉塞隅角病 (PACD : Primary Angle Closure Disease)

栗本 康夫

神戸市立神戸アイセンター病院

要旨

我が国における中途失明原因の第1位である緑内障は開放隅角緑内障と閉塞隅角緑内障に大別される。このうち原発性の開放隅角緑内障に対する根治的治療は存在せず治癒させることもできないので疾患管理が治療の基本となるが、原発閉塞隅角緑内障 (PACG) については早期に診断して適切に治療すれば事実上の治癒にもちこむことができる。一方で、PACGは適切な診療が行われなければ視機能の予後は悪く、失明リスクは開放隅角緑内障の3～5倍とされる。PACGは正しく診断して適切な治療を行うことが特に重要な病型であり、医療者の責務は重い。本稿のタイトルである原発閉塞隅角病 (PACD) はPACGの前駆病変を包含する新しい用語であるが、近年、国内外での緑内障の大規模疫学調査の知見や前眼部画像診断法の進歩によりPACDの病態への理解が進み疾患概念が大きく変更され、新たな用語の導入と共に分類や治療方針もアップデートされた。本稿では、今日におけるPACD診療のありかたについて概説する。

キーワード：失明、緑内障、原発閉塞隅角緑内障、原発閉塞隅角病、PACG、PACD

(神戸市立病院紀要 62 : 1 - 7, 2023)

Primary Angle Closure Disease

Yasuo Kurimoto, MD., PhD.

Kobe City Eye Hospital

Abstract

Glaucoma, the leading cause of blindness in Japan, is classified into open-angle and angle closure glaucoma. There is no curative treatment for primary open-angle glaucoma and, therefore, disease management is the basis of treatment. In contrast, if primary angle closure glaucoma (PACG) is not treated appropriately, the prognosis of visual function is poor, and the risk of blindness is three to five times higher than that of open-angle glaucoma. PACG is a particularly important subtype of glaucoma that must be diagnosed correctly and treated appropriately. Therefore, medical practitioners have a heavy responsibility in this disease. Primary angle closure disease (PACD) is a new term that encompasses the precursor lesions of PACG. Recently, findings from large-scale epidemiological studies of glaucoma in Japan and overseas as well as advances in anterior segment imaging have led to a better understanding of PACD pathogenesis and a significant change in the disease concept. Moreover, the classification and treatment strategies have been updated with the introduction of new terminology. This article outlines the current state of PACD treatment.

Key words : blindness, glaucoma, primary angle closure glaucoma (PACG), primary angle closure disease (PACD)

(Kobe City Hosp Bull 62 : 1-7, 2023)

はじめに

緑内障は我が国における中途失明原因の第1位であり、世界的にも白内障に次いで第2位となっている。一方で、緑内障は早期に診断して適切に治療すればほとんどの症例では治癒は得られずとも失明を防ぐことは出来る疾患でもある。特に緑内障のサブタイプである原発閉塞隅角緑内障は早期に診断して適切に治療すれば失明を防げるばかりでなく、根治すら得られる緑内障病型である。様々な診療科領域において緑内障禁忌薬が存在するが、そのほぼ全ては緑内障全体ではなく、閉塞隅角緑内障とその前駆病変が対象である。本病型の概要については、眼科医のみならず全ての医療従事者に広く理解していただきたい眼疾患と言える。

緑内障は眼房水の眼外への流出路の導入部が存在する前房隅角が開放しているか閉塞しているかで開放隅角緑内障と閉塞隅角緑内障に大別される。隅角が開放した状態で、他に眼圧上昇や視神経症の原因となる疾患や外傷など特段の要因なく緑内障を来す場合に原発開放隅角緑内障（POAG：Primary Open Angle Glaucoma）、また、二次的に隅角の閉塞を引き起こす他の疾患や外傷など特段の要因なく隅角閉塞が閉塞して緑内障に至るものを原発閉塞隅角緑内障（PACG：Primary Angle Closure Glaucoma）と呼ぶ。緑内障という用語は原則として網膜神経節細胞が変性する緑内障性視神経症（GON：Glaucomatous Optic Neuropathy）を伴う場合にのみ付与される用語である。本稿タイトルの原発閉塞隅角病（PACD：Primary Angle Closure Disease）とはPACGに加えて、隅角が閉塞しているあるいは閉塞するリスクが高いが、未だGONは発症していないPACGの前駆病変を含めた用語である。

古典的には緑内障は眼圧が異常に上昇する疾患と認知されていたが、近年、POAGでは眼圧は必ずしも高いわけではなく眼圧が正常な正常眼圧緑内障も多いと認識されるようになった。特に日本など東アジアではPOAGの大半が正常眼圧緑内障である^{1,2)}。したがって緑内障とは眼圧が高くなる眼の病気であると理解されていた古典的な概念は、今日では開放隅角緑内障においては通用しない。一方、閉塞緑内障は隅角の閉塞により眼圧が上昇するのが病気の発端であり、疾患の成り立ちから言って必ず眼圧の上昇を伴う。眼圧が異常に上昇する病気という古典的な緑内障の概念がストレートにあてはまる緑内障病型である。そして、閉塞隅角緑内障の病態においては隅角が閉塞しなければ眼圧は上昇しないので、緑内障の原因は明らかであり、それはすなわち隅角の閉塞である。したがって、PACDの診療においては隅角閉塞を正しく診断してこ

れを解消することが治療の第一義となる。

PACDは病初期に正しく診断して適切に治療すれば治癒させることが可能な緑内障病型である事を銘記されたい。

I. 疫学

20世紀後半に欧米で行われた複数のpopulation-basedの疫学調査では緑内障患者の約75%-95%がPOAGによるとされ、POAGの問題が浮き彫りとなった^{3,4,5,6)}。その一方、PACGはPOAGに比べて有病率が低く比較的稀な緑内障病型とされていた^{3,7,8)}。こうした疫学調査の結果、そしてレーザー周辺虹彩切開術（LPI:Laser Peripheraal Iridotomy）の普及もあって20世紀後半の一時にはPACGは概ね解決済みの緑内障病型であるという考えが先進国では共有されていたように思う。

一方では、グリーンランドやカナダのエスキモーでは白人の疫学調査と比較してPOAGの有病率が少なくPACGの有病率が非常に高く失明の大きな原因となっていることが示されており^{9,10)}、このことから人種的にエスキモーと同じモンゴロイドが居住するアジア地域での疫学調査の必要性が提議されるようになった¹¹⁾。

そして20世紀末から21世紀初頭にかけてアジアの各地で疫学調査が行われた結果、アジアにおいてはPACGの有病率が高くPACGはPOAGに比べて失明率が高いハイリスクな緑内障病型であることが明らかとなった¹²⁻¹⁹⁾。PACGの失明リスクはPOAGのそれの3倍²⁰⁾から5倍¹⁸⁾ともされ、アジアにおける失明の最大の原因とみなされるようになった。

幾多の疫学調査の結果から、PACG発症のリスク因子として、全身的には、高齢、モンゴロイド、女性、低身長、眼球については、遠視、短眼軸、浅前房などが知られている²¹⁾。

II. 分類

PACGは発症や病状進行の速度に基づく分類（急性、慢性）や隅角閉塞機序に基づく分類（瞳孔ブロック緑内障、プラトー虹彩緑内障）など、何に着目するかでいくつかの分類の方法がある。近年は、疫学調査で用いるためにInternational Society of Geographical and Epidemiological Ophthalmology (ISGEO) が提唱したAIGS (WGA) 分類²¹⁾が一般的である。これはPACGとその前駆病変を、原発隅角閉塞による眼圧上昇がありGONを発症しているPACG、そして隅角閉塞による眼圧上昇をきたしてはいるが未だGONは発症していないPrimary Angle Closure (PAC)、機能的な隅角閉塞はあるが器質的隅角閉塞は認めず、眼圧上昇もきたしていないPrimary angle

Closure suspect (PACS) の三つに分類したものである。これは原発隅角閉塞の natural history に即した病期分類と言える。この分類から派生して、急激かつ高度な眼圧上昇を来す場合には Acute PAC (APAC) という用語も使われ、眼圧の上昇が軽度もしくは中等度で慢性的な経過をとる場合には Chronic PAC (CPAC) あるいは Chronic PACG (CPACG) という用語も用いられる。また、こうした原発性の閉塞隅角の各病態を含める包括的な用語として“PAC”という呼称が一般に頻用されていたが、ステージ分類としての PAC と紛らわしいために、最近では、PACG、PAC、PACS の全てを含め原発性の閉塞隅角の各病態を包括する用語として原発閉塞隅角病 (PACD: Primary Angle Closure Disease) という用語が提唱され、定着しつつある。表1に AIGS 分類と本邦での分類の対応をまとめた。わが国における AIGS 分類への用語の対応は逐次的に行われたので、過去の文献などを読む際にはどの時期の用語を用いているのかに留意する必要がある。

Ⅲ. 隅角閉塞のメカニズム

古典的には PACG において隅角閉塞をきたすメカニズムはほとんど瞳孔ブロックであると考えられていたが²²⁾、UBM (超音波生体顕微鏡) 等の画像診断の登場により、瞳孔ブロック以外のメカニズムが関与する症例も決して少なくないことが認知されるに至った^{23,24)}。

そして 2006 年に上梓された AIGS 分類では隅角閉塞のメカニズムを4つ (瞳孔ブロック、プラトー虹彩形状、水晶体因子、悪性緑内障因子) (図) に分けることが提唱されており、これがグローバルスタンダードとなっている。このうち第4のメカニズム、悪性緑内障因子については、かつては続発閉塞隅角とみなされていた隅角閉塞メカニズムであるが、特段の他の要因がない場合には primary mechanism と見なされるようになった。PACD における悪性緑内障メカニズムを引き起こす解剖学的要因として、毛様体ブロック、潜在的な脈絡膜剥離ないしは脈絡膜容積の増大などがあげられている^{21,25)}。

これらの4つのメカニズムは実際の症例においては混在している場合が多く、複数のメカニズムが同時に作用してマルチメカニズムとして隅角閉塞をきたしている症例が大半を占める²³⁾。特に瞳孔ブロックについては瞳孔ブロック力の駆動力として瞳孔部における水晶体による虹彩の前方への圧排が主である。したがって、瞳孔ブロックメカニズムにはそもそも水晶体因子が常に背景にあると言える。これは後述する治療において水晶体摘出術の効果を考える際に考慮すべき点である。

Ⅳ. 診断

本病型の診断の要諦は隅角の閉塞の有無、あるいは閉塞するリスクを正しく判定することにある。PACG は必ず眼圧の上昇を伴う緑内障病型ではあるが、眼圧の変動は大きく、常に眼圧が高いわけではないので、診断を眼圧に頼ることはあってはならない。隅角および隅角をめぐる前眼部構造の評価が診断の決め手となる。

診断の手順としては、まずスクリーニング検査として細隙灯顕微鏡にて van Herick 法を行う。van Herick 法で AC/CT (前房/角膜厚) 比が 1/4 もしくは 1/3 以下であれば隅角鏡検査を行い、隅角所見が PACS か PAC に相当するかどうかを判定する (表1)。PACS もしくは PAC と判定されたら、さらに眼圧と眼底所見および視野を評価して上記の AIGS 分類 (表1) に従って PACS/PAC/PACG のいずれであるかを判定して診断と病期を確定する。

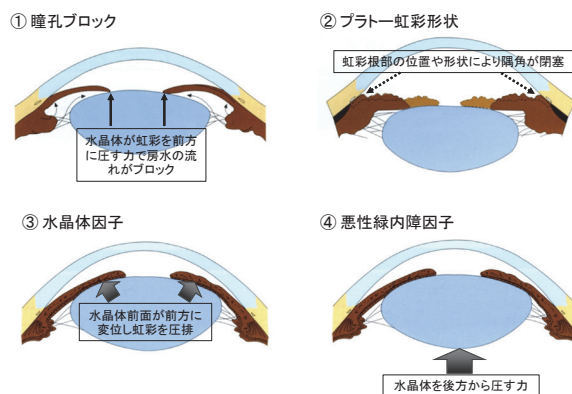
さらに治療方針を策定するにあたっては、個々の症例において隅角閉塞のメカニズム (図) を判定しておくことも重要である。診断に際しては、前眼部画像診断も行って隅角閉塞のメカニズムを判定しておくことが有用である。

表1. 原発閉塞隅角症の分類: 国際分類 (AIGS 分類) と対応する本邦の分類の変遷

AIGS分類 (Foster PJ, BJO 2002)	定義	緑内障診療ガイドライン・初版 (2003)	緑内障診療ガイドライン・第2版 (2006)	緑内障診療ガイドライン・第3版 (2012)	緑内障診療ガイドライン (2017)	緑内障診療ガイドライン・第5版 (2022)
Primary angle closure suspect (PACS)	隅角鏡検査にて、縦柱帯後部が270°以上広がって見えない。			原発閉塞隅角症疑い	原発閉塞隅角症疑い	原発閉塞隅角症疑い
Primary angle closure (PAC)	隅角鏡検査にて、狭隅角に起因する周辺虹彩癒着 (PAS)、高眼圧、および縦柱帯への著しい色素沈着等の所見を認める。Glaucomaflecken等、急性発作の既往所見を認める。	原発閉塞隅角緑内障	原発閉塞隅角症	原発閉塞隅角症	原発閉塞隅角症	原発閉塞隅角症
Primary angle closure glaucoma (PACG)	緑内障性視神経症を伴うPAC。		原発閉塞隅角緑内障	原発閉塞隅角緑内障	原発閉塞隅角緑内障	原発閉塞隅角緑内障

*近年、180°以上とするのが適切とする研究者や文献が増え、現在は180° (2象限) 以上とするのが標準となっている。

図. 隅角閉塞のメカニズム



V. 治療適応

上述の PACS/PAC/PACG の分類は PACD の病期分類でもある。病期が異なれば治療適応も異なるので、症例の病期に応じて治療適応を検討することが必要である。

PACS は機能的隅角閉塞の存在が想定されるが、未だ明らかな眼圧上昇は認めていない状態である。GON やその原因となる眼圧上昇等の病変そのものは始まっていない。2003 年に発表された PACS に対して経過観察を行った南インドの報告²⁶⁾では 5 年間に PACS の 22% (11/50 眼) が PAC へ進行し、この間に APAC 発症と PACG への進行はゼロと報告され、PACS は経過観察し PAC に進行したら治療とするのが妥当とディスカッションされている。PACS は原則として注意深く経過観察を行い PAC に進行すれば治療を検討するのが妥当ということになるが、この報告では APAC への進行はゼロとされているものの、実際には PACS から APAC を発症する場合もあり、リアルワールドではまた全ての症例に対して適切な経過観察ができるわけではないので、PACS が PAC あるいは PACG に進行するのが見逃されるリスクもある。したがって PACS と診断されれば全ての症例に対して APAC や PAC への進行を予防するために外科的治療を行うべきという考え方も有り得る。これについては、近年、2 つの randomized controlled trial (RCT) の結果が報告された。中国から報告された ZAP trial では PACS 眼を対象に無作為に片眼を LPI 治療、僚眼を経過観察として 6 年間の経過観察をおこなったところ、PAC ないし APAC の発症率は経過観察眼で多い傾向を認めたが、APAC の発症には統計学的有意差を認めず。PAC への進行についても眼圧上昇の頻度には有意差がなく、有意差を認めたのは PAS (周辺虹彩癒着) 形成のみであった。また PAC への進展する率は 1000 眼あたり LPI 眼で 4.19、経過観察眼でも 7.97 と低かった²⁷⁾。少し遅れてシンガポールから報告された RCT²⁸⁾もほぼ同様の結果で、これらの結果からどちらの報告においても、全ての PACS に一律に治療介入を行う事は推奨しないとの結論となった。

一方、PACS の中でも APAC の発症リスクが高い症例に対しては予防的治療が望ましいと考えられるが、APAC の発症リスクを予め見積もることは必ずしも容易ではない。1962 年に Lowe は APAC の僚眼を無治療で経過観察すると 50% で APAC を発症し、その約 3 分の 1 は 1 年以内での発症であったと報告しており²⁹⁾、伝統的に APAC の僚眼は予防的治療の適応とされてきた。一方、近年の前眼部画像診断機器の進歩に

伴い、前眼部の形状から APAC のリスクを見積もるという試みもある。前眼部 OCT (光干渉断層計) を用いた APAC 眼と僚眼の前眼部形状の比較検討において、中心前房深度の浅さが最も APAC 発症への関与が強く、APAC 発症眼では 1.63mm、僚眼は 1.91mm であったとのシンガポールからの報告がある³⁰⁾。日本人の PACD 眼を対象とした前眼部 OCT の検討では、APAC 発症の形態的リスクとして中心前房深度 1.7mm 未満という値が感度 82.4%、特異度 91.7% (area under the curve 0.931) をもって報告されている³¹⁾。現状では、PACS は原則として経過観察し、APAC の僚眼や著しい浅前房眼など APAC 発症リスクが高い症例に対しては治療介入を行うべきと考えるのが妥当であるが、その適応については十分なエビデンスがそろっていないとは言えない。

PAC は既に隅角閉塞による眼圧上昇をきたしている状態である。南インドで 5 年間の PAC の自然経過 (治療拒否) にて 28.5% が PACG に進行したと報告されており、これは既に LPI を施行されている症例も含まれているのでそれを除けば、36.8% (7/19 眼) が PACG へ進行したことになる³²⁾。PAC は原則として治療介入を行うべきと言える。ただし、後述するように治療の第一選択がレーザーや観血手術等侵襲を伴う治療であることを鑑みると、PACS 所見に加えて狭い範囲に PAS を認めるものの眼圧上昇を認めない PAC 症例についても直ちに手術を行うべきかについては必ずしもコンセンサスがあるとは言えない。

PACG は治療が必要。PACG は緑内障のサブタイプの中でも失明リスクが高い病型なので徹底的な治療が必要である。

VI. 治療方法

PACD の治療の第一義は隅角閉塞の解除あるいは閉塞を起こすリスクの除去である。この目的を達するためには原則として外科的な治療が第一選択となる。

隅角閉塞は機能的閉塞と器質的閉塞の二態に分けられるが、PACD においては機能的閉塞が先行し器質的閉塞に至ると考えられている³³⁾。したがって、機能的閉塞の解除が治療の第一義であり、これを達成する治療が原則として第一選択となる。

機能的隅角閉塞を引き起こすメカニズムは上述のように、瞳孔ブロック、プラトー虹彩形状、水晶体因子、悪性緑内障因子の 4 つに分類されている。PACD の隅角閉塞メカニズムは症例によって異なるが、複数のメカニズムが複合的に関与している場合が多い。治療方法の選択にあたっては、症例毎に異なる隅角閉塞のメ

カニズムに有効な方法を選択する必要がある。例えば、長年にわたって PACD の第一選択をされてきた LPI は瞳孔ブロックに対しては強力な治療方法であるが、プラトー虹彩メカニズムには理論的に無効である。したがって、瞳孔ブロックを伴わないプラトー虹彩メカニズムによる隅角閉塞に対して LPI を選択する合理性はない。

機能的隅角閉塞を解除する治療の選択肢としては、レーザー周辺虹彩切開、レーザー隅角形成、レーザー虹彩形成、観血的周辺虹彩切除、水晶体摘出、等が挙げられる。これらの治療法とその適応となる隅角閉塞メカニズムの対応を表 2 にまとめた。

表 2. 隅角閉塞メカニズムと有効な治療方法

	瞳孔ブロック	プラトー虹彩形状	水晶体因子	悪性緑内障因子
レーザー虹彩切開術	◎	×	×	×
レーザー隅角形成術	×～○	○	×	×
水晶体摘出術	◎	○	◎	×～?

◎: 著効、○: 有効、×: 無効

機能的隅角閉塞には複数のメカニズムが関わっている症例も多い。全ての隅角閉塞メカニズムに対してオールマイティに有効と言える治療方法はないが、現有オプションの中では水晶体摘出が狭隅角の開大効果が強力で³⁴⁾、カバーするメカニズムが多い。現状では、最もオールマイティに近い治療方法と言えよう。長年にわたって PACD のゴールドスタンダード治療とされてきた LPI 後も続く高眼圧症例に対しても水晶体摘出術の有効性が報告されている³⁵⁾。そうした報告を受けて症候性白内障を有する PACD に対しては水晶体摘出術が第一選択治療であると概ね認知されるに至っていたが、透明水晶体眼の PACD に対して水晶体摘出術を適用することの是非は議論の的であった。

しかし、その後 APAC に対する透明水晶体摘出と LPI を比較する RCT において水晶体摘出術の優位性が示され³⁶⁾、さらに近年、PACG と高眼圧を伴う PAC を対象に透明水晶体眼に対する LPI と水晶体摘出術の多国籍大規模 RCT の結果も発表され水晶体摘出術の優位性が示された³⁷⁾。また、水晶体摘出術後 10 年間にわたる長期の有効性も示されている³⁸⁾。今日において、PACG や眼圧の高い PAC など治療適応が明らかな PACD 症例に対しては水晶体摘出が第一選択治療と考えるべきであろう。

機能的隅角閉塞に対して適切な治療を行って機能的隅角閉塞メカニズムを解消しても器質的隅角閉塞が広

範に存在すれば眼圧の下降が得られない場合が多い。必要に応じて器質的隅角閉塞を解除する手術を追加するか、予め器質的隅角閉塞が広範に存在していることがわかっている症例では、機能的隅角閉塞を解除する手術と同時に器質的隅角閉塞を解除する手術を同時に行っても良い。器質的隅角に対する直接的な治療方法は伝統的に隅角癒着解離術が適用されてきた。広範な PAS を有する PACD 症例において水晶体摘出術を行う場合には、隅角癒着解離術を併用するのが良いと思われる。

機能的隅角閉塞と器質的隅角閉塞の両方を解除しても高眼圧が継続する状態を残余緑内障と呼ぶ。残余緑内障を来すメカニズムとしては、長年にわたる虹彩の線維柱帯への癒着あるいは接触によって線維柱帯が劣化して房水排出能が低下していることが想定されている。こうした症例に対しては、開放隅角緑内障への治療に準じて、トラベクトミー、トラベクレクトミー、緑内障チューブ手術、などの開放隅角メカニズムに対応する手術、あるいは緑内障点眼治療を行う必要がある。

上述の如く、PACD の治療は、機能的隅角閉塞の解除→必要があれば器質的隅角閉塞の解除→必要があれば残余緑内障に対する眼圧下降治療という順に進めるのが合理的である。ただし、既に GON が進行していて早急の眼圧下降が必要な症例では、機能的隅角閉塞解除の手術と同時にトラベクレクトミーなどの治療を併用することも考慮すべきであろう。

PACD の治療においては、原則として前述のように外科的治療が第一選択であり、薬物治療は副次的な治療法である。APAC のように可及的に速やかに眼圧を下降すべき時や、ただちには外科的治療を行えない場合などには薬物治療を行うが、薬物治療だけに頼って外科的治療による隅角閉塞の解除を行わなければ、GON は進行すると考えるべきである。PACD は早期に適切な治療を行えば、事実上の治癒に持ち込める病型なので、病状が軽いからと言って安易に薬物治療のみに頼ることは厳に慎むべきである。

ただし、薬物治療で例外となるものはプラトー虹彩形状に対する低濃度ピロカルピンの投与である。これはピロカルピンによる古典的な房水排出を促進する薬理作用ではなく、隅角を拡大することを期待する治療である。プラトー虹彩による隅角閉塞に有効なレーザー治療や水晶体摘出術の実施が難しい場合には第一選択となり得る。あるいはそれらの外科的治療のみでは十分な効果が得られない場合に併用して用いることもある。

おわりに

PACG は失明リスクが高い緑内障病型であるが、一方では、PACD の早期に適切に診断して治療適応がある症例に対して適切な治療を施せば治癒に持ち込める緑内障病型でもある。隅角閉塞を見逃さないこと、適切な治療を選択することあるいは選択出来る専門家に繋ぐことがとても重要な疾患であることを全ての医療従事者に銘記されたい。

文 献

- 1) Iwase A, Suzuki Y, Araie M, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese: the Tajimi Study. *Ophthalmology* 111 : 1641-1648, 2004
- 2) Cho HK, Kee C : Population-based glaucoma prevalence studies in Asians. *Surv Ophthalmol* 59 : 434-447, 2014
- 3) Graham P, Hollows F : Intra-ocular pressure, glaucoma and glaucoma suspects in a defined population. *Br J Ophthalmol* 50 : 570-586, 1966
- 4) Leibowitz HM, Kreuger DE, Maunder IR, et al : The Framingham Eye Study Monograph. *Surv Ophthalmol* 24 : 335-610, 1980
- 5) Viggosson G, Bjornsson G, Ingvason J G : The prevalence of open angle glaucoma in Iceland. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 64 : 138-141, 1986
- 6) Tielsch JM, Sommer A, Katz J, et al : Racial variations in the prevalence of primary open angle glaucoma: the Baltimore Eye Survey. *JAMA* 266 : 369-374, 1991
- 7) Bankes JLK, Perkins ES, Tzolakis S, et al : Bedford glaucoma survey. *Br Med J* 30 : 791-796, 1968
- 8) Bengtsson B : The prevalence of glaucoma. *Br J Ophthalmol* 65 : 46-49, 1981.
- 9) Arkill SM, Lightman DA, Sommer A, et al : The prevalence of glaucoma among Eskimos of NW Alaska. *Arch Ophthalmol* 105 : 482-485, 1987
- 10) Alsbirk PH : Early detection of primary angle-closure glaucoma. Limbal and axial chamber depth screening in a high risk population (Greenland Eskimos) . *Acta Ophthalmol* 66 : 556-564, 1988
- 11) Congdon N, Wang F, Tielsch JM : Issues in the epidemiology and population-based screening of primary angle-closure glaucoma. *Surv Ophthalmol* 36 : 411-423, 1992
- 12) Foster PJ, Baasanhu J, Alsbirk PH, et al : Glaucoma in Mongolia. A population-based survey in Hovsgol province, northern Mongolia. *Arch Ophthalmol* 114 : 1235-1241, 1996
- 13) Bourne RR, Sukudom P, Foster PJ, et al : Prevalence of glaucoma in Thailand: a population based survey in Rom Klao District, Bangkok. *Br J Ophthalmol.* 87 : 1069-1074, 2003
- 14) Yamamoto T, Iwase A, Araie M, et al : The Tajimi Study report prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. *Ophthalmology* 112 : 1661-1669, 2005
- 15) He M, Foster PJ, Ge J, et al : Prevalence and clinical characteristics of glaucoma in adult Chinese: a population-based study in Liwan District. *Guangzhou. Invest Ophthalmol Vis Sci* 47 : 2782-2788, 2006
- 16) Casson RJ, Newland HS, Muecke J, et al. Prevalence of glaucoma in rural Myanmar: the Meiktila Eye Study. *Br J Ophthalmol* 91 : 710-714, 2007
- 17) Wang YX, Xu L, Yang H, et al : Prevalence of glaucoma in North China: the Beijing Eye Study. *Am J Ophthalmol* 150 : 917-924, 2010
- 18) Sawaguchi S, Sakai H, Iwase A, et al : Prevalence of primary angle closure and primary angle-closure glaucoma in a southwestern rural population of Japan: the Kumejima Study. *Ophthalmology* 119 : 1134-1142, 2012
- 19) Kim YY, Lee JH, Ahn MD, et al : Angle closure in the Namil Study in Central South Korea. *Arch Ophthalmol* 130 : 1177-1183, 2012
- 20) Quigley HA, Broman AT : The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 90 : 262-267, 2006
- 21) Foster P, He M, Liebmann J : Epidemiology, classification and mechanism. In: Weinreb RN, Friedman DS (eds) . Angle closure and angle closure glaucoma. Netherlands: Kugler Publication, 1-20, 2006
- 22) Ritch R, Lowe RF : Angle closure glaucoma: Mechanisms and epidemiology. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T (eds) . the Glaucoma. St Louis: CV Mosby, 801-819, 1996
- 23) Wang N, Wu H, Fan Z : Primary angle closure glaucoma in Chinese and Western populations. *Chin Med J* 115 : 1706-1715, 2002.
- 24) Kurokawa T, Miyahara T, Kurimoto Y, et al : Plateau iris configuration encourages the risk of pupillary-block glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 43 1079, 2002

- 25) Quigley HA : Angle-closure glaucoma-simpler answers to complex mechanisms: LXVI Edward Jackson Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol* 148 : 657-669, 2009
- 26) Thomas R, George R, Parikh R, et al : Five year risk of progression of primary angle closure suspects to primary angle closure: a population based study. *Br J Ophthalmol* 87 : 450-454, 2003
- 27) He M, Jiang Y, Huang S, et al : Laser peripheral iridotomy for the prevention of angle closure: a single-centre, randomized controlled trial. *Lancet* 393 : 1609-1618, 2019
- 28) Baskaran M, Kumar RS, Friedman DS, et al : The Singapore Asymptomatic Narrow Angles Laser Iridotomy Study: Five-year results of a randomized controlled trial. *Ophthalmology* 129 : 147-158, 2022
- 29) Lowe RF. Acute angle-closure glaucoma: the second eye: an analysis of 200 cases. *Br J Ophthalmol* 46 : 641-650, 1962
- 30) Sng CCA, Aquino MCD, Liao J, et al : Pretreatment anterior segment imaging during acute primary angle closure: insights into angle closure mechanisms in the acute phase. *Ophthalmology* 121 : 119-125, 2014
- 31) Yoshimizu S, Hirose F, Takagi S, Fujihara M, Kurimoto Y : Comparison of pretreatment measurements of anterior segment parameters in eyes with acute and chronic primary angle closure. *Jpn J Ophthalmol* 63 : 151-157, 2019
- 32) Thomas R, Parikh R, Muliyl J, Kumar RS : Five-year risk of progression of primary angle closure to primary angle closure glaucoma: a population-based study. *Acta Ophthalmol Scand* 81 : 480-485, 2003
- 33) Kunimatsu S, Tomidokoro A, Mishima K, et al : Prevalence of appositional angle closure determined by ultrasonic biomicroscopy in eyes with shallow anterior chambers. *Ophthalmology* 112 : 407-412, 2005
- 34) Kurimoto Y, Park M, Sakaue H, et al : Changes in the anterior chamber configuration after small-incision cataract surgery with posterior chamber intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol* 124 : 775-780, 1997
- 35) Nonaka A, Kondo T, Kikuchi M, et al : Angle widening and alteration of ciliary process configuration after cataract surgery for primary angle closure. *Ophthalmology* 113 : 437-441, 2006
- 36) Lam DS, Leung D, Tham C, et al : Randomized trial of early phacoemulsification versus peripheral iridotomy to prevent intraocular pressure rise after acute primary angle closure. *Ophthalmology* 115 : 1134-1140, 2008
- 37) Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, et al : Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE) : a randomised controlled trial. *Lancet* 388 : 1389-1397, 2016
- 38) Sakai D, Yamamoto S, Yoshimizu S, et al : Ten-year outcomes of cataract surgery for glaucoma management in patients with primary angle-closure disease. *Jpn J Ophthalmol* 67 : 129-137, 2023