

わかり易い 眼科講座

緑内障 — 閉塞隅角緑内障と開放隅角緑内障 —

澤 充

日本大学名誉教授・(公財)一新会理事長

I. はじめに

緑内障は他の疾病との合併症による続発緑内障、発達緑内障および原発緑内障に分けられます。続発性緑内障は他に眼、全身または薬物による影響などと多岐にわたるので関係する病気について具体的に担当医から説明を受ける必要がありますので今回の解説の対象外になります。

原発緑内障は隅角の状態により開放隅角緑内障と閉塞隅角緑内障に分けられます。開放隅角緑内障はアイバンクジャーナル (Vol. 22-1) で解説しましたのでその内容と今回重複します。まず、閉塞隅角緑内障について解説をします。

II. 隅角とは？

隅角は解剖学的用語で虹彩（茶目）と角膜

（黒目、実際は透明）が合わさる部分（図1）を指します。この虹彩（中央に瞳孔がありその奥には水晶体があります。虹彩と角膜とで構成されるスペースを前房（解剖学用語では前眼房）と呼びます。この前房内には毛様体で産生される房水（生体の特殊な眼内液）が水晶体の表面と虹彩裏面で構成されるスペース（解剖名、後眼房（後房））を満たした後、瞳孔部分から前房内に移動し（（前）房水と呼ばれます）、隅角部（ここに線維柱帯という組織があります）から眼外に浸透、排出されます。

III. 閉塞隅角、開放隅角とは？

隅角は前述のごとく房水が眼外に排出されるルートとして重要な解剖学的部位です。この隅角が何らかの理由（後述）で閉塞してしまった状態を閉塞隅角と呼び、閉塞していない状態を開放隅角とよびます。この状態は細

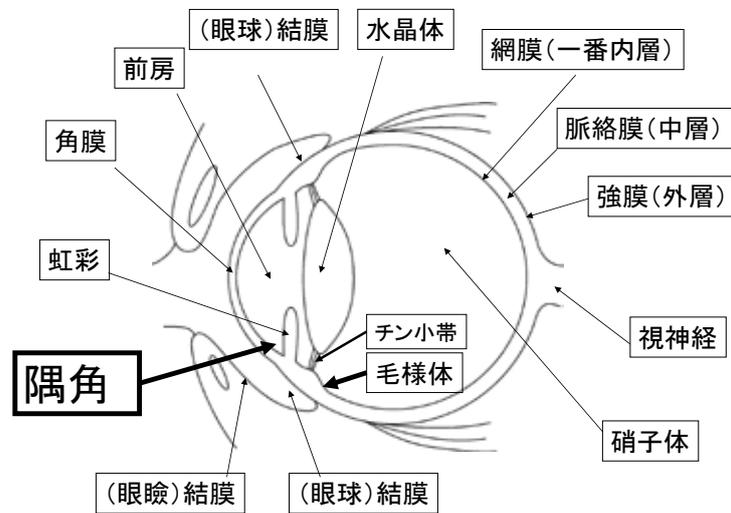


図1 眼球の断面像と解剖名

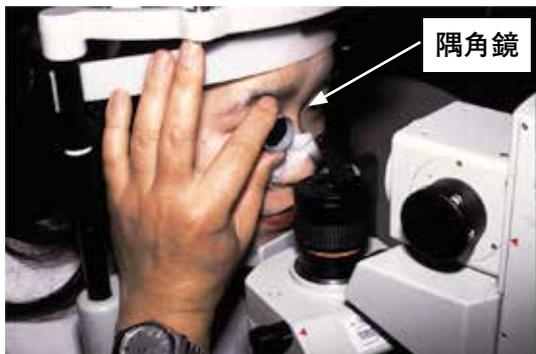


図2a 隅角鏡検査

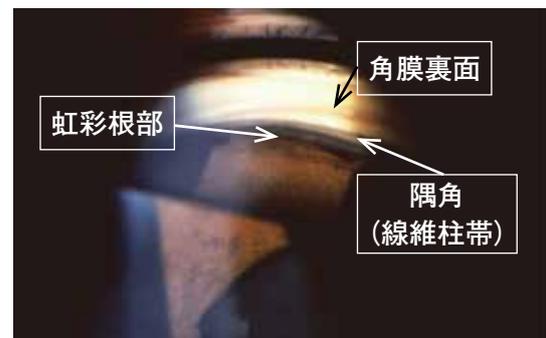


図2b 隅角鏡による隅角所見

隙灯顕微鏡を使用して角膜最周辺部で虹彩との距離をみる方法がありますが、これは隅角を直接観察できているわけではないので閉塞隅角であるのか否かを正確に判定することはできません。細隙灯顕微鏡を使用し、隅角鏡(図2)を併用することで隅角の閉塞やどのような程度に狭い隅角であるのかを判定することができます。隅角鏡は角膜に直接接触させて使用する必要があり、患者さんにとっては不快感があったり、眼心臓反射という特殊

な自律神経系の問題による心拍数の低下などが生じる可能性が僅かではありますが、あります。眼科医にとっては隅角鏡の使用法の熟知および観察された所見(隅角の開放度など)を評価できる能力が必要です。最近、前眼部光干渉断層装置が臨床に導入され、隅角の断面像(図3)が得られるようになりました。本装置を使用することで手術適応などの検討が容易になってきています。

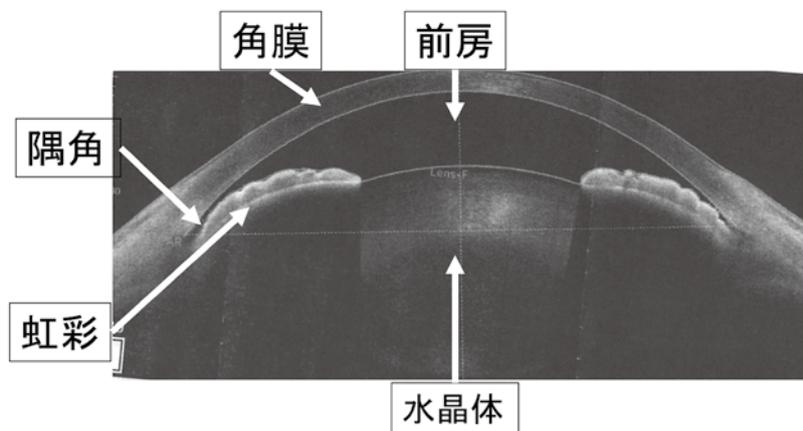


図3 前眼部光干渉断層計による画像（狭隅角例）

IV. 閉塞隅角緑内障

閉塞隅角緑内障には慢性と急性とがあります。

1. 慢性閉塞隅角緑内障

慢性閉塞隅角緑内障は眼圧がある程度高く、慢性に経過し視野などの変化がみられます。自覚症状に乏しい例もみられます。治療法は眼圧、水晶体（眼内での位置や白内障）および視野の状態を総合的に判定する必要があります。視野の状態を中心にして房水ろ過手術、眼内レンズ挿入術併用水晶体摘出術（眼圧測定値の低下が少しですが見られます）および緑内障点眼薬療法などが症状、所見によって個別に選択されます。

2. 急性閉塞緑内障

1) 病態と症状

急性閉塞緑内障では隅角からの房水の排出

が急に阻害される結果、房水の行き場がなくなり前房内に房水が充満し、眼圧が40 mmHg以上と（正常眼圧は10~20 mmHg）急激に高くなり、眼痛と頭痛が強く、視力も極端に低下します。これが急性緑内障発作と言われる症状で昔から、緑内障は急に失明する怖い病気と言われてきた状態のものです。急性緑内障発作の場合、結膜（白目）は充血し、角膜は浮腫（むくみ）で白濁します（このために視力が低下し、失明状態になります）。発作を起こした眼部は疼痛が強く、頭痛や吐き気を生じます。そのため救急搬送時に頭蓋内病変を疑われ、脳外科を受診する例もみられます。

2) 検査所見

発作は通常、片眼に生じますが、その僚眼（反対側の眼）も発作を生じる可能性が高いです（未発作眼）。発作眼の眼圧を測定すると高眼圧（40 mmHg以上）で触診でも発作眼は非常に硬い状態ですが、非発作僚眼は通

常の弾性です。結膜は強い充血（角膜辺縁に沿っての充血がつよい毛様充血と呼ばれる状態）があり、細隙灯顕微鏡検査では角膜に上皮と実質の浮腫による白濁と瞳孔の散大と対光反応の消失（瞳孔は光があたると瞳が小さくなり、光を当てた目のみならず僚眼に光を当てた場合でも瞳は小さくなります。これを対光反射・反応といいます）がみられます。また前房深度は浅くなり、その変化は非発作僚眼との比較で明瞭です。さらに瞳孔縁が水晶体に圧迫されることで虹彩色素が輪状に水晶体に沈着（これをボシウス輪：Vossius'ring と呼びます）したり、水晶体に混濁（これを Glaukom Fleck（ドイツ語）と称します）が生じる例があります。

3) 治療法

治療の目的は高眼圧状態を改善させることとなります。以下にあげる治療法が選択されますが、治療法は急性に隅角閉塞を生じた原因と治療技術により異なります。通常は入院治療が適応となります。

- ① 高浸透利尿薬点滴療法：血液の浸透圧を上げ、前房内に充満した房水を眼外に排出させる目的（浸透圧の高い方に液体（房水）が移動する性質を利用）の治療です。短時間に点滴を行うので心臓などに持病のある場合は要注意です。またこの治療法を何回も行うことには問題があります。
- ② 縮瞳薬点眼療法：ピロカルピン（縮瞳薬）点眼により縮瞳を図り房水の流れを促すことでの眼圧下降を目的とします。ただし、ピロカルピンは毛様体に作用し

てさらに隅角部を圧迫するリスクがあることがあるため、場合によっては次の③の散瞳点眼薬治療を選択します。

- ③ 散瞳点眼薬療法：毛様体の炎症による緊張や水晶体の前方移動による隅角閉塞の場合は散瞳点眼薬を使用します。以前は緑内障発作時の散瞳点眼薬は禁忌であり縮瞳点眼薬を使用するとなっていましたので散瞳点眼薬の適応は難しい判断を必要とします。したがって入院で点眼後の経過を診ることになります。散瞳点眼薬が奏功すると隅角閉塞が解除される例があります。
- ④ レーザーによる周辺虹彩切開術：①と②又は③で眼圧の下降が得られ、角膜浮腫の改善が得られた場合、アルゴン又はヤグレーザーによる虹彩周辺部切開を行います。これは発作時隅角の閉塞とともに虹彩が後房から前房内に押し出された状態であるために虹彩の周辺部を切開し、前房と後房とをつなぐバイパスルートをつくることで隅角の閉塞を解除し、眼圧を下げることを目的としたものです。レーザー治療方法が臨床応用される以前は角膜周辺部を切開し、その切開創を通して手術的に周辺部虹彩を切除する方法（観血的周辺虹彩切除術、フォングレーフェ（von Graefe）が開発した手術方法）が行われていました。レーザーによる周辺虹彩切開は角膜、虹彩に浮腫がある場合には視認性と組織の問題があるので難しい例がありますが、観血的周辺虹彩切除術はそうした治療時の解剖学的問題は軽度ですが、手術手技に習熟し

ていることが必要であるため、現在は殆ど行われません。

- ⑤ 水晶体摘出術+眼内レンズ挿入術：前房が浅く、角膜の状態が悪い（浮腫）状態での白内障手術は一般的な加齢白内障手術よりも難易度が高く、術中合併症もあり得ます。また、眼内レンズ挿入術併用水晶体摘出術が問題無く終了しても癒着した隅角の再建（部分的癒着も含む）が難しい例もあり、緑内障の薬物療法、さらには手術が必要となります。

4) 急性閉塞緑内障の予防は？

急性閉塞緑内障は隅角が狭い（狭隅角）状態が進行することで生じるので狭隅角症の状態が発作を予防することが大事です。

狭隅角症のリスク要因

- ① 遠視の中老年女性にリスクが高く、夜間（睡眠時）に眼が重いなどの自覚例。これは夜間瞳孔が開くことで隅角が狭くなり一時的に眼圧上昇が生じていることが考えられます。
- ② 水晶体の前方移動例
- ③ 膨潤白内障
- ④ 急性閉塞性緑内障発作例の僚眼

5) 眼科での検査

眼科では④は要注意として必ず隅角の検査を行います。①から③については視力が良く眼圧が正常範囲内（10～20 mmHg、多くは15 mmHg以下のことも多い）の場合、隅角検査まで行われず、もしくは隅角閉塞のリスクを考慮しつつも積極的な治療に至らない例もあります。

注意を要する点としては糖尿病網膜症などで眼底検査のために散瞳を必要とする場合、または全身処置として緑内障には要注意とされる薬物などの使用が挙げられます。

6) どのような対応があるのか？

対応としては①経過観察、②レーザーによる周辺虹彩切開、③眼内レンズ挿入術併用水晶体摘出術があります。

- ① 経過観察：眼圧上昇が生じた場合に処置ができる状態でネオシネジン、またはトロピカミド（ミドリリンP[®]）点眼を行い、点眼前後での眼圧の変動を検査する。点眼により散瞳よりも縮瞳フェーズで眼圧が上昇することがあるのでその間、経過を診て貰う必要があります。点眼前後での眼圧の上昇がない、隅角は点眼後広くなる例は経過観察で良いです。
- ② レーザーによる周辺虹彩切開：①の処置のリスク等が想定される場合、視力および眼圧が正常範囲例などが対象となります。ただし、現在は頻度が低下したが、レーザー処置後、数年以上経過して角膜内皮細胞密度の低下による水疱性角膜症を生じる例があります。
- ③ 水晶体摘出+眼内レンズ挿入術：白内障手術の成功率が高くなり、隅角を開大させる効果が最も高い（図4）。したがって、白内障が軽度で視力が良い場合でも本術式が適応とされることが多いです。遠視が強い症例では遠方、近方視に不自由があるので左右眼の屈折度のバランスを考慮し、生活様式に合わせて術後に正視または軽度近視になるように眼内レン

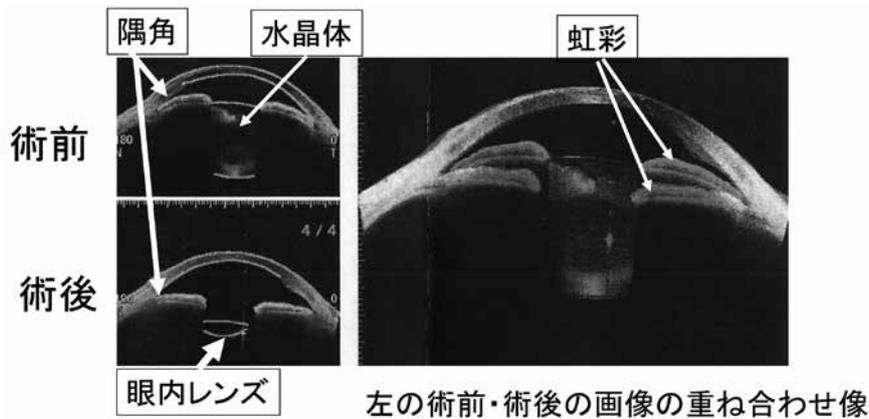


図4 狭隅角症に対する眼内レンズ挿入術併用白内障手術例 (77歳女性)

ズの度数の選択により、いわば屈折矯正手術としての役割を担う例もあります。

ただし、水晶体の前方移動例では水晶体を支えているチン氏帯が脆弱である例が多く、通常に加齢白内障、眼内レンズ挿入とは異なる注意が術中に必要です。また白内障手術では5,000から10,000例に1例に術中合併症があることにも留意する必要があります。

V. 原発開放隅角緑内障

(本稿は前述のごとくアイバンクジャーナル Vol. 22-1の内容と重複しています。)

1. 頻度と種類

開放隅角緑内障は40歳以上の約5%にみられるとされ、かつその約7割は眼圧が正常範囲内とされます。

これらの中には正常眼圧を超えるものの視野には変化がない高眼圧症と分類されるものがあります。視野に変化がない場合でも現在広く使用されている静的量的視野計では検出できないレベルの視野変化がある可能性も考

えられています。

2. 原因

原因は視神経の圧迫(機械的障害)と循環障害とが考えられています。家族性にみられる例があり、遺伝子レベルで解明されているものもあります。

3. 診断

診断は眼圧と視神経乳頭の形状(陥凹)をもとに視野の検査結果を基に診断を確定と病期の評価をします。

眼圧測定装置は圧平眼圧計(ゴールドマンアプラネーショントノメータ(Goldmann Applanation Tonometer®)(図5))と非接触型眼圧計(non-contact tonometer)とがありますが、通常的眼では圧平眼圧計のほうが精度が高いため、これによる測定値(正常範囲10~20 mmHg)を診断に使用します。

視神経乳頭陥凹は眼底検査で診断されますが(図6)、場合によっては網膜光干渉断層計で評価します。緑内障眼では網膜視神経層の菲薄化が網膜光干渉断層計で見られます



図5 ゴールドマン細隙灯顕微鏡と眼圧計

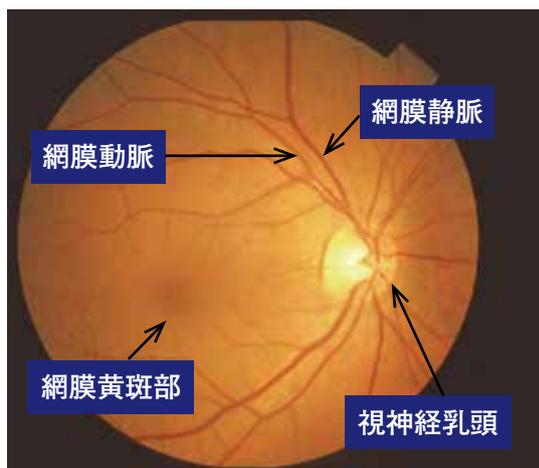


図6a 眼底写真像

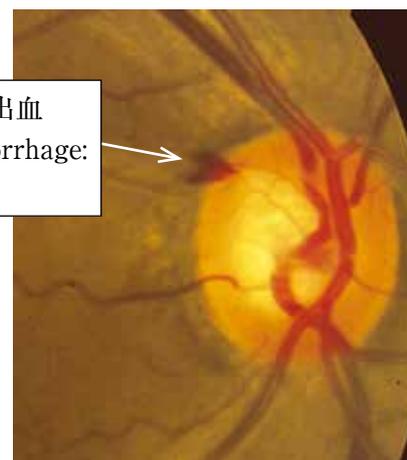


図6b 正常眼圧緑内障
(視神経乳頭陥凹拡大と乳頭上出血)

が、網膜光干渉断層計での網膜の菲薄化は緑内障の傍証として考えるのが妥当です。

視野検査は静的量的視野計（図7）で行います。これは物を認識するのに重要な役割を担っている眼底中央の網膜定点での感度を測定するものです。すなわち同世代、同性の網膜感度との差（低下）を測定するもので、いわば正常者では40ワットの明るさで認識できるのに対し、60ないし80ワットの明るさ

でないと光が認識できない状態を測定（確率で示される）するもので、早期の網膜感度の異常を検出するものです。そのうえで測定点が網膜神経線維の走行に一致して感度低下を示す程度により緑内障の診断および程度判定を行います（図8）。

4. 病期と治療方針

開放隅角緑内障は臨床では早期、中期、進



図7 自動静的量的視野計 (ハンフリー視野計)

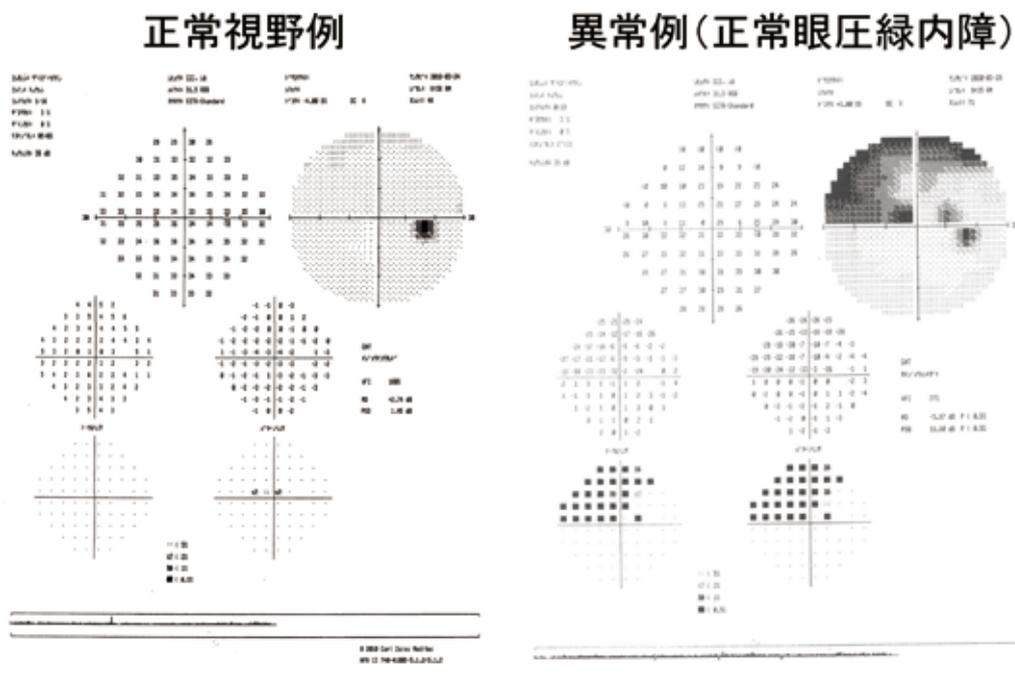


図8 静的視野検査結果

行期例などにわけられます。早期は点眼薬療法での経過観察となります。中期は眼圧と視野の進行度により、点眼療法に手術療法（線維柱帯切開術、線維柱帯切除術または近年 Minimally invasive glaucoma surgery (MIGS)（低侵襲緑内障手術）など）が適応

になります。高度進行例では手術療法により可能な限り眼圧を低下させ、併せて点眼薬療法が併用されますが中期と同様に手術の適応には高度の専門的判断が必要となります。

5. 治療法

緑内障の治療法としては前述のように薬物療法と手術療法とにわけられますが、手術療法はその適応と術式とを個別かつ具体的に考慮する必要がありますので本稿では割愛致します。

薬物療法としては点眼薬と内服薬とがありますが、現在は点眼薬が主体ですので点眼薬の効能等を中心に記載します。点眼薬としては効能（作用）を基に眼圧下降効果を高める目的で2種類以上または配合薬（異なる効果を有する点眼薬を混合した点眼薬）が処方される場合があります。

点眼薬使用で大事なことは処方に従って使用すること以外に点眼の方法があります。緑内障点眼薬以外の点眼薬と併用する場合や複数の緑内障点眼薬が処方された場合、原則として点眼薬の順番は問わないですが、点眼と点眼の間隔を原則として5分以上あけることが重要で、点眼薬の効果を最大限に活用することができます。

これは、点眼薬は一旦涙液と混じり、その後、角膜上皮を介して眼内に移行することで効果を発揮し得るとの薬物動態理論が関係しています。眼表面に貯留可能な液体量（涙液を含めて）は約30マイクロリットル（ μL ）です。点眼薬1滴は点眼薬によって異なりますが25または50 μL です。すなわち、50 μL の点眼薬を1滴点眼すると約20 μL は眼外に漏出（鼻涙管などを介して鼻腔内などへ）することになります。異なる点眼薬を同時に点眼すると合計100 μL になり、70 μL 、点眼量の約7割は眼内に到達できない、すなわち点

眼薬の効果が得られないということになります。

次に重要なことは薬理効果が点眼薬により異なることです。どんな薬物でも同じですが、同じ薬理効果の薬物を併用する場合には併用することの意味がなければならず、併用する場合は薬の効果の相乗効果以外に互いの効果の減弱や副作用が強くなるなどの問題を考慮する必要があります。

緑内障の場合、視神経、網膜視細胞を保護できると良いのですが、こうした効果を明確に有するとされる点眼薬はないと言えます。そのために眼圧を低下させるのが点眼薬の効果です。

房水は前述のように毛様体で産生され、後房から前房に移動し、眼外に排出されます。この排出経路は①隅角の強膜側にある線維柱帯からシュレム管経路（主経路）と②ブドウ膜強膜経路（副経路）の2経路があります。

したがって、点眼薬としては①房水の産生抑制と②主経路、副経路を介しての排出促進のいずれかまたは両者に効果を有するものが現在、臨床で処方されています。

表1はやや専門的になりますが緑内障薬の効能の分類です。これらの異なる薬効の代表的な点眼薬2種類を組み合わせることでより相加的な眼圧下降効果を得るためと点眼回数を減らすことで薬物の使用法を遵守しやすく（アドヒアランスを高める）する目的の点眼薬が配合薬です。

一方で薬物は効能とともに副作用（不具合）に注意を払う必要があります。表1、2からわかるように緑内障点眼薬としては交感神経 β 遮断薬とプロスタグランジン誘導薬が

表1 薬効による緑内障の分類

房水産生抑制薬
交感神経β受容体遮断薬
炭酸脱水酵素阻害薬
交感神経α2受容体刺激薬
房水流出促進
主経路（線維柱帯－シュレム管経路）
副交感神経刺激薬
Rhoキナーゼ阻害薬（ROCK阻害）
副経路（ぶどう膜強膜流経路）
プロスタグランジン誘導薬
交感神経α2受容体刺激薬
交感神経α1受容体遮断薬

表2

配合点眼薬	点眼薬の組合わせ			
プロスタグランジン誘導薬 + 交感神経β遮断薬	ラタノプロスト チモロール	ラタノプロスト カルテオロール	トラボプロスト チモロール	タフルプロスト チモロール
炭酸脱水酵素阻害薬 + 交感神経β遮断薬	ドルゾラミド チモロール	プリンゾラミド チモロール		
交感神経α1受容体遮断薬 + 炭酸脱水酵素阻害薬	ブリモニジン プリンゾラミド			

広く使用されています。交感神経β遮断薬の代表的な不具合は喘息の既往の有る場合、点眼でも喘息を誘発するリスクがあります。単一点眼薬の場合は交感神経β遮断薬であることを容易に知ることができますが、配合点眼薬の場合は表2に示すように多くの例で交感神経β遮断薬が含まれていますので喘息の既往の有る場合は避けること、もしくは十分な注意が必要です。プロスタグランジン誘導薬は点眼薬により異なりますが、点眼時結膜充血（7%）眼瞼への色素沈着（3%）、睫毛（まつ毛）の異常（太く長くなる）（1%）、上眼瞼の菲薄化などが報告されています。

VI. おわりに

原発緑内障には閉塞隅角緑内障と開放隅角緑内障があります。閉塞隅角緑内障は発作的に眼圧上昇を生じ視力障害を生じる可能性があります。リスク因子に該当する場合は検査をもとに発作を回避することができます。開放隅角緑内障は40歳以上の方に無症状で視野に異常がある例があります。したがって眼科での一般的検査に加え必要に応じて視野検査を受けることが勧められます。

ご高閲いただいた山本哲也岐阜大学名誉教授および手術いただいた山上聡日本大学医学部教授に感謝申し上げます。