

第3章 緑内障の検査

I 問 診

初診時の問診は、緑内障診療において基本的かつ重要な検査である。詳細な問診は、緑内障の診断および管理方針決定に際して必要不可欠である。続発緑内障の可能性を考慮するためには、眼の外傷、炎症、手術、感染症などの既往歴の他、全身疾患の既往歴や薬物治療歴についても聴く必要がある。また、自覚症状の問診も重要で、霧視、虹視症、眼痛、頭痛、充血などは急性緑内障発作の既往を疑わせる。さらに、家族歴の聴取も重要で、特に緑内障の家族歴を有する例では、血縁者の視機能障害について聴くことが望ましい。他医における眼圧、眼底、視野など診断および治療に関する情報があれば、できるだけ利用すべきである。

1. 眼 痛

急性緑内障発作などで眼圧が著明に上昇した場合、強い眼痛が突然自覚されることが多い。一般に、眼圧が正常値から著しい高値まで急激に上昇した際に強い眼痛が自覚される。眼痛は、角膜上皮障害、ぶどう膜炎における毛様体の刺激などでも起こり得る。

2. 頭 痛

急性緑内障発作では、急激な眼圧上昇に伴い、吐気、嘔吐を伴った頭痛がみられ、視力低下、羞明、虹視症などを伴う。

3. 霧 視

著明な眼圧上昇に伴う角膜浮腫やぶどう膜炎による続発緑内障などでは、霧視が自覚されることがある。

4. 視 野 欠 損

緑内障の初期では、視野検査で視野異常が検出された場合であっても、視野異常が自覚されないことが多い。患者が視野異常を自覚した場合、視神経障害あるいは視野障害がすでに相当進行していることが多い。

5. 充 血

充血は、急性緑内障発作の他、ぶどう膜炎による続発緑内障、血管新生緑内障、水晶体融解緑内障などの各種続発緑内障において自覚される。

II 細隙灯顕微鏡検査

細隙灯顕微鏡検査は、緑内障診療において基本的な検査である。本検査では、角結膜、前房、虹彩、水晶体などを観察するが、補助レンズの併用により、隅角や眼底を観察することができる。

1. 角 結 膜

角膜浮腫は急性緑内障発作などで眼圧が著明に上昇した場合にみられるが、虹彩角膜内皮 (ICE) 症候群などの角膜内皮障害を伴う続発緑内障では眼圧が正常範囲内に

あっても角膜浮腫がみられることがある。レーザー治療 (特にレーザー虹彩切開術) または手術治療後に水疱性角膜症を併発することがあり、注意が必要である。早発型発達緑内障では、眼圧上昇に伴う眼球の膨張により、Haab 線と呼ばれる Descemet 膜破裂がみられることがあり、角膜内皮上の蛇行した隆起線として観察される。この他、ぶどう膜炎による緑内障では角膜後面沈着物、色素緑内障や色素散布症候群では角膜後面に紡錘状の色素沈着 (Krukenberg spindle) がみられることがある。

2. 前 房

原発閉塞隅角緑内障の診断において、細隙灯顕微鏡検査による前房深度のスクリーニングは簡便かつ有用である。日本人は欧米人に比して、浅前房の頻度が高いことが知られている。van Herick 法は、角膜厚と周辺部前房深度を比較することにより、隅角の広さを推定する方法である。プラトー虹彩緑内障では、前房深度がほぼ正常にもかかわらず狭隅角や隅角閉塞がみられるため、その診断には、細隙灯顕微鏡検査による前房深度の評価のみでは不十分であり、隅角鏡検査が必須となる。

1) van Herick 法

細隙灯顕微鏡のスリット光束と観察系との角度を 60 度として、スリット光束を角膜輪部に対して垂直に当て、周辺部前房深度と角膜厚を比較することにより、隅角の広さを推測する方法である。

Grade 1: 前房深度が角膜厚の 1/4 未満

Grade 2: 前房深度が角膜厚の 1/4

Grade 3: 前房深度が角膜厚の 1/4~1/2

Grade 4: 前房深度が角膜厚以上

3. 虹 彩

通常、虹彩は平坦あるいは軽度前方へ膨隆した形状を呈する。虹彩が著しく前方へ膨隆している場合、瞳孔ブロックの存在が疑われる。虹彩の異常所見として、虹彩と角膜または隅角線維柱帯との前癒着、水晶体との後癒着、虹彩の血管新生、虹彩萎縮、虹彩結節などがあげられる。

4. 水 晶 体

緑内障と関連する水晶体異常として、水晶体の大きさや形状の異常 (膨化水晶体、球状水晶体など)、水晶体の位置異常 (水晶体脱臼、水晶体亜脱臼など) などがあげられる。水晶体の位置異常には、毛様小帯の異常 (先天異常、外傷、落屑緑内障など) が関与するものがある。水晶体の位置異常、白内障進行による水晶体厚増加などは、隅角閉塞の原因となり得る。成熟あるいは過熟白内障では、水晶体物質の流出を伴い、水晶体融解性緑内障を併発することがある。水晶体前面の観察も重要で、レーザー虹彩切開術や周辺虹彩切除術後に水晶体前面と

虹彩に虹彩後癒着が起こることがある。落屑緑内障では、水晶体前面や瞳孔縁などに特徴的な白色物質の沈着がみられる。

III 眼圧検査

1. 眼 圧

多数例を対象とした調査結果により、眼圧値の分布は、高い値への歪みを示し、完全な正規分布を示さない。正常眼圧の平均値(±標準偏差)は 15.5(±2.6)mmHg 前後であり、統計学的に求めた正常眼圧の上限値は約 21 mmHg とされてきた。しかし、これらの値は欧米人を対象とした調査結果に基づいたものである。眼圧に関連する因子として、年齢、性別、屈折、人種、体位、運動、眼瞼および眼球の運動などがあげられ、また、種々の薬物が眼圧に影響を与える。眼圧には日内変動があり、眼圧は朝方に高いことが多いが、個人によりパターンは異なる。また、眼圧には季節変動があり、一般に眼圧は冬季に高く、夏季に低いことが知られている。

2. 眼 圧 計

Goldmann 圧平眼圧計は、臨床的に最も精度が高く、緑内障診療において標準的に使用されるべき眼圧計である。Goldmann 圧平眼圧計では、Schiotz 眼圧計に代表される圧入眼圧計とは異なり、測定値が眼球壁硬性の影響を受けにくいという利点がある。Tonopen や Perkins 圧平眼圧計は座位でも仰臥位でも眼圧測定が可能なポータブルな眼圧計である。非接触型眼圧計は測定手技が簡単であるが、スクリーニング目的に限定して使用されるべきである。角膜が薄いと眼圧が低く測定されることが知られており、レーザー屈折矯正角膜切除術(PR-K)やレーザー角膜内切削形成術(LASIK)などレーザー屈折矯正手術後の眼圧測定値の解釈には十分な注意が必要である。

IV 隅角鏡検査

1. 隅 角

隅角鏡検査は、緑内障診療において必要不可欠である。特に閉塞隅角緑内障眼あるいは狭隅角眼においては、中等度の散瞳により、急性緑内障発作が誘発される危険があり、瞳孔径に影響を与える薬物の使用には注意が必要である。隅角鏡検査では、Schwalbe 線、線維柱帯、強膜岬、毛様体帯などの隅角を構成する各部位を正しく認識することが重要である。病的な隅角鏡所見として、糖尿病網膜症、網膜静脈閉塞症、内頸動脈閉塞症などの眼虚血性病変では、隅角に新生血管がみられることがある。生理的にも隅角に血管が観察されることがあるが、血管は同心円状または放射状の規則的な走行を示す。病的な新生血管は、不規則な曲がりくねった走行をとり、多数の分枝を示すことが多く、周辺虹彩前癒着を伴うこともある。また、活動性のぶどう膜炎では、隅角

に炎症性滲出物としても結節がみられることがあり、周辺虹彩前癒着を伴うこともある。

1) Schwalbe 線

Schwalbe 線は Descemet 膜の終わる部分に相当して存在し、前房内に突出する隆起としてみられる。

2) 線維柱帯

Schwalbe 線と強膜岬の間に線維柱帯と Schlemm 管が位置する。線維柱帯の中央から強膜岬側は、機能的線維柱帯に相当し、色素帯として観察される。落屑緑内障、色素緑内障、色素散布症候群などでは、線維柱帯に著明な色素沈着がみられることが多い。特に落屑緑内障眼では、Schwalbe 線前方に波状の著明な色素沈着がみられることがあり、これを Sampaolesi 線と呼ぶ。

3) 強膜岬

強膜岬は毛様体帯と線維柱帯の間の白い線として観察される。しばしば虹彩突起がその表面にみられる。発達緑内障眼では、虹彩が強膜岬より前方に付着しており、強膜岬が観察できないことがある。

4) 毛様体帯

毛様体帯は毛様体の前面に相当し、灰黒色の帯として観察される。

2. 隅角の観察方法

隅角鏡検査には直接法と間接法があり、隅角鏡は直接型隅角鏡と間接型隅角鏡に分けられる。直接型隅角鏡として Koeppe レンズなどがあり、間接型隅角鏡として Goldmann 隅角鏡や Zeiss 四面鏡などがある。

3. 圧迫隅角鏡

圧迫隅角鏡検査は、単なる狭隅角あるいは機能的閉塞と周辺虹彩前癒着による器質性閉塞との鑑別に有用である。圧迫隅角鏡では、角膜に接触する部位が小さく平坦にできており、角膜中央部を軽く圧迫して水晶体と虹彩面を押し下げることにより、隅角を観察する。単なる狭隅角眼や機能的閉塞眼では、本操作により隅角が開大するが、器質性閉塞眼では閉塞部位で隅角が開大しない。圧迫隅角鏡検査は、閉塞隅角緑内障の病態を正確に把握するための有用な検査である。

4. 隅角所見の記載法

1) Shaffer 分類

Grade 0: 隅角閉塞が生じている(隅角の角度: 0 度)

Grade 1: 隅角閉塞がおそらく起こる(隅角の角度: 10 度)

Grade 2: 隅角閉塞は起こる可能性がある(隅角の角度: 20 度)

Grade 3~4: 隅角閉塞は起こり得ない(隅角の角度: 20~45 度)

2) Scheie 分類

Grade 0: 開放隅角で隅角のすべての部位が観察できる

Grade I: 毛様体帯の一部が観察できない

Grade II : 毛様体帯が観察できない

Grade III : 線維柱帯の後方半分が観察できない

Grade IV : 隅角のすべての部位が観察できない

5. 補助診断に有用な検査機器

超音波生体顕微鏡は、隅角を含めた前眼部組織の微細構造を断面として観察することができる診断機器で、緑内障診断における有用性が報告されている。

V 眼底検査

1. 視神経乳頭と網膜神経線維層

緑内障診断において、視神経乳頭あるいは網膜神経線維層の形態学的変化の検出はきわめて重要である。視神経乳頭や網膜神経線維層の障害所見は、緑内障の病期と関連するが、しばしば視野異常の検出に先立って検出される。特に正常眼圧緑内障では、眼底検査による視神経障害所見の検出が疾患の発見のきっかけとなることが少なくない。眼底検査による視神経所見の観察は、視神経乳頭陥凹を三次元的に観察する立体的観察が推奨されるが、そのためには、細隙灯顕微鏡と補助レンズ(非接触型レンズや Goldmann 3 面鏡など)を用いた方法が簡便かつ有用である。

1) 視神経乳頭陥凹/乳頭径(C/D)比

C/D 比が 0.7 以上の割合は、人口の 1~5% にすぎない。緑内障では、視神経障害の進行に伴って、視神経乳頭陥凹が拡大するが、拡大は耳鼻側に比して上下側に優位に生ずる。健常眼の C/D 比は、両眼で対応することが多く、C/D 比の左右差は、健常者で 0.2 以内であり、0.2 を超える左右差は正常者の 1% にみられるにすぎない。したがって、C/D 比の左右差が大きい場合、緑内障である可能性が高くなる。C/D 比は、視神経乳頭の大きさや屈折により影響されるため、その評価は慎重に行う必要がある。緑内障では、saucerization(浅い皿状の視神経乳頭陥凹拡大)、notching(視神経乳頭辺縁部の局所的な狭細化)、laminar dot sign(視神経乳頭篩状板孔の露出)などの所見も重要となる。

2) 網膜血管走行

緑内障の進行に伴う支持組織の消耗とともに乳頭上の網膜血管は鼻側へ偏位する。

3) 視神経乳頭出血

視神経乳頭出血の頻度は、健常者では 0~0.21% であるのに対して、緑内障患者では 2.2~4.1% とされている。特に正常眼圧緑内障では、その頻度が高い(40% くらいまで)。視神経乳頭出血は、耳下側に好発し、網膜神経線維層または視神経乳頭の変化、視野異常の出現または進行に先行してみられることが少なくない。視神経乳頭出血は、健常者では稀であることから、視神経乳頭出血がみられた場合、特に反復してみられた場合は、病的意義が高い。

4) 視神経乳頭周囲網脈絡膜萎縮

緑内障における視神経乳頭周囲網脈絡膜萎縮は、健常者に比して高頻度で、面積も大きいことが報告されている。特に視神経乳頭に隣接した網膜色素上皮の脱色素や強膜の透見などで特徴づけられるいわゆる zone β が定量性に優れており、緑内障の発症と進行に関連するとの報告がある。

5) 網膜神経線維層欠損

緑内障では、視神経軸索の消失に伴い、視神経乳頭周囲部に網膜神経線維層欠損が生じる。網膜神経線維層欠損は、その程度により櫛の歯状から楔形まで多様な形状を呈し、色調が暗い領域として観察される。一般に、びまん性の欠損は局所性の欠損に比して検出されにくい。網膜神経線維層欠損が検出された場合、緑内障性視神経障害あるいは他の網膜視神経疾患の存在が強く推定される。

2. 眼底所見の記録

カラー眼底写真撮影は、視神経所見を他覚的に記録することができ、緑内障診療において有用である。同時立体眼底カメラを用いた眼底写真撮影は、視神経所見の立体的観察も可能で、有用である。

3. 補助診断に有用な機器

Heidelberg Retina Tomograph(HRT), GDx Nerve Fiber Analyzer(GDx), Scanning Laser Ophthalmoscope(SLO), Optical Coherence Tomograph(OCT)などの診断機器では、視神経乳頭あるいは網膜神経線維の変化を定量的に評価することが可能であり、緑内障診断における有用性が報告されている。

VI 視野検査

1. 視野

正常視野は、横長の楕円形をしており、固視点に対して、上側と鼻側で 60 度、下側で 70~75 度、耳側で 100~110 度程度である。視野計測の手法として、動的計測と静的計測の 2 つがある。視野計では、視標の明るさは apostilbs(asb)の単位で表示される。1 asb は、0.3183 candela/m²(0.1 millilambert)に相当する。

2. Goldmann 視野計

Goldmann 視野計は、国際的にも標準的に用いられている視野計である。背景輝度は 31.5 asb、視標と被検眼の距離は 30 cm に設定されている。視標サイズは、0(1/16 mm²)、I(1/4 mm²)、II(1 mm²)、III(4 mm²)、IV(16 mm²)、V(64 mm²)で、視標の明るさは、1a(12.5 asb)から 4e(1,000 asb)までである。通常、V/4e、I/4e、I/3e、I/2e、I/1e の設定を用いて計測を行う。本視野計による動的視野計測では、検者が視標を動かしていくつかイソプターを描く。熟練した検者による場合、精度の高い結果を得ることができる。

3. 静的視野

一般に、静的視野計測は、動的視野計測に比して、初期緑内障における視野異常の検出に鋭敏である。視野計として Humphrey 視野計や Octopus 視野計が最も普及している。静的視野の感度には、デシベル表示が用いられている(1 decibel (dB) = 0.1 log Unit)。0 デシベルは、最も明るい光刺激であるが、装置間で統一されていない。例えば、Humphrey 視野計の 0 デシベルは、Octopus 視野計の 0 デシベルとは輝度が異なるので注意が必要である。検査結果には、眼瞼下垂、屈折異常、中間透光体の混濁、瞳孔径、加齢などが影響する。固視の状態、偽陰性と偽陽性の出現頻度、短期変動などが検査結果の信頼性を評価するうえで有用な指標となる。また被験者の経験は重要で、一般に初回の検査結果はそれ以降の結果よりも信頼性が低い。検査結果は、実測閾値、グレースケール(実測閾値の灰色濃淡表示)、トータル偏差(年齢別正常値からの偏差)、パターン偏差(被検者の予測正常視野からの偏差)などで示される。

1) Humphrey 視野計

中心 24-2 または中心 30-2 プログラムが通常用いられる。背景輝度は 31.5 asb、刺激時間は 0.2 秒、刺激強度は 0~50 dB で最大刺激は 10,000 asb である。

(1) 信頼性の指標

i. 固視状態

Mariotte 盲点に視標を呈示して応答があった場合を「固視不良」として評価する。「固視不良」の割合が 20% を超えると、信頼性が低いと判断され、XX と表示される。

ii. 偽陽性率

視標を呈示していないのに、応答があった場合を「偽陽性」として評価する。この割合が 33% を超えると、信頼性が低いと判断され、XX と表示される。

iii. 偽陰性率

応答が確認された部位において、高輝度の視標を呈示しても応答のない場合を「偽陰性」として評価する。この割合が 33% を超えると、信頼性が低いと判断され、XX と表示される。

2) Octopus 視野計

Octopus 1-2-3, 300 series は、中心 30 度内視野が測定可能な自動視野計で、ダイレクトプロジェクション方式によりコンパクトな設計となっている。Octopus 101 は投影式自動視野計で全視野における静的および動的測定が可能である。標準の測定条件は、背景輝度 31.4 asb(1-2-3, 300 series, 101: 動的測定時)、4 asb(101: 静的測定時)、刺激時間は 0.1 秒、刺激強度は 0~40 dB(1-2-3, 300 series)、0~47 dB(101)、最高輝度は 4,000 asb(1-2-3)、4800 asb(300 series)、1,000 asb(101) である。緑内障検査用プログラムには、G 1 X(1-2-3, 300 series)、G 2(101)がある。

3) 新しい視野測定

最近、新しく開発された視野測定の手法としては、効率良く視野をはかるための Octopus dynamic strategy, TOP strategy や Humphrey SITA program がある。また、極初期の緑内障診断に有用である Blue on yellow perimetry(SWAP), Frequency doubling technology, Flicker perimetry などが報告されている。

4. 参考資料(緑内障の程度分類など)

1) 湖崎分類¹⁾²⁾

I a: いかなる視野検査法でも異常がない

I b: Goldmann 視野計(GP)の動的視野検査で異常はないが、他の視野検査法で異常がある

II a: GP の V-4, I-4 イソプターは正常だが、I-3, I-2, I-1 イソプターで異常がある

II b: GP の V-4 イソプターは正常だが、I-4, I-3, I-2, I-1 イソプターで異常がある

III a: GP の V-4 視野の狭窄が 1/4 まで

III b: GP の V-4 視野の狭窄が 1/4 以上 1/2 まで

IV: GP の V-4 視野は 1/2 以上狭窄するが、黄斑部視野が残存する

V a: GP の V-4 視野が黄斑部のみ残存する

V b: GP の V-4 視野は黄斑部で消失するが、それ以外で残存する

VI: GP の V-4 視野がない

2) Aulhorn 分類 Greve 変法³⁾

Stage 0-1: 6~10 dB の感度の低下を示す比較暗点で、大きさが Mariotte 盲点を超えない(確実な測定法により検出した 6 dB 未満の比較暗点も含む)

Stage 1: 感度低下が 10 dB を超える比較暗点または絶対暗点で、大きさが Mariotte 盲点を超えない

Stage 2: 不完全な弓状絶対暗点(Mariotte 盲点から鼻側水平経線に連続しない)

Stage 3: 完全な弓状絶対暗点(Mariotte 盲点から鼻側水平経線に連続する)、または鼻側穿破を伴う不完全な弓状暗点

Stage 4: 鼻側穿破を伴う完全な弓状絶対暗点で、大きさは 1 象限を超えない

Stage 5: 鼻側穿破を伴う完全な弓状絶対暗点で、大きさは 1 象限を超える

Stage 6: 黄斑部視野は消失するが、耳側視野が島状に残存する

3) Humphrey 視野における視野異常の判定基準⁴⁾

以下の基準のいずれかを満たす場合

- パターン偏差確率プロットで、最周辺部の検査点を除いて $p < 5\%$ の点が 3 つ以上隣接して存在し、かつそのうち 1 点が $p < 1\%$
- パターン標準偏差または修正パターン標準偏差が $p < 5\%$
- 緑内障半視野テストが正常範囲外

4) Humphrey 視野における視野欠損の程度分類⁴⁾

初期：以下の基準をすべて満たす場合

- 平均偏差 > -6 dB
- 30-2 プログラムの 76 検査点のうち、トータル偏差確率プロットで $p < 5\%$ の点が 18 点より少ない
- 30-2 プログラムの 76 検査点のうち、トータル偏差確率プロットで $p < 1\%$ の点が 10 点より少ない
- 中心 5 度以内に 15 dB を超える感度低下を示す検査点がない

中期：早期の 1 つ以上の基準を超えるが、末期の基準は満たさない場合

後期：以下の基準のいずれかを満たす場合

- 平均偏差 < -12 dB
- 30-2 プログラムの 76 検査点のうち、トータル偏差確率プロットで $p < 5\%$ の点が 37 点を超える
- 30-2 プログラムの 76 検査点のうち、トータル偏差

確率プロットで $p < 1\%$ の点が 20 点を超える

- 中心 5 度以内に感度が 0 dB の検査点がある
- 固視点から 5 度以内に 15 dB を超える感度低下を示す検査点が上半視野にも下半視野にもある

文 献

- 1) 湖崎 弘, 井上康子: 視野による慢性緑内障の病期分類. 日眼会誌 76: 1258—1267, 1972.
- 2) 湖崎 弘, 中谷 一, 塚本 尚, 清水芳樹, 木下茂: 緑内障視野の進行様式. 臨眼 32: 39—49, 1978.
- 3) Greve EL, Langerhorst CT, van den Berg TT-JP: Perimetry and other visual function tests in Glaucoma. In: Cairns JE(Ed): Glaucoma. Vol 1, 37—77, Grune & Stratton, London, 1986.
- 4) Anderson DR, Patella VM: Automated Static Perimetry. 2nd edition, 121—190, Mosby, St Louis, 1999.