

第48回日本手術学会学術総会
教育セミナー13

流出路再建術の基本手技

2025/2/1

- 座長 谷戸正樹、北善幸
- 講師 徳田直人「線維柱帯切開術（眼外法）」利益相反公表基準に該当なし
芝大介「ab internoトラベクトミー」利益相反公表基準に該当なし
溝上志朗「アイステント」利益相反公表基準に該当なし
杉原一暢「隅角癒着解離術の基本」利益相反公表基準に該当なし

第48回日本眼科手術学会学術総会
教育セミナー「流出路再建術の基本手技」

線維柱帯切開術-眼外法



聖マリアンナ医科大学 眼科学教室
徳田 直人

パシフィコ横浜 会議センター

線維柱帯切開術（眼外法）の適応

| 適応 | 不適応 |
|--|---|
| 開放隅角眼 ・原発開放隅角緑内障 ・若年開放隅角緑内障 ・続発開放隅角緑内障 (落屑緑内障、ステロイド緑内障など) | 開放隅角眼であっても... ・血管新生緑内障(開放隅角期) ・ぶどう膜炎続発緑内障 効果が乏しいばかりか、術後更なる眼圧上昇が生じる可能性が高いため不適応 |
| ・原発先天緑内障 ・先天眼形成異常に関連した緑内障 経強膜的にシュレム管にアプローチするため、角膜の透明性に関わらず手術可能 | 原発閉塞隅角緑内障についても... 有効としている報告もあるが、眼圧が高い場合などは特にその他の緑内障術式を検討すべき |

水晶体再建術の併用については水晶体摘出により隅角が開大するためよい適応

線維柱帯切開術
～ 眼外法と眼内法の適応の違い ～

| | 眼外法 | 眼内法 |
|--------------------------|------------------|-------------------|
| 原発開放隅角緑内障 (正常眼圧緑内障含む) | ○ | ○ |
| 落屑緑内障、 ステロイド緑内障 | ○ | ○ |
| 原発閉塞隅角緑内障 | △ | ○ 隅角癒着解離術併用 |
| 小児緑内障 | ◎ 角膜混濁の有無によらず | △ 角膜混濁が無いものに限る |

線維柱帯切開術
～ 眼外法と眼内法の手術手技の違い ～

| | 眼外法 | 眼内法 |
|----------------------|----------------------------------|--------------------|
| 結膜切開、強膜切開 それに伴う縫合 | 必要 | 不要 |
| 線維柱帯を 切開するための器具 | トラベクトーム | 手術用隅角鏡 マイクロフック等 |
| 線維柱帯切開範囲 | 約60°～90° | 約120°～240° |
| 手術時間 | 30～60分 | 5～10分 |
| 眼圧下降効果 | 15 mmHg (sinusotomy併用で13mmHg) | 13～15 mmHg |
| 白内障同時手術 | ○ 相加効果 | ○ 白内障手術創口から施行可 |

線維柱帯切開術（眼外法）Step. 1 ～ 制御糸 ～

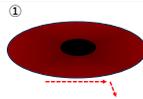
| 使用器材 | ポイント |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 7-0シルク糸 (5-0または6-0ナイロンでも可) | 角膜に通糸するため針の先端は (慣れないうちは)「角型」の方がよい |
| バラッケー氏マイクロ持針器 | マイクロ持針器よりも比較的大きめの 持針器を使った方が力を入れやすい |



出典：Inami株式会社HP

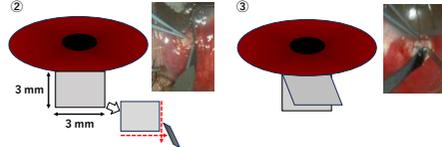
線維柱帯切開術（眼外法）Step. 2 ～ 結膜切開、強膜止血 ～

| 使用器材 | ポイント |
|--|---|
| ① スプリング剪刃、有鉤鑷子、 無鉤鑷子、結膜鑷子、 ドイツ型無鉤鑷子...など | ・スプリング剪刃で結膜とテノン組織を鈍的に 分離し、テノン組織を強膜から剥がす ・結膜に穴をあけないようにするためには、 先端が幅広いになった鑷子が有効 |
| 眼科用バイポーラ | ・焼灼し過ぎると強膜が縮み薄くなるので注意 |



線維柱帯切開術（眼外法）Step. 3 ～ 強膜弁作成 ～

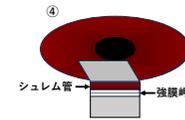
| 使用器材 | ポイント |
|---------------|---|
| ② 替刃メスと有鉤鑷子 | 約3×3mmの大きさに切開 「角」をしっかりと切ること |
| ③ ゴルフクラブと有鉤鑷子 | 強膜弁を有鉤鑷子で少し反り返らせて 強膜弁と強膜床の間の線維をゴルフクラブで切る |



出典：フェザー安全剃刀株式会社HP

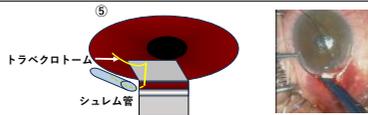
線維柱帯切開術（眼外法）Step. 4 ～ シュレム管同定 ～

| 使用器材 | ポイント |
|-------------|--|
| ④ 替刃メスと有鉤鑷子 | 強膜弁を角膜側まで作成していくと、強膜床に 横に走る線維状の部分（強膜岬）が見えてくる その先にシュレム管は存在する |



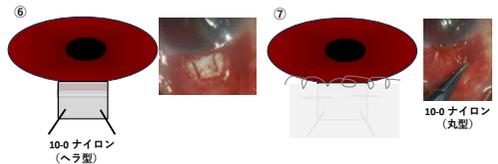
線維柱帯切開術（眼外法）Step. 5 ～ トラベクトーム挿入⇒線維柱帯切開 ～

| 使用器材 | ポイント |
|----------------------------|--|
| ⑤ トラベクトーム 鑷子 マイクロ持針器 | トラベクトームをシュレム管内に挿入 その際、シュレム管のカーブを意識して挿入する (ロトームをシュレム管の外側の添わせるイメージ) トラベクトームの柱の部分を持針器で持ち 鑷子でカーブしている部分をもち前房内に落とし込む |



線維柱帯切開術（眼外法）Step. 6 ～ 強膜弁縫合⇒結膜縫合 ～

| 使用器材 | ポイント |
|-------------------------------------|---|
| ⑥ マイクロ持針器 ⑦ 10-0ナイロン (ヘラ型、丸型) | 強膜弁の縫合は強膜弁の厚さでヘラ型か丸型を選ぶ 強膜弁の一部を開窓することで一時的な濾過効果が得られる 結膜は少し強膜にも糸を通すことで房水の漏れを予防できる |



線維柱帯切開術（眼外法）
～ 術後管理 ～

| 術後合併症 | 眼外法 | 眼内法 |
|--|------------------|------------------|
| 前房出血 | ◎ 頭高位で対応 | ◎ 頭高位で対応 |
| 一過性眼圧上昇 | ○ 点眼、内服、点滴で対応 | ○ 点眼、内服、点滴で対応 |
| 周辺虹彩前癒着 peripheral anterior synechia: PAS | △ | △ |
| デスメ膜剥離 | △ 空気注入で対応 | — |
| 瞳孔鎖フィブリン膜 | — | ○ |

線維柱帯切開術（眼外法）
～ 術後管理 ～

- ・術後点眼 ① 抗菌剤 （ガチフロ®、クラビット® 等 ×4/日）
② ステロイド（リンデロンA® ×4/日）
③ 縮瞳剤 （2%サンピロ® ×4/日）
術後 1～2ヶ月 使用（適宜減量）
- ・術後隅角観察：術後早期のPASはYAG レーザーで解除可
- ・術後点眼再開：術後点眼が無くなった時期に目標眼圧を再検討して再開、追加を検討



眼内ロトミー
術式詳細

- ・眼内ゴニオトミー
 - ・マイクロフック
 - ・カフーク
 - ・TrabEx
 - ・Streamline
- ・スーチャートラベクトミー
 - ・GATT
 - ・Hemi-GATT

隅角手術は
何から始める？

- ・施設・指導医の術式に従う。
- ・きちんと講習のあるMIGSは隅角手術の導入として理想的である。

麻酔の選択

- ・隅角・シュレム管内の操作は疼痛が白内障より強い
→ テノン麻酔、前房内麻酔
- ・患者の向き眼位による眼球位置調整が有用
→ 球後麻酔、全身麻酔は不利？

切開創の位置

- 輪部血管を出血させない
- 右利きなら体の正面より少し右
- 自分の手の可動性がとれる位置を考える。(鼻側)
- 傾ける前に創を作成する。

まずは隅角観察



隅角手術の視界確保

- 顕微鏡の角度と患者の角度
 - 実は単なる相対関係。
 - まずはいずれも傾けてみる。
 - 慣れたら、どちらかを大きくする。
- 極端な眼位・頭位は患者が動きやすい。

慶應義塾大学医学部 演者作成

ゴニオプリズムのコツ

- レンズで角膜を押さない。
小さいレンズだと特に角膜を押しやすい。
- 柄を長く持ち浮かせる感じ。
表面張力で粘弾性物質は保持される。
浮かせるとXYZの移動と回転が可能
- きちんと手を顔面に固定する。

慶應義塾大学医学部 演者作成

隅角鏡は角膜に載せるのではなく、少し浮せて持つ。



安全な隅角手術のために

- 見えないときは手を動かさない。
- 不用意な器具の動きに注意。
- 術中に眼位を維持できない患者(の状況)なら中止する。
高度な前房出血、毛様体剥離等が起こり得る。無理に続けず患者も守るのも医師の倫理

慶應義塾大学医学部 演者作成

術式の選択

考慮すべき要素

- 病型
- 病期
- 白内障手術併施の有無



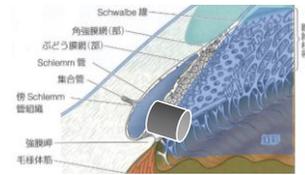
第48回日本眼科手術学会 教育セミナー
流出路再建術の基本手技

iStent

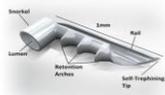
愛媛大学 眼科学講座
溝上 志朗

アイステントとは？

低侵襲緑内障手術
MIGS : Minimally invasive glaucoma surgery



第一世代



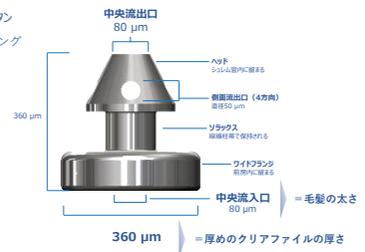
iStent トラベキュラー
マイクロバイパスステント

第二世代

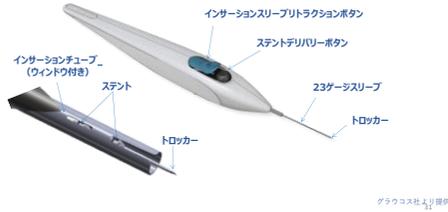


iStent
inject w+

- 医療用非強磁性チタン
- ヘパリンコーティング
- MRI対応条件 (7テスラ実証済み)

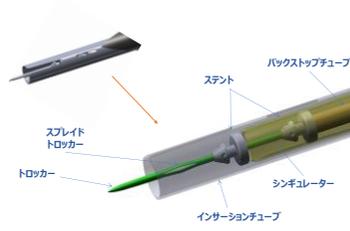


iStent inject W インジェクター



グラウコス社より提供

インジェクター先端内部構造



グラウコス社より提供

使用要件基準の変更点

| | 第2版 | 第3版 |
|----------------------------------|---|---|
| 適応基準 ：水晶体再建術併用 | <ul style="list-style-type: none"> 白内障を合併した初期中期の開放隅角緑内障（広義）または落屑緑内障 レーザー治療を除く内眼手術の既往症がない 顕微鏡で観察し、Shaffer分類Ⅲ度以上の開放隅角で、周辺虹彩前粘着を認めない 緑内障点眼薬を1成分以上の点眼 緑内障点眼併用で眼圧25mmHg未満 | <ul style="list-style-type: none"> → 変更なし → 変更なし → 変更なし → 変更なし （追加：点眼治療が困難な症例はこの限りではない） → 削除 <p>追加 → スタントの材質に対するアレルギーのない症例</p> |
| 適応基準 ：iStent inject W 単独手術 | <p>【2024年7月11日 承認】 【保険収載 申請準備中】</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 上記と同じ ・ 白内障を合併してしない （水晶体再建術を併施すべきであるため） |

iStent inject W vs μ hook lotomy

術後眼圧

| | μ DT-Phaco | | | iStent-Phaco | | |
|----------|----------------|--------------------------|----------|--------------|--------------------------|----------|
| | IOP (mmHg) | Change from Baseline (%) | P value* | IOP (mmHg) | Change from Baseline (%) | P value* |
| Baseline | 16.4(3.1) | | | 16.6(3.4) | | |
| Month 1 | 17.7(3.3) | 18.4(10.0) | <0.001 | 15.6(3.3) | -5.8(10.9) | <0.001 |
| Month 3 | 17.6(3.3) | 20.1(10.7) | <0.001 | 15.5(3.2) | -6.6(10.8) | <0.001 |
| Month 12 | 17.5(3.1) | 24.2(11.9) | <0.001 | 15.2(3.2) | -8.0(10.9) | <0.001 |

NS

術後緑内障内降点眼スコア

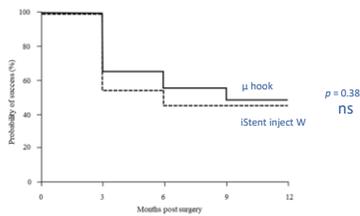
| | μ DT-Phaco | P value* | iStent-Phaco | P value* | P value** (95% CI) |
|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|--------------------|
| | Number of medications | | Number of medications | | |
| Baseline | 1.1(1.0) | | 1.1(1.0) | | 1.00(1.00-1.01) |
| Month 1 | 1.1(1.0) | <0.001 | 1.0(1.0) | <0.001 | 1.00(1.00-1.00) |
| Month 3 | 1.1(1.1) | <0.001 | 1.0(1.0) | <0.001 | 1.00(1.00-1.01) |
| Month 12 | 1.1(1.1) | <0.001 | 1.0(1.0) | <0.001 | 1.00(1.00-1.00) |

NS

Onoe H, Hirooka K, Mizoue S, Front Med 2023

34

iStent inject W vs μ hook lotomy



Onoe H, Hirooka K, Mizoue S, Front Med 2023

35

iStent inject W vs μ hook lotomy

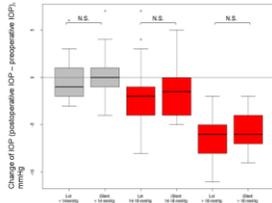
| | μ LOT-Phaco | iStent-Phaco | P value |
|-----------------------|-----------------|--------------|---------|
| ニゴりを伴う前房出血 | 5 (12.8%) | > 1 (1.8%) | 0.03 |
| 一過性眼圧上昇 \geq 30mmHg | 2 (5.1%) | 2 (3.6%) | 0.72 |

IOP, intraocular pressure.

Onoe H, Hirooka K, Mizoue S, Front Med 2023

36

iStent inject W vs μ hook lotomy



Asaka R, Tanno M, Kuchi Y, Ophthalmol Ther 2023 37

隅角鏡の選択

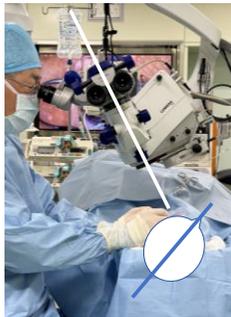
手持ち

ハンズフリー



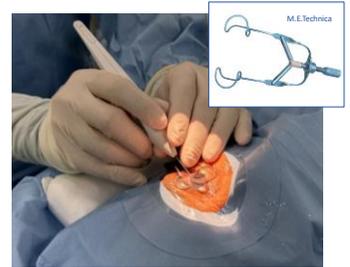
アールイーエムディカルホームページより

顕微鏡の角度
患者の頭位



39

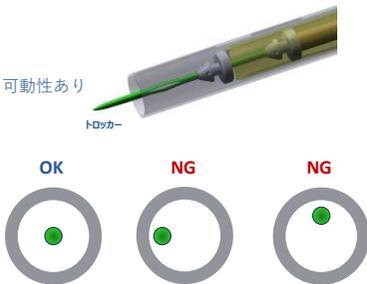
インジェクターの把持



40

可動性あり

トロッカー



グラウコス株式会社 提供

Point 倍率を上げる



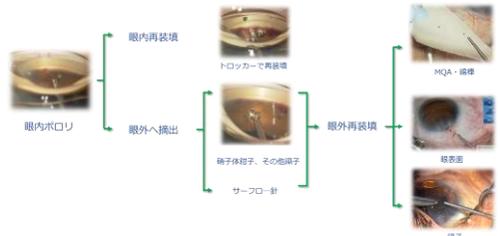
42

Point 押しつけて射出



43

ポロリのリカバリー（捕捉と再装填）



グラクソス様より提供

iStent の施設基準

【施設基準届出の申請】

K268-6 緑内障手術（水晶体再建術併用眼内ドレーン挿入術）を実施にあたっては特掲診療料の施設基準に係る届出書の提出が必要

緑内障手術（水晶体再建術併用眼内ドレーン挿入術）に関する施設基準

- (1) 眼科を標榜している保険医療機関であること
- (2) 眼科の経験を5年以上有し、水晶体再建術の手術を100例以上及び観血的緑内障手術を10例以上経験している常勤の医師が1名以上配置されていること
- (3) 関係学会から示されている指針に基づき、当該手術が適切に実施されていること

45

iStent 導入プロセス



グラクソス様より提供

第48回日本眼科手術学会学術総会
教育セミナー「流出膜再建術の基本手術」

隅角癒着解離術

・杉原 一輪
島根大学眼科学講座



Japanese Ophthalmological Society
Financial Disclosure

First Author: Kazunobu Sugihara

There is no conflict of interest to be disclosed

48

手術の特徴

- 隅角癒着解離術
 - 相対的瞳孔ブロック、プラトー虹彩、水晶体因子で閉塞した隅角の癒着を解除し、眼圧下降を期待する
 - K268-2-イ 線内障手術 流出路再建術 眼内法 14,490点 を算定
 - 基本的には水晶体再建術を併用する
- 患者への説明
 - 房水の流出路の癒着部分を剥がし、隅角閉塞による眼圧が上昇するのを防ぐ目的
 - 閉塞が解除されると、眼圧が下がる可能性がある
 - 閉塞が長期間に渡っていた場合は、あまり眼圧が下がらない可能性がある
 - 放置すると癒着の範囲が広くなり、線内障が悪化する可能性が高い
 - 癒着解離時の疼痛がある、同部位からの軽度の出血がある

隅角癒着解離術の適応

- 原発閉塞隅角線内障・原発閉塞隅角症における
- 周辺虹彩前癒着 (peripheral anterior synechia: PAS) が広範な症例

よくあるパターン 若い頃はよく見えていた遠視眼の高齢者
 眼軸長が短い (21mmか、それ以下の小眼球)
 前房深度が2mm以下になってる
 白内障が進行し、水晶体厚が5mmを超えてくる

隅角癒着解離術の非適応・良くない適応

- 術前の眼圧コントロールが不十分な症例
- PASが長期間にわたる症例
- 隅角の観察が困難で手技が困難 (患者の協力不十分・角膜混濁など)
- サルコイドーシスなど、ぶどう膜炎続発閉塞隅角線内障
- 外傷後などの続発閉塞隅角線内障

必要器具

- 隅角鏡 (使い慣れたもの)
- 隅角癒着解離針



隅角癒着解離術 Step1

- 麻酔
 - 点眼麻酔: ベノキシール等、毛様体筋の弛緩が不十分で、下記麻酔の併用がbetter
 - アノキニチン麻酔: 麻酔時の出血で視認性低下の可能性あり
 - 血圧高血圧: 1%リドカイン塩酸塩を0.1-0.2ml
- サイドポートの位置
 - 理想的には360度のPAS解除だが、実際には難しい
 - 隅角に近い位置に20G MV等でサイドポートを作成
 - 無痛なく見える範囲の癒着解除を目標とする

隅角癒着解離術 Step2

- 白内障手術施行
 - 洗前房・Zinn小帯脆弱・散瞳不良・小眼球の合併例が多く注意を要する
 - 特に小眼球症例は熟練した術者が白内障手術を施行するほうが良い
- 隅角の可視化
 - 眼内レンズ挿入後、改めて粘弾性物質をGSL施行部位に注入
 - 隅角鏡を用いて隅角を可視化 (慣れた方法で)
 - 虹彩・眼内レンズを押し下げ、隅角を拡大して癒着部を観察しやすくする
 - 同時に出血をできるだけGSL施行部位から離れた部位に誘導するが
 - サイドポートから行うと粘弾性物質の逃げ遅れなくなり高眼圧となるため注意する

隅角癒着解離術 Step3

- 解離針・スパーテルの挿入
- 角膜サイドポートもしくはメインポートから挿入する
- 先端が眼内レンズ・虹彩等に熱れないよう、盲目的な挿入は避ける

• 癒着解離

- 癒着部位を静かに下向きに押し下げると癒着が解除される
- 同部位の線維柱帯を確認する。多くの場合は色素が強く付着している
- 部位を完全で癒着解離を行う
- 強く押し下げすぎると炎症性の隅角後退を来すので注意する。出血したら、その部位は止める
- 終了後、粘弾性物質を除去する



動画視聴

合併症とその予防

- 虹彩損傷
 - 器具の丁寧な扱い、盲目的な手技を避ける（視認性の確保）
- 隅角離開、毛様体解離、前房出血
 - 過度な手技を避ける。強く押し下げない。
- 角膜内皮障害
 - 術後の炎症をしっかり抑える、器具を物理的に当てない
- 再癒着
 - 予防としてピロカルピン点眼。十分な消炎
- 隅角からの出血
 - 術後、やや高眼圧にして止血を期待する



動画視聴

まとめ

- 白内障手術時にPASが確認できれば、隅角癒着解離術を行う
- 器質的な隅角閉塞を解除できる（その後のMIGSへつながる）
- 基本的な事項に注意すれば、特に危険な手技ではないので積極的に行う
- 適応・禁忌を守る
- 長期のPAS症例や、高眼圧症例は他のMIGSを組み合わせたほうが無難