



硝子体手術に限らず、眼科手術の成功には基本手技の確実な習得が不可欠です。手術の開始前のセッティングや麻酔などはスムーズな手術の進行のためには疎かにできない重要なポイントです。本講演では、硝子体手術におけるセッティングと創口作成、閉創に関する基本手技を中心に解説します。

患者入室前のセッティング

術前の散瞳状態、前房深度、眼軸長などによっては対応する機器を用意する必要があり術前状態の詳細な評価はスムーズな手術の進行のためにはとても重要です。

手術室内のセッティングについては、患者さんが入室する前に手術室の機器やフットペダルの配置、使用する機材の選択、各デバイスの設定方法、手術用ベッドや術者用の椅子など、手術の内容や患者さんの状態に合わせてセッティングや選択することが重要です。

患者入室後のセッティング

患者さんが入室後は、患者さんの頭位や姿勢、術者の姿勢に關与するベッドの高さ、手台や肘掛の位置や高さの調整が重要になります。ドレーピングや麻酔方法も硝子体手術は白内障手術などよりは長時間に及ぶことが多いので確実に行うことが重要です。

硝子体手術創口作成

硝子体手術創口の作成は、硝子体手術中の灌流の確実な確保や良好な眼内照明、眼内操作のために重要となります。安全で効率的な手術操作のための創口のゲージサイズ、位置、刺入角度などについて症例によって適切に判断する必要があります。

硝子体手術創口閉鎖

手術創の閉鎖不全は術後の感染症や出血などの原因となることもあり、術創の確実な閉鎖は重要です。閉鎖に関する注意点についても解説します。

本講演は、特に若手眼科医や手術初心者に向けた内容となっており、日々の硝子体手術に役立つ知識と技術の習得を目指して解説する。

教育セミナー 5

テーマ 硝子体手術の基本手技

「コアビトレクトミー ～ 後部硝子体剥離作製」

春日部市立病院 服部隆幸

はじめに

ここ 15 年の低侵襲硝子体手術 (MIVS) の普及に伴って、日常臨床で硝子体手術は比較的 casual に行われる手術となっている。しかしながら、一歩間違えると重篤な合併症を来す可能性がある手術であることは以前より何ら変わりがなく、施行にあたっては十分な解剖学的知識はもちろんのこと、バリエーションに対する対応力も効率の良い手術実施に必須な要素である。

手技の中でも「コアビトレクトミー」「PVD 作成」は、硝子体手術における基本手技であり、こられなくしては裂孔原生網膜剥離や黄斑部手術などの硝子体手術の目的の完遂は不可能と考える。

本講演では、MIVS 時代に沿った「コアビトレクトミー」「PVD 作成」のコツと注意すべき点について解説する。

硝子体腔への Entry

1. ライトガイド、カッターを Trocar のすぐ内側で待機
2. 手術用顕微鏡を持ち上げ、大まかに centering
3. 手術用顕微鏡の照明、部屋の照明を消す
4. 画像を反転させる
5. 網膜全体が観察できるよう、顕微鏡焦点、画角を調整

硝子体コアの切除前に確認すべき事項が上記である。ポートを介した器具の出し入れで必ず行う眼外操作となる。

Vitreotomy 開始前の点検

1. 灌流圧の確認

* 典型的な灌流圧

～20 mmHg (待機時)

～40mmHg (カッピング時、吸引時：急激な collapse に対する margin を取る)

～60mmHg (止血用)

基本、灌流圧は眼球が collapse しない最小値に設定

これらは、硝子体手術装置 (Dynamic IOP Control の有無)、眼軸長 (強膜厚)、眼窩圧など、いくつかの要因に依存する。

2. 灌流ラインの先端が硝子体腔中央に向いていることを確認

カニューラ先端が前部硝子体や水晶体嚢に接触することで、IOP コントロールの誤認識をきたし、灌流が止まり、collapse を引き起こすことがある。

Core Vitrectomy

- Trocar 周囲 (Infusion、Cutter、Light guide) の硝子体切除
現在はほぼ絶滅したが、20 ゲージシステムでは特に重要な手技！
* Trocar の存在は、硝子体や網膜の脱出をある程度防ぐ意義がある。
- Small Gauge システムでは、吸引による硝子体腔内の current への影響範囲が小さくなるため、カッターを積極的に硝子体へ近づけ、硝子体を切除する必要がある。
- 硝子体皮質付近の硝子体の切除は、Light guide を切断部位とその下の網膜に投影し、網膜に写った影を頼りに網膜硝子体界面にアプローチする。
- 硝子体切除中の硝子体の挙動から、PVD が生じているかを早い段階で判断する。

Core Vitrectomy 中の注意点

- 切除中常に網膜を観察する
Cutter と網膜（局所⇔俯瞰）の間で常に集中力を切り替える。
- 眼球の collapse sign を見逃さない
以下の sign に注意！
 - 脈絡膜血管が拡張、怒張してくる。
 - 網膜ひだ、網膜色素上皮の隆起。
 - Infusion Line の向きを確認
 - Infusion Line をクランプしていないか確認
 - BSS のボトルの残量確認
 - 球後出血やテノン嚢下麻酔過剰投与など、眼窩圧の異常
 - BSS ばかり吸引し、硝子体を切除していない

後部硝子体剥離作成

- ほとんどの硝子体手術（特に網膜剥離、全層黄斑円孔など）では、後部硝子体剥離（PVD）が存在することを確認することが不可欠。
- その他の症例では、後部硝子体膜を挙上する必要性と、医原性網膜裂孔、裂孔原生網膜剥離を誘発する危険性との Risk-Benefit を勘案する必要がある。

PVD 作成の Strategy

- PVD を作成する→網膜神経線維と後部硝子体皮質との Hydro-dissection を行うことと同義である。
- 後部硝子体膜に Break を作成し、その下に BSS を迷入させることで PVD は完成する。
- 網膜に付着した厚い硝子体皮質を牽引すると、網膜の牽引が強くなり、医原性裂孔形成のリスクが高くなる。
- 可能な限り後部硝子体膜を薄くしておくほうが、医原性裂孔形成のリスクは低くなるが、逆に後部硝子体膜を挙上させにくくなる。

PVD 作成の実際

- Cutter off に切り替える。
- Cutter の吸引口を視神経乳頭縁に当てる。
- Maximum vacuum (650mmHg) 硝子体皮質を吸引
先端を左右にゆっくりと動かし、時々吸引を on-off へ切り替え、移動させるとうまくいく事が多い。
*この際に、網膜動脈血管に沿って動かしていくとよい
- Cutter 先端に硝子体が食いつくのを確認し、先端を網膜表面の接線方向で周辺部へとゆっくりと移動させる。
*乳頭鼻側から行うのが最も安全
- Weiss ring が確認できれば、ring 辺縁を吸引把持し、赤道部まで挙上させる
後部硝子体膜の剥離境界が目視できるので、広角観察下で赤道部の高さまで挙上させる。
積極的に持ち上げると網膜裂孔の危険がある。
赤道部まで挙上した後部硝子体皮質は、周辺硝子体切除に伴いゆっくりと周辺部まで展開されることが多い。

PVD 作成が難しいときは？

- PVD 作成が難しい症例
 - 網膜硝子体癒着が強い：
 - Vitreomacular interface pathology (MH、VMTS)
 - 増殖糖尿病網膜症
 - Asteroid hyalosis
 - 若年者
 - Stickler syndrome
- 染色剤はあくまでもオプション！
PVD 誘導が難しい場合や後部硝子体膜が挙上されているかどうか不確かな場合に有用。
- 希釈したトリアムシノロを硝子体腔内に注入し、視神経乳頭の上に少量を直接注入するだけで PVD 作成には十分。
入れすぎると、硝子体腔内が砂嵐となり、視界が損なわれる！

- BBG に代表される青色染色剤は、視神経乳頭の上にとどまり、後部硝子体膜が付着しているときに、灌流カニューレによって簡単に吹き飛ばされることなく、ゼリーのように揺れる特性がある。
硝子体の可視化の観点では TA が優秀だが、黄斑操作を必要とするケースでは試してみるのも良い。

PVD 作成に役立つ instruments

- フレックスループ、鉗子、ピック、または曲げた針などを使用して PVD 作成の切掛けを作ることができる。(接触型直像拡大用コンタクトレンズの使用を強く推奨)

PVD 作成のコツ

- 最大限に硝子体を操作するためには、吸引口を視神経乳頭の中心から遠ざける方向に向け、網膜面上で放射状に移動させた後、持ち上げる。
- Weiss ring ができたことを確認できたら、その辺縁をゆっくり持ち上げ、そのまま把持し乳頭へ押し下げることを繰り返すと、Weiss ring から BSS が後部硝子体膜下へ迷入し、無理に牽引せずとも、PVD が周辺へ広がる (服部法)

PVD 作成の Tips more

1. **付着が最も強い部位**
硝子体皮質は視神経乳頭、黄斑、血管に最も強く付着している。
2. **PVD 誘導前の硝子体切除の注意**
PVD を誘導する前に、硝子体切除を過度に行わないこと。
そうしないと、硝子体皮質を剥離するのが困難になる。
3. **血管弓外側への剥離のリスク**
血管アーケードを越えて後部硝子体皮質を積極的に剥離しないようにする。
これにより周辺部網膜裂孔のリスクが増加する可能性がある。

4. 硝子体分離 (Vitreous Schisis) の注意

硝子体分離が発生し、硝子体の層が一部残される可能性があることに注意する。特に、後部ぶどう腫を伴う病的近視の患者でよく見られる。

5. 強固に付着した後部硝子体の処理

後部硝子体が強く付着している患者（例：黄斑硝子体牽引症候群、増殖糖尿病網膜症など）では、まず赤道部で硝子体切除を行い、前部硝子体と後部硝子体を分離するのが最も安全な場合が多い。

その後、前部硝子体を整形し、後部硝子体を剥離することで、周辺部網膜裂孔を引き起こすリスクを低減できる。

Take Home Message

Core Vitrectomy、PVD 作成に必要なスキルを説明した。

いずれも術中の動的な観察を要する手技であるため、初心者がこれから始める際には、いくつかのバリエーションを実際に見て経験することから始めることを勧めたい。

教育セミナー 硝子体手術の基本手技 周辺部処理

坂西眼科医院・順天堂大学浦安病院 坂西良仁

硝子体手術は手術環境の発展により日々進化してきている。観察系としては非接触型の広角観察システムが出てきたことで、これまで接眼レンズで一部しか眼底を観察できなかったが、一つの視野で眼底のおおよそを観察できるようになってきた。そのような中で、硝子体手術において最周辺部まではそのままの視野では観察できないことが多い。そこで最周辺部の硝子体処理について述べる。

シャンデリア照明を用いる場合

広角眼底観察システムを用いた場合、片手に硝子体カッターを持ち、もう一方の手で強膜圧迫を行うことで周辺部の硝子体を処理できる。その際、眼底を照らすためにはシャンデリア照明を使う必要がある。したがって4ポートシステムが良いが、3ポートにするのであればシャンデリア照明と硝子体カッターをそれぞれ処理する部位によって入れ替えればそれでも周辺部処理は可能である。いずれにしてもシャンデリア照明は眼底全体を照らす、やはりある程度は指向性があるため、このときシャンデリアの方向も硝子体処理をする方向に向けることでより視認性が高い状態で処理ができる。

シャンデリア照明を用いない場合

一方でシャンデリア照明を使わない場合、助手に周辺圧迫をしてもらう方法と術者自身が直視下で周辺部圧迫をする方法もある。助手に周辺圧迫してもらう時は術者が硝子体カッターと手持ちのライトガイドを用いるので局所は非常に視認しやすい。ただし、問題点としては助手の力量により圧迫の程度が変わるため、不慣れな助手の場合は手術が困難となる。また、直視下圧迫については術者自身で圧迫するためコントロールしやすいが、広角眼底観察システムを用いるよりもかなり圧迫量が増えるため、眼球への影響も大きく、炎症が惹起されやすくなる。

有水晶体眼の周辺部処理

また眼内レンズ眼であればどの部位であっても問題なく周辺部処理を行うことができるが、水晶体温存の場合は水晶体損傷をしないように処理

する必要がある。特に対側の周辺部処理の際は水晶体損傷の可能性が高い。そこでそれを防ぐために必要なのが同側圧迫である。例えば右眼の下鼻側の周辺部処理をする際に、通常右利きの術者であれば上耳側のポートから硝子体カッターを挿入して処理をするが、これを左手を用いて上鼻側から硝子体カッターを挿入して下鼻側の周辺部処理をする方法である。この時重要なのは強膜圧迫の手は眼球の下方から回り込む必要があるが、floating lens による広角眼底観察システムを用いている場合はそのシャフトに当たってしまい回り込むことができない。そのような際はシャフト自体を下鼻側あるいは上方に回転させることでシャフトに干渉せずに下鼻側で強膜圧迫することができる。

どの程度周辺部処理をするべきか

また、そもそもどの程度まで周辺部を処理するべきかは症例により異なる。例えば黄斑前膜などの黄斑症例は周辺部処理はそこまで念入りに行う必要はないが、裂孔原性網膜剥離などの症例は周辺硝子体の残存が新裂孔の形成や原因裂孔の牽引の継続につながる可能性もあるため、全周に渡って念入りに行うのが望ましい。ここで注意すべきは、黄斑疾患において周辺部処理はそこまで念入りには必要ないが、周辺に網膜裂孔が存在した上で黄斑パッカーである可能性もあるため、周辺部網膜の確認は必須と思われる。

さらに、周辺部処理で強膜圧迫する際に最も重要なのは、圧迫および圧迫解除をとにかくゆっくり行うことである。急激な圧迫や圧迫解除は眼圧の急激な変動につながり、炎症を惹起することで術後炎症などに影響する可能性がある。

硝子体手術の基本手技：膜剥離 (ERM,ILM)

洛和会音羽病院アイセンター
栗山晶治



facebook.com/otowaeye/

<ERM peeling>

Michels RG.
Surgical management of epiretinal membranes.
Trans Ophthalmol Soc UK 1979;99:54-62.

- 1) 使用する硝子体鉗子
- 2) TCAで可視化する？

<ILM peeling>

Brookst HL Jr.
ILM peeling in full thickness macular hole surgery.
Surgery and Technology, 1995;7:2L1-2L4.
最初に黄斑円孔に対するILM peelingを報告したもの

Eckardt C, Eckardt U, Groos S, Luciano L, Reale E.
Removal of the internal limiting membrane in macular hole.
Clinical and morphological findings.
Ophthalmology 1997;94:545-551.
ILM removalによって特発性黄斑円孔39眼中36眼(92%)で円孔閉鎖
黄斑円孔閉鎖眼中77%で2段階以上の視力改善

<ILM染色>

Kadonosono K, Itoh N, Uchio E, Nakamura S, Ohno S.
Staining of internal limiting membrane in macular hole surgery.
Arch Ophthalmol 2000;118:1116-1118.

Kimura H, Kuroda S, Nagata.
Triamcinolone acetonide-assisted peeling of the internal limiting membrane.
Am J Ophthalmol 2004;137:172-3.

Enaida H, Ishibashi T.
Brilliant blue in vitreoretinal surgery.
Dev Ophthalmol 2008;42:115-125.

<Inverted ILM flap technique>

Michalewska Z, Michalewski J, Adelman RA, Nawrocki J.
Inverted Internal Limiting Membrane Flap Technique for Large Macular Holes.
Ophthalmology 2010;117:2018-2025.

- 1) どの範囲のILMをinvertする？
- 2) inverted ILM flapで円孔をcoverするあるいは埋め込む？

<free ILM flap transplantation>

Morizane Y, Shiraga F, Kimura S, et al.
Autologous transplantation of the internal limiting membrane for refractory macular holes.
Am J Ophthalmol. 2014;157:861-869.

- 1) PFCLの利用で簡易化

<Autologous Retinal Transplantation>

Grewal DS, Mahmoud TH.
Autologous neurosensory retinal free flap for closure of refractory myopic macular holes.
JAMA Ophthalmol. 2016;134:229-230.

- 1) 黄斑円孔網膜剥離の場合
- 2) 難治性黄斑円孔の場合

< ILM flapとmembrane transplantの違い >

