

も皮膚電極を用いた方法が報告されている。加算平均をすることによりかなりノイズを軽減することは可能であるが、しばしば基線が不安定となり、信頼性のあるERG反応を得ることは簡単ではなかった。

以前の報告で、我々は加算平均法に加えて反対眼の眼瞼に置いた皮膚電極から得られるベースラインノイズを、記録電極から得られた反応から差し引くという方法を用いて、この基線ノイズを減少させることに成功した。それにより低年齢の小児からもストレスを与えることなくERG記録を行うことができることを報告した。

今回の研究では、さらに杆体反応やフリッカー反応も皮膚電極ERGで記録することが可能であることを示した。これにより、全色盲や網膜色素変性、小口病などの先天性網膜疾患の診断に有用であるとともに先天白内障の術前機能検査として役立つと考えた。

E. 結論

今回我々は、皮膚電極ERGを用いて信頼性の高いフリッカー応答や杆体応答の記録が可能であることを示した。この装置は先天白内障の患児の網膜機能を他覚的に計測する際に有用であると考えられた。

F. 健康危険情報

該当する危険 なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Terui T, Kondo M, et al. Changes in areas of capillary nonperfusion after intravitreal injection of bevacizumab in eyes with branch retinal vein occlusion. *Retina*. 2011;31:1068-1074.
- 2) Yasuda S, Kondo M, et al. Rebound of macular edema after intravitreal bevacizumab therapy in eyes with macular edema secondary to branch retinal vein occlusion. *Retina*. 2011;31:1075-1082.
- 3) Sanuki R, Onishi A, et al. miR-124a is required for hippocampal axogenesis and retinal cone survival through Lhx2 suppression. *Nat Neurosci*. 2011;14:1125-1134.
- 4) Kondo M, Sanuki R, et al. Identification of

autoantibodies against TRPM1 in patients with paraneoplastic retinopathy associated with ON bipolar cell dysfunction. *PLoS One*. 2011;6:e19911.

- 5) Yasuda S, Kachi S, et al. Significant correlation between electroretinogram parameters and ocular vascular endothelial growth factor concentration in central retinal vein occlusion eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52:5737-5742.

2. 学会発表

- 1) Kondo M, Sanuki R, et al. Identification of autoantibodies against TRPM1 in patients with paraneoplastic retinopathy associated with ON bipolar cell dysfunction. Annual Meeting of the Association for Research in Vision & Ophthalmology. Fort Lauderdale. May 6. 2011.
- 2) Kondo M, Hirota R, et al. Photoreceptor and post-photoreceptor contributions to photopic ERG a-wave in Rhodopsin P347L Transgenic Rabbits. International Society for Electrophysiology of Vision. Quebec. June 11, 2012.

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

参考文献

- 1) Fulton AB, Breceelj J, et al. Pediatric clinical visual electrophysiology: a survey of actual practice. ISCEV Committee for Pediatric Clinical Electrophysiology Guidelines. *Doc Ophthalmol*. 2006;113:193-204.
- 2) Bradshaw K, Hansen R, Fulton A. Comparison of ERGs recorded with skin and corneal-contact electrodes in normal children and adults. *Doc Ophthalmol*. 2004;109:43-55.
- 3) Baier C, Krastel H, et al. Skin electrodes for electroretinography in unsedated children. *Ophthalmologie*. 1996;93:440-445.

先天白内障の早期健診に関する研究

研究分担者 佐藤 美保 浜松医科大学眼科

研究要旨：生後早期に白内障を発見するためには早期の健診が有効である。しかし、すべての乳児が眼科医による健診を受けることは、人的、経済的に容易ではない。そこで、小児科医による1ヶ月および4ヶ月健診において合計1130名の健診を行った。73%では瞳孔からの反射を小児科医が確認することができた。乳児スクリーニングは実行可能であるが、診断基準となる資料の作成が重要であると思われた。

A. 研究目的

先天白内障の手術後の視力予後は、手術時期によって大きく異なる。両眼性の先天白内障は比較的早期に発見されるが、片眼性の先天白内障は、一眼が見える場合には、家族の発見が遅れることが多い。また、片眼性白内障は、両眼性白内障にくらべると、弱視の程度が強く、視力予後は不良である。そのため、先天白内障の視力予後改善にとっては、早期発見することが重要である。

現在、我が国では、3歳児健診、幼稚園や保育録での視力健診が行われているが、それ以前に眼科健診はない。先天性眼患の早期発見のためには、小児科医による乳児健診の機会を利用することが可能と思われる。視力検査ができない低年齢に対する眼科健診の方法に求められるのは、費用と時間がかからないことで、さらに異常の検出感度が良いことが必要である。

乳児に対する健診方法として、考えられるものに、眼底からのRed reflexを見る方法、フォトレフラクション法による屈折検査が考えられる。Red Reflexを見る方法は、海外では、広く用いられており、特別な装置を必要としないために、小児科医による眼科健診に用いる方法として適切と思われる。

本研究の目的は、実際に小児科医に乳児の眼科健診を行ってもらい、継続可能かどうかを検討し、適切な健診システムの開発を考えることである。

B. 研究方法

浜松医科大学および遠州総合病院の小児科医師にORT-Y（ナイツ社製、東京）をもちいた健診を行った。健診に先立ち、眼科医による小児科医への指導を行った。健診に際して小児科医はORT-Yからの光線観察し、徹照あり、徹照なし（異常）、判定不能の3段階に評価した。異常が疑われた場合には、視能訓練士による再チェック、あるいは眼科医の診察をうけるよう指導した。

（倫理面への配慮）

小児科医による健診の一環であるため、眼底からの反射をみることは、身体的な影響はなく、倫理的に問題となる点はない。健診結果は匿名として、判定結果の数のみを処理した。



ナイツ社製ORT-Y



装置は上方の部分と下方の部分がはなれており、使用するときだけはめ込む形であったが、乳児の診察においては、下向きでつかうこととなり、健診途中ではずれるため、ネジ式に改良した。



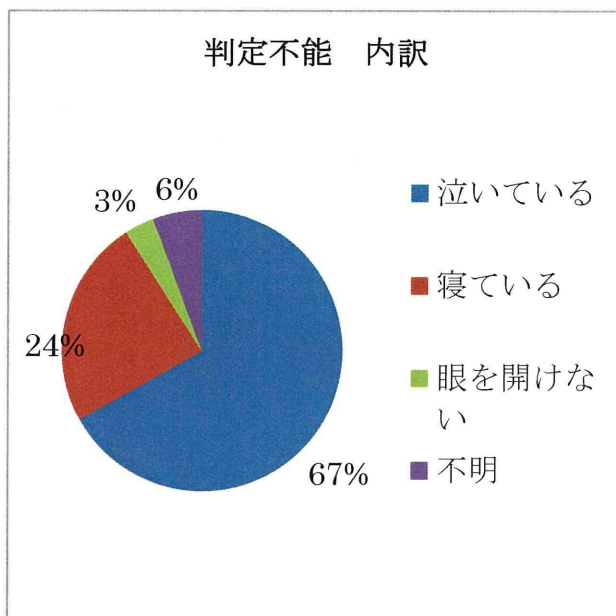
C. 研究結果

対象：遠州病院731名、浜松医科大学321名の新生児が健診をうけた。遠州病院では1回の健診につき20-25名を、浜松医科大学では10-15名を健診した。また、浜松医科大学で39名の4ヶ月児に健診を行った。

1) 1ヶ月児の健診結果

	遠州病院	医大	合計
対象	731	321	1,131
正常者	555 (75.9)	278 (86.6)	833 (73.6)
判定不能	175 (23.9)	45 (14.1)	225 (19.9)
異常	1	0	1

異常と判定された1名は片眼の白内障だった。



2) 4ヶ月児の健診結果

39名中37名で正常と判定された。判定不能は2名、異常は0だった。

D. 考察

小児科医は多くの乳児でred reflexを確認することは可能であった。RedReflexの確認は明室でも行うことができ、判定時間は1分以内だった。しかし、1ヶ月健診では児が寝ていることが多く、その場合検査は難しく、また、泣いてしまうと判定が難しく、泣く前（触診などをする前）に検査をする必要があることが明らかになった。新生児にたいして、健診を行うことに比べると、4ヶ月児に健診を行うのはあきらかに容易で、判定も明確である。

この時期の健診の目的は、不同視や斜視の発見というよりは、先天白内障、網膜芽細胞腫、網膜剥離などの稀ではあるが重篤な疾患である。そのため、健診での異常の検出率はきわめて低い物となる。

その中で正常か異常かがわかるかどうか、眼科医と一致するかどうかの確認をしていく必要がある。典型的な症例のサンプルを集めて、教育用資料を作成する必要があると思われた。

この試みをとおして、小児科医の眼疾患にたいする認識をたかめることの重要性を再認識した。

E. 結論

小児科医による新生児、4ヶ月児の眼健診は実現可能であると思われた。特殊な疾患に対する小児科医の認識を高めることで健診の精度を上げることが可能と考える。母子手帳への眼健診結果の記入を通じて、小児白内障の早期発見が進むと考える。

F. 健康危険情報

該当する危険あり（詳細）/なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) A case of aniridia with unilateral Peters anomaly. J of AAPOS. 15(1); 104-106, 2011
- 2) 間欠性外斜視の評価と分類 日本の眼科 82 (1) ; 14-18, 2011
- 3) 浜松医大における視覚障害をもつ乳幼児に対する早期療育相談 眼科臨床紀要 4 (10)、945-947
- 4) 斜視と眼鏡 あたらしい眼科 28 (臨時増刊) ; 44-47, 2012
- 5) 上斜筋麻痺の診断と治療 視能訓練士協会誌 40; 1-5, 2011
- 6) 眼白子症 静岡県眼科医会会誌 28 ; 2011)

2. 学会発表

1. A and V patterns APSPPOS Symposium, “Management issues in strabismus” (Sydney) APAO
2. Management of difficult amblyopia Symposium, “Paediatric ophthalmology: challenging cases” (Sydney) APAO
3. Cyclic esotropia Symposium, “Strabismus Syndromes” (Sydney) APAO
4. Esotropia with hypertropia with severe restriction treated with reverse Yokoyama procedure (Sydney) APAO
5. Workshop, “Difficult problems - strabismus” (San Diego) AAPOS
6. 固定内斜視に対する横山法の過矯正の1例 第423回東海眼科学会
7. 成人の大角度外斜視に対する前後転術および両外直筋後転術の手術効果 第67回日本弱視斜視学会 第36回日本小児眼科学会合同学会
8. 眼白子症が疑われる姉妹例第67回日本弱視斜視学会 第36回日本小児眼科学会合同学会
9. 内上転位で固定した眼軸長が正常な固

定内斜視 67回日本弱視斜視学会 第36回日本小児眼科学会合同学会

10. 慢性進行性外眼筋麻痺の口腔粘膜からの遺伝子診断の試み 第65回日本臨床眼科学会
11. 先天白内障における眼内レンズ二次挿入に関する多施設アンケート調査 第65回日本臨床眼科学会
12. 先天白内障の手術に関する全国調査第65回日本臨床眼科学会
全国調査結果による先天白内障に対するIOL挿入例と非挿入例の比較. 第65回日本臨床眼科学会

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
永本敏之	白内障手術のロジック	山本哲也, 江口秀一郎, ビッセン, 宮島弘子, 門之園一明	眼科手術のロジック	メジカルビュー社	東京	2011	86-91
永本敏之	水晶体手術 総論 術中合併症 術後合併症 特殊な手術・併用手術	丸尾敏夫 本田孔士, 臼井正彦, 大鹿哲郎	眼科学 第2版	文光堂	東京	2011	1324 -1330 1349 -1355 1355 -1362 1362 -1366
黒坂大次郎	眼科疾患 白内障	山口徹, 北原光夫, 福井次矢	今日の治療指針 私はこう治療している TODAY'S THERAPY 2011	医学書院	東京	2011	246
黒坂大次郎	①超音波水晶体乳化吸引術 術式	丸尾敏夫, 本田孔士, 臼井正彦, 大鹿哲郎	眼科学	文光堂	東京	2011	1337 -1342
黒坂大次郎	眼内レンズ縫着術	下村嘉一, 松本長太, 檜垣史郎	「超入門」 眼科手術基本術式 50	メディカ出版	東京	2011	124 -128

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
永本敏之	先天白内障の外科的治療（総説）	眼科	53	685-690	2011
永本敏之	若年者の外傷性白内障手術のポイント（総説）	IOL&RS	25	336-342	2011
Machida S, Tamada K, Oikawa, Gotoh Y, Nishimura T, Kaneko M, Kurosaka D	Comparison of Photopic Negative Response of Full-Field and Focal Electoretinograms in Detecting Glaucomatous Eyes	Journal of Ophthalmology	Vol. 2011	11 pages	2011
Tsubota K. Yoshida T. Kurosaka D. Richard K.Lee Eduardo C. Alfonso Nakazawa T.	Miami to Japan Eye-Care Rescue Mission: Vision Van Helps Relief Efforts	American Journal Of Ophthalmology	152 (5)	886-887	2011
田中 三知子、 黒坂 大次郎	眼内レンズにまつわるトラブル 5. 小児の場合	眼科	53(5)	667-671	2011
黒坂 大次郎	東日本大震災による岩手県被災地での眼科診療	日本の眼科	82(5)	619-621	2011
鎌田 有紀、 木澤 純也、 黒坂 大次郎	水晶体乳化吸引術における創口およびサイドポートからの灌流液の漏れの影響	IOL&RS	25(1)	85-89	2011
石川 陽平、 橋爪 公平、 西郡 秀夫、 真島 行彦、 黒坂 大次郎	ステロイド誘発鶏胚白内障モデルでの semicarbazide-sensitive monoamine oxidase 阻害剤の効果	岩手医誌	63(4)	229-236	2011
黒坂 大次郎	特集 若年者の白内障手術のポイント アトピー白内障手術のポイント	IOL&RS	25(3)	328-331	2011
Ishikawa Y, Hashizume K, Kishimoto S, Tezuka Y, Nishigori H, Yamamoto N, Kondo Y, Maruyama N, Ishigami A, Kurosaka D.	Effect of vitamin C depletion on UVR-B induced cataract in SMP30/GNL knockout mice.	Exp Eye Res	94(1)	85-89	2012

Fukuda S, Kawana K, Yasuno Y, Oshika T	Repeatability and reproducibility of anterior chamber volume measurement using 3-dimensional anterior segment optical coherence tomography	J Cataract Refract Surg	37	461-468	2011
Fukuda S, Kawana K, Yasuno Y, Oshika T	Wound architecture of clear corneal incision with or without stromal hydration observed with 3-dimensional optical coherence tomography.	Am J Ophthalmol	151	413-419	2011
Lim Y, Yamanari M, Fukuda S, Kaji Y, Kiuchi T, Miura M, Oshika T, Yasuno Y	Birefringence measurement of cornea and anterior segment by office-based polarization-sensitive optical coherence tomography	Biomed Opt Express	2	2392-2402	2011
Nishina S, Suzuki Y, Yokoi T, Kobayashi Y, Noda E, Azuma N	Clinical features of congenital retinal folds	Am J Ophthalmol	153(1)	81-87 e1	2012
Kobayashi Y, Yokoi T, Yokoi T, Hiraoka H, Nishina S, Azuma N	Fluorescein staining of the vitreous during vitrectomy for retinopathy of prematurity	Retina	31	1717-1719	2011
Sawada M, Sato M, Hikoya A, Wang C-X, Minoshima S, Azuma N, Hotta Y,	A case of aniridia with unioocular Peters anomaly	J AAPOS	15	104-106	2011
Hood DC, Bach M, Brigell M, Keating D, Kondo M, Lyons JS, Marmor MF, McCulloch DL, Palmowski-Wolfe AM.	ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2011 edition)	Doc Ophthalmol	124(1)	1-13	2012

Nishimura T, Machida S, Kondo M, Terasaki H, Yokoyama D, Kurosaka D	Enhancement of ON-bipolar cell responses of cone electroretinograms in rabbits with the Pro347Leu rhodopsin mutation	Invest Ophthalmol Vis Sci	52	7610 -7617	2011
Jones BW, Kondo M, Terasaki H, Watt CB, Rapp K, Anderson J, Lin Y, Shaw MV, Yang JH1, Marc RE	Retinal remodeling in the Tg P347L Rabbit, a large-eye model of retinal degeneration	J Comp Neurol	519	2713 -2733	2011
Sanuki R, Onishi A, Koike C, Muramatsu R, Watanabe S, Muranishi Y, Irie S, Uneo S, Koyasu T, Matsui R, Chérasse Y, Urade Y, Watanabe D, Kondo M, Yamashita T, Furukawa T	miR-124a is required for hippocampal axogenesis and retinal cone survival through Lhx2 suppression	Nat Neurosci	14	1125 -1134	2011
Yasuda S, Kachi S, Kondo M, Ushida H, Uetani R, Terui T, Piao CH, Terasaki H	Significant correlation between electroretinogram parameters and ocular vascular endothelial growth factor concentration in central retinal vein occlusion eyes	Invest Ophthalmol Vis Sci	52	5737 -5742	2011
Kondo M, Sanuki R, Ueno S, Nishizawa Y, Hashimoto N, Ohguro H, Yamamoto S, Machida S, Terasaki H, Adamus G, Furukawa T	Identification of autoantibodies against TRPM1 in patients with paraneoplastic retinopathy associated with ON bipolar cell dysfunction	PLoS One	6	e19911	2011
Kitoh H, Kaneko H, Kondo M, Yamamoto T, Ishiguro N, Nishimura G	Spondylometaphyse al dysplasia with cone-rod dystrophy	Am J Med Genet A	155	845-849	2011

若年者の外傷性白内障手術のポイント

杏林アイセンター
永本 敏之

1. はじめに

眼球外傷は、開放型 (open-globe injury) と閉鎖型 (closed-globe injury) に分けられ、開放型は更に破裂 (rupture, 鈍的外傷により眼球壁の弱い部分が破裂した場合)、裂傷 (laceration, 鋭的外傷による眼球壁が全層切れている場合)、混合型 (破裂と裂傷が混在) に分けられる。更に裂傷は穿孔 (penetrating, 1箇所が全層切れている場合)、眼内異物 (intraocular foreign body)、二重穿孔 (perforating, 刺入創と刺出創があり、2箇所切れている場合) の三つに分けられる。また、閉鎖型は打撲 (contusion)、表層裂傷 (lamellar laceration, 全層ではない切り傷や挫滅)、表層異物の三つに分けられる¹⁾ (表1)。

表1 眼外傷の分類

開放型 (open-globe injury)	閉鎖型 (closed-globe injury)
1. 破裂 (Rupture)	1. 打撲 (Contusion)
2. 裂傷 (Laceration)	2. 表層裂傷 (Lamellar laceration)
穿孔 (Penetrating)	3. 表層異物
眼内異物 (Intraocular foreign body)	
二重穿孔 (Perforating)	
3. 混合型	

次に重症度であるが、開放型のうち角膜のみの裂傷は最も軽く、強角膜裂傷で輪部から5mm後方までの場合が次に軽く、輪部から5mmよりも更に後方に裂傷または破裂が及ぶ場合が最も重症であり、予後不良である²⁾。

閉鎖型のうち病変が表層 (角結膜、強膜) にしかない場合が最も軽く、前眼部のみに限られている場合が次に軽く、後眼部にまで及んでいる場合が重症である¹⁾ (表2)。

外傷性白内障は、眼外傷の27～65%に認められる^{3,4)}。その原因の多くは開放型外傷である (65～88%)^{3,4)}が、閉鎖型外傷でも起こる。性別は男性に多く、女性の1.9～5.2倍である^{3,4)}。外傷性白内障とともに後眼部の外傷性病変を伴う確率は48%とい

表2 眼外傷の重症度

開放型 (open-globe injury)	閉鎖型 (closed-globe injury)
軽症：角膜のみの裂傷	軽症：表層 (角結膜、強膜) のみ
中等度：強角膜または強膜裂傷で輪部から5mm後方まで	中等度：前眼部のみ
重症：輪部から5mmよりも更に後方に裂傷または破裂	重症：後眼部にまで及ぶ

う報告⁹⁾もある。眼外傷の視力予後は表2に示した重症度に大きく左右され、網膜、視神経の傷害程度が大きく影響し、次いで角膜、水晶体の光学系の傷害程度が影響する。小児、とくに10歳以下では弱視発症年齢であるため、弱視発症の有無も大きく影響する。眼外傷の病態は症例により様々であり、画一的な治療法があるわけではないが、有用な診察・検査手段を駆使して病状の把握に努め、網膜、視神経の傷害がある場合はその治療が優先される。

開放型眼外傷の治療では、眼球壁の修復が一次的な手術における第一目標となる。開放型軽傷例では角膜のみの損傷であり、角膜縫合をいかに適切に行うかが予後を決める重要な因子である。中等度症例においては輪部から5mm後方までの強角膜または強膜裂傷の適切な縫合が重要である。これらの軽傷・中等度開放型眼外傷例で外傷性白内障を伴っている場合、その治療は縫合と同時に一次手術で行っても二次手術として行ってもよい。ただし、全身麻酔が必要な小児の場合、弱視発生の危険性と麻酔を短期間で二度行うことの全身的な影響も考慮して、一次手術において白内障除去ならびに眼内レンズ（以下IOL）挿入まで行うことが望ましい^{5, 9, 10)}。閉鎖型眼外傷では、受傷後ある程度の期間を経て白内障が発

症することが多いが、白内障手術時にIOL挿入まで行うべきことは同様である。ただし、開放型や閉鎖型の重症例で後眼部も障害されている場合で、外傷性白内障がある場合は後眼部病変の治療を第一優先とし、状況が許せばIOL挿入まで行うという方針にすべきである。

以下に杏林アイセンター（以下 当センター）での若年者の外傷性白内障手術について報告する。

2. 当センターにおける若年者の外傷性白内障の治療

対象は1999年6月～2009年10月の期間に、外傷性白内障に対して手術を行い術後3カ月以上経過観察ができた19歳以下の11例11眼であった。性別は男児が8例8眼、女児が3例3眼（男/女=2.67）で、手術時の平均年齢は 8.2 ± 6.4 歳（0～19歳）であり、術後平均観察期間は 53 ± 40 カ月（3～134カ月）であった。鈍的（閉鎖型）外傷群と穿孔性（開放型）外傷群に分けて検討したが、鈍的外傷は4眼（36.4%）、穿孔性外傷は7眼（63.6%）で、全例片眼性であった。男児に多いこと、穿孔性が多いことはこれまでの報告と同様である。

まず、鈍的外傷群の4例4眼（表3）であるが、年

表3 鈍的（閉鎖型）外傷例の術前所見

症例	手術時年齢（歳）	性別	受傷機転	虹彩離断	前囊破裂	チン小帯断裂	前房出血	網膜剝離	外傷-手術期間（月）
1	11	男	木の棒	-	-	(+)	-	-	96
2	11	男	ゴムバンド	-	-	(+)	-	-	5.5
3	18	男	ソフトボール	(+)	(+)	-	(+)	-	1.2
4	19	男	野球	-	-	(+)	-	(+)	10

表4 鈍的（閉鎖型）外傷例の術式と術後の状態

症例	術式	IOL固定	術後最終視力	術後SE変化（患眼/健眼）	術後乱視（患眼/健眼）	術後観察期間（月）
1	IA + AV + IOL縫着	囊外	1.2	-2.00 / -0.63	0.50/0.50	94
2	PEA + CTR + IOL	囊内	1.2	0.75 / 0.25	0.50/0	28
3	虹彩縫合 + IA + IOL	囊内	0.8	-1.00 / -0.75	0/1.50	72
4	PEA + SS-CTR + IOL	囊内	1.2	-0.88 / 0.13	0.75/0.25	3

IA：吸引術、AV：前部硝子体切除術、IOL：眼内レンズ、PEA：超音波水晶体乳化吸引術、CTR：水晶体囊拡張リング、SS-CTR：部分縫着型水晶体囊内リング、SE：等価球面度数

表5 穿孔性（開放型）外傷例の術前所見

症例	年齢 (歳)	性別	受傷機転	穿孔創	前囊穿孔	後囊穿孔	虹彩穿孔	網膜穿孔	前房出血	外傷-手術期間 (日)
5	0.2	男	不明(針?)	角膜	(+)	(+)	(+)	(+)	-	3
6	2	女	はきみ	角膜	(+)	(+)	-	-	(+)	0
7	3	女	シャーペン	角膜	(+)	-	-	-	-	0
8	3	男	はきみ	角膜	(+)	-	-	-	-	0
9	4	男	不明	角膜	(+)	(+)	(+)	-	-	30
10	5	男	不明	強角膜	-	-	-	-	(+)	1,023
11	14	女	ワイヤー	角膜	(+)	-	-	-	-	1

表6 穿孔性（開放型）外傷例の術式と術後の状態

症例	術式	IOL固定	術後最終視力	術後SE変化 (患眼-健眼)	術後乱視 (患眼-健眼)	術後観察期間 (月)
5	PEA+PPC+AV+IOL	囊内	測定不能	-0.20 -1.70	0.75 0.12	23
6	IA+AV+角膜縫合	-	1.2	-3.50 -0.125	0.25 0.25	47
7	IA (2nd IOL)	囊内	1.2	-5.25 0.75	0.50 0	91
8	PEA+PPC+AV+IOL +角膜縫合	囊内	1.2	-8.00 -3.625	2.00 1.25	134
9	PEA+PPC+AV+IOL	囊内	1.0	-0.625 0.125	0.50 0.50	3
10	SL+MS+PEA+PPC +AV+IOL	囊内	手動弁	測定不能	測定不能	24
11	PEA+IOL	囊内	1.0	-1.25 -0.875	4.50 1.25	68

PPC：一次的後囊切除。2nd IOL：二次的IOL挿入術。SL：虹彩後着着剝離。MS：瞳孔括約筋放射状多数切開

年齢は全例10歳以上で全例男児であった。受傷機転はスポーツに起因するものが多かった（症例2のゴムバンドはトレーニング用）。併発症はチン小帯断裂が最も多く3眼に認められ、その他は前囊破裂、前房出血、虹彩離断、網膜剝離が各1眼であった。受傷から手術までの期間は、全例1か月以上経過しており、平均28.8か月と長かった。術式と術後の状態を表4に示した。網膜剝離を併発していた症例4は、強膜バックル手術で網膜が復位した後に白内障手術を施行していた。チン小帯断裂の3例では水晶体囊拡張リングがない時代には、前部硝子体切除とIOL縫着で対処し、最近では水晶体囊拡張リング、または部分縫着型水晶体囊内リング+IOL囊内固定で対処していた。虹彩離断に対しては10-0プロローリンで縫合整復を行っていた。前囊破裂が併発した1例は、小さな破裂が周辺部に開いていたため、そこを避け

て、その内側にcontinuous curvilinear capsulorhexis（以下CCC）を行って対処していた。術中合併症を認めたのは症例1で、前囊亀裂を生じ後囊にまで回って後囊破損となった1眼のみであった。術後合併症は、高眼圧を1例（症例3）に認めるものの、点眼治療にて眼圧は正常で、緑内障性視野変化も認めていない。術後視力は全例0.8以上で、手術時年齢が比較的良かった症例1では長期観察例により健眼よりもわずかに強い近視化を認めるものの、眼鏡で十分対処可能であった。また閉鎖型外傷であるため、術後乱視は軽度であった。

次に穿孔性（開放型）外傷例の7例7眼であるが、鈍的外傷より全体的に低年齢で、6例が6歳未満であり弱視好発年齢であった（表5）。手術時平均年齢は、鈍的外傷で14.8歳、穿孔性外傷で4.5歳であり、有意差（Welchの検定、 $p=0.0084$ ）を認めた。鈍

的外傷が男児に多かったのに対し、穿孔性では性差を認めなかった。低年齢のため受傷機転不明の場合も多かった(表5)。穿孔創は、症例10以外の6例は角膜穿孔で、症例10は強角膜穿孔であった。併発症として前囊穿孔は6例、後囊穿孔3例、虹彩穿孔2例、網膜穿孔1例、前房出血2例を認め、受傷後約3年で手術をした症例10は、虹彩炎、虹彩前・後癒着、角膜混濁を伴っていた(表5)。症例10を除いては、開放型のため受傷後早期(5例は3日以内、1例は30日目)に白内障手術を施行しており(表5)、5例は初回手術時にIOLを挿入し、1例は受傷後1カ月で二次的に挿入していた(表6)。穿孔創の処置は、小さな角膜穿孔創であったため縫合しなかったのが4例で、角膜または強角膜を縫合したのが3例であった。前囊穿孔があっても全例でCCCが完成でき、後囊穿孔があった3例中2例は後囊CCCが可能であった。白内障除去の術式として、5例で超音波水晶体乳化吸引術(以下PEA)を用いており、これら5例はIOLを囊内に固定していた。このうち14歳の1例を除いた4歳以下の4例で後発白内障の予防策として後囊CCC+前部硝子体切除を施行していた。初回手術で前囊CCCと吸引術(以下IA)を行った症例7は、1カ月後二次的に後囊切除と前部硝子体切除を行い、IOLを囊内に挿入していた。また下方角膜の裂傷で角膜縫合とPEA、前部硝子体切除術を初回手術時に行った症例6は、虹彩損傷と後囊損傷が大きく、IOLは挿入せず、術後コンタクトレンズ(以下CL)装用にて経過観察中である(表6)。術中合併症は、今回の症例では認められていない。症例10のみは特殊で、初診時年齢2歳2カ月で左眼8時の輪部付近の強角膜裂傷で虹彩が脱出陥頓しており、初回手術として強角膜縫合術を行い、眼鏡処方と健眼遮蔽により術後4カ月で視力(0.5)まで回復したものの、術後穿孔創に虹彩前癒着があり、創付近の角膜は徐々に混濁が広がり、術後2年1カ月で続発性閉塞隅角緑内障を発症し、薬剤で眼圧をコントロールしようとするも不十分で、創付近のデスメ膜瘤を来し、帯状角膜変性も出現、更に白内障が出現・進行し、視力(0.01)まで低下した症例である。二次手術としてEDTA(エチレンジアミン四酢酸)による帯状角膜混濁除去と創付近の表層角膜移植を施行し、その2

週間後に三次手術として緑内障に対する隅角癒着解離術と、瞳孔処置として虹彩後癒着剝離+瞳孔括約筋多数切開、白内障に対するPEA+後囊切除+前部硝子体切除+IOL囊内固定を行い、視力は一時(0.2)まで回復したものの、その後角膜混濁が拡大・進行し、現在術後5年1カ月で視力は手動弁にとどまっている。この1例と現在まだ2歳で視力が測定できない1例を除いた5例は(1.0)以上の視力を得ている(表6)。術後の成長に伴う近視化は、低年齢でIOLを挿入した患眼では健眼よりも強く認められた。穿孔にもかかわらず術後乱視はそれほど強くなかった(表6)。

3. 小児外傷性白内障に対する手術のポイントーその1

外傷性白内障の手術は、老人性白内障に対する手術とは大きく異なり、患者の病状に合わせて他の眼合併症への対処が必要であるとともに、白内障に関しても手術方法、粘弾性物質、機械の設定値など適宜選択する必要がある。このため術者の知識と技量が大きく予後を左右し、手術器具と機械、設備の充実度も影響する。とくに小児の場合は、手術が難しい上に弱視の危険性もあるため予後不良となりやすい。これまで報告されている小児の外傷性白内障の治療成績では、術後の視力が(0.5)以上になる割合は45~70%であり、50%前後の報告が多い^{1,2,3)}。しかし今回の杏林アイセンターの成績では、11眼中測定不能の1眼を除くと10眼中9眼で(0.8)以上、8眼で(1.0)以上と非常に良好な成績が得られた。

冒頭でも述べたように全身麻酔が必要な小児の場合、弱視発生の危険性、麻酔を短期間で二度行った場合の全身的な影響なども考慮して、一次手術において白内障除去ならびにIOL挿入まで行うことが望ましいとされている^{1,2,3)}が、今回の11症例中、特殊例の症例10を除いた10例中8例で一次手術においてIOLが挿入されており、残りの2例中1例は1カ月後に二次的に挿入され、他の1例はCL装用により、術後の矯正が適切にされ、必要に応じて健眼遮蔽がされていたことも良好な成績に貢献したと思われる。

4. 小児外傷性白内障に対する手術のポイントーその2 (閉鎖型眼外傷)

小児・若年者の鈍的外傷による閉鎖型眼外傷に伴う白内障において伴いやすい併発症は、チン小帯断裂、後囊破裂、虹彩離断、前房出血である。これらの併発症に対する処置が重要である。

前房出血がある外傷性白内障の場合、弱視発症年齢(10歳未満)においては、外傷後1週間程度で手術を行うが、それ以降の年齢では保存的療法で出血が引くのを待って眼内の状況をよく把握してから手術を行う。また、前房が出血で埋め尽くされコントロール不能の眼圧上昇がある場合や超音波検査で網膜剝離を伴っている場合には、早期に前房出血(と網膜剝離)に対して手術を行う。ただし、再出血を来しやすいとされる外傷後5日間はなるべく手術を避ける。2箇所から挿入したバイマニユアルIAで前房出血を除去し、前房内に粘弾性物質を注入した後に眼内の状況をよく観察し、その後の手術法を決める。

チン小帯断裂を伴っている場合は、断裂範囲の把握と前房内への硝子体脱出の状況がまず重要である。断裂範囲が90°以内で比較的狭い場合は、硝子体脱出を伴わないか、伴っているとしてもわずかである。サイドポートから粘弾性物質を注入して硝子体を押し戻してふたをするが、サイドポート作成時も粘弾性物質注入時も前房を虚脱させないことがまず重要である。前房虚脱は硝子体脱出を助長してしまうからである。すでに硝子体が脱出している場合は、ヒーロンV¹で脱出硝子体を硝子体腔に押し戻し、更に押し戻した硝子体上とチン小帯断裂範囲を覆うようにビスコート²を注入してから、眼圧が正常範囲になるようにヒーロンVで前房内全置換を行い、房水を完全排除する。次に2.4mm強角膜自己閉鎖創を作成し、サイドポートからチストームまたは前囊鉗子を刺入して直径5.0mmのCCCを作成する。断裂範囲が広い場合には、サイドポートから刺入したプッシュアンドブルフックをCCC縁に引っ掛けてカウンターとなる力を加えつつ、鉗子でCCCを作成する。次に高分子量粘弾性物質で360°ビスコグアイセクションを行い、前囊と最表層皮質を分離す

る。次に後端のアイレットに長い10-0ナイロンを通糸した水晶体囊拡張リングを水晶体囊赤道部に挿入する。このときにビスコグアイセクションで分離した空隙にリングを挿入し、リングと前囊の間に皮質を挟まないことと、挿入中のリングの位置がなるべく赤道部付近となるようにサイドポートから挿入したフックでコントロールすることにより、チン小帯への負荷をかけないことが重要である。下手な挿入をするとチン小帯断裂を助長してしまったり、皮質がリングと前囊の間に挟まって除去が難しくなったりしてしまう。後端アイレットに通した10-0ナイロンは、リングを除去しなければならなくなったときのためのライフラインである。長いまま邪魔にならないような位置に置き、術中に引っ掛けないように気をつける。その後最小限のハイドログアイセクションにより皮質を後囊から分離する。ヒーロンV下の過量注入は極端な眼圧上昇をもたらすため禁忌である。次にフェイコで水晶体内容を除去するが、前房内のヒーロンVを残すために吸引流量20cc/min未満、最大吸引圧200mmHg未満、ボトル高50cm以下に設定する。うまくビスコグアイセクションができていれば、フェイコだけで皮質はほとんど残らない。わずかに残った皮質をIAで除去する。その後IOLを囊内に挿入するが、6歳以下の場合はその前に後発白内障予防のために後囊CCCと2Sゲージ(以下G)前部硝子体切除(カット数800cuts/min、吸引圧400~500mmHg、ボトル高60cmが筆者の設定である)を行う。IOLを問題なく挿入できたら、ライフラインとして残しておいた10-0ナイロンを切除する。その後ボトル高50cm以下で粘弾性物質を除去し、IAチップを抜いた直後に切開創を人差し指で押さえて前房虚脱を防ぎ、サイドポートからbalanced salt solution(以下BSS)を注入して眼圧をいったん高めにしてから少し漏出させて正常化し、サイドポートと切開創の自己閉鎖を確認し、もし閉鎖していなければハイドレーションで閉鎖させ、眼圧を正常化して結膜を切開創にかぶせて縫合する。リン酸デキサメタゾンナトリウム(デカドロン)を結膜下に注射し、オフロキサシン(タリビッド)眼軟膏を点入し、眼帯をして手術終了である。

断裂範囲が90°以上である場合は、縫着による支

えが必要であるため、まず縫着用の強膜フラップを断裂範囲の中央に作成する。1～5時の断裂であれば3時ということになるが、3時と9時は縫着で硝子体出血を来す危険性が高いため、この場合は2時にずらす。断裂範囲が180°以上である場合は、この強膜フラップの180°対側にもう一つ強膜フラップを作成する。断裂範囲が90°以上である場合は、かなりの量の硝子体が前房内に脱出していて硝子体腔への押し戻しが不可能であることが多いため、両サイドポートからの25G硝子体カッターによる脱出硝子体のバイマニユアルピトレクトミーを行う。硝子体切除後に上記と同様にビスコートとヒーロンVで前房を置換し、それでも眼圧が低い場合は、チン小帯断裂領域からBSSを硝子体内に注入して眼圧を正常化させる。前房内はヒーロンV、断裂範囲上はビスコート、硝子体内はBSSという状況を作る。前述のごとく強角膜切開創作成後CCCを作成し、ビスコダイセクションを行う。断裂が180°未満の場合は、部分縫着型水晶体囊内リング(タイプ6D, Morcher社)を縫着後、通常の水晶体囊拡張リングを挿入し、断裂が180°以上240°未満の場合は縫着リング(タイプ2L, Morcher社)を縫着する。その後は上記と同様にハイドロダイセクション後に水晶体を除去し、IOLを囊内固定する。ただし断裂が180°以上の場合は、タイプ2Lでの対処以外に水晶体全切除術や軽毛様体水晶体切除術、水晶体囊内摘出術も考慮する。

後囊破裂がある場合は、白内障が徐々に進行する人が多いのと破裂縁が外傷後6週間以上で線維化する場合が多く、線維化した方が術中に破囊の拡大が起きにくく手術がやりやすいため、視力の状態に応じてではあるが、なるべく待って手術をする。手術ではハイドロダイセクションは行わず、水晶体中心部を除去後にビスコダイセクションで水晶体周辺部を囊から分離し、破裂部にビスコートを注入後、低吸引低灌流で水晶体周辺部を除去する。必要に応じて後囊CCCと前部硝子体切除を追加してなるべく囊内にIOLを挿入する。後囊の残存が不十分で囊外に固定する場合は、3ピース球面IOLを用いてCCCサイズに応じて光学部径を選択し、囊外に挿入してから光学部をCCCにキャプチャー(anterior optic capture)する。

虹彩離断の場合は、瞳孔偏位の程度に応じて修復するかどうか決定する。

5. 小児外傷性白内障に対する手術のポイントーその3 (開放型眼外傷)

開放型眼外傷による外傷性白内障の治療でまず重要なのは、穿孔創を修復するための適切な(強)角膜縫合である。ただし創が自然閉鎖している場合は、もちろん縫合の必要はない。創が小さくヒーロンVが創から滲出せず前房が保てる場合は、まず白内障手術を行ってから創を縫合する。前房が保てない場合は創を縫合してから白内障手術を行う。創縫合の基本は10-0ナイロンの端々縫合で、通条方向は創方向に直角(V字、Y字の創は図1)、深さは2/3程度に深く、最低でも1/2以上深くなければならない。

前囊裂傷に対する処置としては、裂傷が小さければCCC内に裂傷を入れてしまえばよい。裂傷が大きく周辺部まで伸びている場合は、八重式剪刀でCCCのきっかけとなる切開を裂傷部に作成後にサイドポート鑷子でCCCを作成し、1 tearまたは2 tear CCCの形とする。安定したIOLの固定を得るためには前囊CCCの可否が重要であるが、CCCが流れやすい小児・若年者においては精度が高く漏出しにくいヒーロンVと、サイドポートから挿入できるため粘弾性物質が漏れにくいサイドポート前囊鑷子を用いることにより、たとえ前囊穿孔があったとしてもほとん

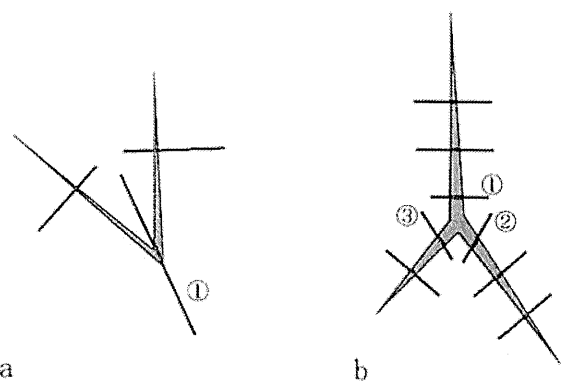


図1 角膜穿孔創の縫合
a: V字の裂傷の場合、頂点方向の縫合(1)後に創方向に直角の方向の縫合を置く。b: Y字の切創では、Yの中心部を短い縫合(1)で寄せてから、創方向に直角の方向の縫合を置く。

どすべての症例でCCCが可能である。Tearが後嚢まで伸びて後嚢破損にまで進展することを防ぐためには、術中の前房内圧変動を極力抑えることが重要で、そのためには、ハイドロダイセクションを行わないこと、低灌流・低吸引に設定すること、前房虚脱を防ぐこと（チップを抜く際には人差し指で切開創を押えてしまう）がポイントとなる。

後嚢裂傷がある場合は、鈍的外傷の項で述べた後嚢破裂と同様に対処する。

6. おわりに

以上、小児の外傷性白内障の手術のポイントについて述べた。以上のポイントは目ごろから先天白内障の手術を行ってIOLを挿入している術者にとっては、共通する項目が非常に多く比較的容易であるが、成人の白内障手術しか行っていない術者や先天白内障手術でもIOLを挿入しない術者しか行っていない術者にとっては、いざ行おうとなっていくなり行えるものではなく、かなり難しいと思われる。したがって、小児の外傷性白内障でとくに6歳以下の場合は、小児のIOL手術を多く手掛けている施設に紹介する方が賢明であると思われる。

■文献

- 1) Pieramici DJ, Sternberg P Jr, Aaberg TM Sr, et al : A system for classifying mechanical injuries of the eye (globe). The Ocular Trauma Classification Group. *Am J Ophthalmol*, **123** : 820-831, 1997.
- 2) May DR, Kuhn FP, Morris RE, et al : The epidemiology of serious eye injuries from the United States Eye Injury Registry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, **238** : 153-157, 2000.
- 3) Dannenberg AL, Parver LM, Brechner RJ & Khoo L : Penetration eye injuries in the workplace. The National Eye Trauma System Registry. *Arch Ophthalmol*, **110** : 843-848, 1992.
- 4) Slusher MM, Greven CM & Yu DD : Posterior chamber intraocular lens implantation combined with lensectomy-vitreotomy and intraretinal foreign-body removal. *Arch Ophthalmol*, **110** : 127-129, 1992.
- 5) Romelt S & Rehani U : The influence of surgery and intraocular lens implantation timing on visual outcome in traumatic cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, **248** : 1293-1297, 2010.
- 6) Staffieri SE, Ruddle JB & Mackey DA : Rock, paper and scissors? Traumatic paediatric cataract in Victoria 1992-2006. *Clin Experiment Ophthalmol*, **38** : 237-241, 2010.
- 7) Karaman K, Znaor L, Lakos V & Olujic I : Epidemiology of pediatric eye injury in Split-Dalmatia County. *Ophthalmic Res*, **42** : 199-204, 2009.
- 8) Kumar S, Panda A, Badhu BP & Das H : Safety of primary intraocular lens insertion in unilateral childhood traumatic cataract. *JNMA J Nepal Med Assoc*, **47** : 179-185, 2008.
- 9) Kuhn F : Traumatic cataract : What, when, how. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, **248** : 1221-1223, 2010.
- 10) Churchill AJ, Noble BA, Fitchells DE & George NJ : Factors affecting visual outcome in children following unioocular traumatic cataract. *Eye (Lond)*, **9** : 285-291, 1995.
- 11) Brar GS, Ram J, Pandav SS, et al : Postoperative complications and visual results in unioocular pediatric traumatic cataract. *Ophthalmic Surg Lasers*, **32** : 233-238, 2001.
- 12) Cheema RA & Lukaris AD : Visual recovery in unilateral traumatic pediatric cataracts treated with posterior chamber intraocular lens and anterior vitrectomy in Pakistan. *Int Ophthalmol*, **23** : 85-89, 1999.
- 13) Gupta AK, Grover AK & Gurha N : Traumatic cataract surgery with intraocular lens implantation in children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, **29** : 73-78, 1992.
- 14) Brady KM, Atkinson CS, Kilty LA & Hiles DA : Cataract surgery and intraocular lens implantation in children. *Am J Ophthalmol*, **120** : 1-9, 1995.
- 15) Vajpayee RB, Angra SK, Honavar SG, et al : Pre-existing posterior capsule breaks from perforating ocular injuries. *J Cataract Refract Surg*, **20** : 291-294, 1994.
- 16) Thomas R : Posterior capsule rupture after blunt trauma. *J Cataract Refract Surg*, **24** : 283-284, 1998.


 綜説

先天白内障の外科的治療

— Surgery for congenital cataracts —

永本 敏之*

はじめに

先天白内障の治療法は最近大きな変革を遂げ、ある程度良好な予後が期待できるようになった。しかし、良好な術後状態を得るためには、手術に関する高度な知識と技量が要求されるため、小児の白内障手術に長けた術者と小児眼科、特に弱視治療の専門家(医師または視能訓練士)との協力体制で治療に当たることが望ましい。

1. 手術適応と時期

現状では手術治療以外に確実な治療手段がないためほとんどの症例が手術適応であるが、術者の技量と術後の管理の問題も鑑みて手術によって現状と同じかより良好な視機能が得られる可能性が高いと考えられる場合に適応となる。たとえば3歳で混濁が軽度で視力が(0.8)という場合には手術による視力向上は期待できず、調節力を失い、術後の眼軸長延長に伴う近視化などを考えるとデメリットのほうが大きく、手術適応とはならない。しかし3歳で混濁が中等度で視力が(0.2)であれば、手術適応と考える。

視力の発達には左右眼における競争原理が強く働いている。つまり、白内障の混濁により網膜像が劣化し、さらに混濁に左右差があると、ヒトは網膜像の良好なほうの眼を使う。その結果、混濁の弱いまたはない眼では、網膜からのニューロンの活動が盛んとなり、他眼の混濁の強い眼からのニューロン活動は微弱であるため、ニューロンの活動が盛んな混濁の弱い眼からの大脳皮質視覚野におけるシナプスが優先的に形成され、視力の良好な発達につながる。一方、混濁の強い眼からのニューロンは、大脳皮質視覚野でのシナプス形成が不良となり、視力の発達も不良となる。つまり、混濁に左右差があるかどうか弱視の発生の大きなポイントであり、混濁の差に応じて弱視の程度も決まる。ただし、両眼ともに瞳孔額を隠す強い混濁がある場合は、両眼とも弱視となる。このような弱視は混濁によって形態覚が遮断(障害)されることによって発生するため形態覚遮断弱視と呼ばれる。視力の発達には生後間もない時期が非常に重要であり、生後3~4カ月までには網膜のニューロンと大脳皮質の神経細胞とのシナプスが完成してしまう。さらにこの中でも生後1~2カ月が特に重要であり、片眼性の強い混濁の場合、左右眼のシナプス形成に圧倒的な差ができてしまうため、生後6週までに手術しないと視力向上はあまり期待できない。このように先

* Toshiyuki NAGAMOTO 杏林アイセンター

Key words: 先天白内障, 眼内レンズ, 形態覚遮断弱視, congenital cataract, intraocular lens, form vision deprivation amblyopia

表1 形態覚遮断弱視治療の臨界期

片/両	臨界期
片眼性	生後6週
両眼性	生後10～14週

表2 両眼性白内障の混濁形状と形態覚遮断弱視

混濁形状	形態覚遮断弱視
層状白内障	
前極白内障	軽度
後極白内障	
核白内障	
全白内障	重度

表3 先天白内障治療の3本柱

混濁除去(手術)
屈折矯正(眼内レンズ, 眼鏡, コンタクトレンズ)
弱視訓練(健眼遮断)

白内障による形態覚遮断弱視では、治療の時期の限界があり、これを臨界期と呼んでいる。片眼性または左右差の強い両眼性の場合には6週であるが、左右差があまりない両眼性の強い混濁の場合は10～14週と考えられている(表1)。

手術時期の決定には、形態覚遮断弱視が発生しているのかどうか、もしあるならばどの程度なのかが問題である。視力が測れない2歳以下あるいは知的障害のある患児の場合、弱視の程度は混濁の形状と部位、濃さ、そして左右差による。たとえば両眼性の層状白内障、前極白内障、後極白内障は軽度弱視の場合が多いが、核白内障がある場合や全白内障は強い弱視になりやすい(表2)。強い弱視が疑われれば、できるだけ早急に手術とする。強い弱視が疑われ、臨界期も過ぎている場合は予後不良(0.1以下)が予想されるが、生直後に既に強い混濁があったかどうかは不明で、もし生直後は混濁

がないか弱かった場合は、良好な視力が得られる可能性もあるため、中等度の弱視が疑われる場合も早期に手術とする。弱視がないかあっても軽度と予想される場合は、眼球の成長を待って2歳以降、できれば8歳以降に手術とする。手術時期の決定には豊富な知識と経験、そして待つ場合は勇気が必要である。また、注意深い経過観察が必要であり、白内障が進行すれば早めの手術が必要となる。

II. 基本的治療法

先天白内障に対する基本的治療の3本柱は、混濁の除去(瞳孔領の透明性確保)、適切な屈折矯正(2歳まで眼前1m、それ以降は遠近両用で矯正)、健眼遮断(弱視訓練)である。そして問題となるのは、手術方法、屈折矯正方法(眼内レンズ、コンタクトレンズ、眼鏡)である(表3)。

III. 手術の基本方針

2011年1月現在において、私が考えている最良の方法は眼内レンズ(IOL)を囊内挿入して、術後は眼鏡で矯正する方法である。簡潔に術式を述べると、切開は3mm以下の強角膜自己閉鎖創で、4～5mm程度の前囊CCC(continuous curvilinear capsulorrhexis)(年齢によって大きさが異なる)、超音波乳化吸引装置を用いた吸引術、3～4mm程度の後囊CCC(または25Gカッターによるposterior capsulectomy)、25Gカッターによる前方1/4～1/3程度の硝子体切除、直径5.5～6.0mmのアクリルIOL囊内挿入である。ただし8歳以降は術後のYAGレーザーが可能であるため後囊切開と前部硝子体切除は行わず、成人と同様にシャープエッジのアクリルレンズを囊内に挿入する。以前は、経毛様体水晶体切除術が推奨されたこともあるが、

毛様体からのカッター挿入に伴って被襲部または扁平部裂孔が必ず形成され、挿入部位が少し後ろ過ぎると網膜裂孔が形成されてしまうため、術後の網膜剝離が多いことと、IOLの囊内固定ができないことから、特殊例に対してのみ行われる手術となっている。また、前部硝子体切除を行わずに後囊CCCに光学部を嵌め込む術式(optic capture)をGimbelが提唱し、一時期盛んに行われたが、術後数年以内に前部硝子体膜上に線維性混濁が出現する確率が高いことが報告されており、瞳孔領の透明性確保のためにはやはり後囊CCCと前部硝子体切除が最も有効であることがわかっている。またIOLを囊外固定した場合は、術後炎症の増強と遷延化、術後緑内障例の増加、術後散瞳不良例の増加、眼内レンズ偏位、瞳孔捕獲、iris chafing syndromeの発生などが危惧されるため囊内固定が望ましいことは明らかである。

小児の白内障手術は、成人の手術より遙かに難しい。特に2歳以下の乳幼児で、新生児に近ければ近いほど、困難度は増す。その理由は、①瞼裂および眼球が小さいため器具の挿入と眼内操作が難しいこと、②眼球の構成組織が薄く、柔らかく、脆弱であるため傷害を与えやすいこと、③また弾力性に富むため、前囊・後囊ともにCCCの作成が難しいこと、④水晶体囊の大きさが小さく、成人用の眼内レンズの挿入が難しい場合が多いこと、⑤手術侵襲に対する創傷治癒反応・異物反応が非常に強いことなどである。

このため、白内障手術に熟練した術者が、適切な器具を使用して、慎重かつ繊細に、極力非侵襲的に行わなければ、術後の強い炎症、フィブリン析出、前房出血、角膜浮腫、眼圧上昇、類囊胞黄斑浮腫、周辺虹彩前癒着、虹彩後癒着、続発性緑内障、線維性膜形成(主に瞳孔領)、硝子体出血、網膜前出血、網膜剝離などが出現する可能性がある。

さらにIOLを挿入する場合は、術後の合併

表4 2歳未満の手術時の毛様体刺入位置(輪部からの距離)

年齢	眼軸長	刺入位置
生後3カ月以内	18.5 mm 以下	1.5 mm
4カ月～1歳未満	18.6～19.5 mm	2.0 mm
1～2歳未満	19.6～20.5 mm	2.5 mm

症を回避するために、後囊のCCCと前部硝子体切除を行った後に確実にIOLを囊内に固定する必要がある。これにも熟練した技術が要求される。特に2歳未満では後囊CCC・前部硝子体切除後のIOL囊内固定がきわめて難しく、無理に挿入すると硝子体中に落下しやすいため、1歳以下では5.5 mm アクリルIOLを囊内固定してから25Gカッターで絨毛様体後囊切除+前部硝子体切除を行ったほうが安全である。その際の刺入位置が重要で、生後3カ月以内(眼軸長18.5 mm 以下)では輪部から1.5 mm、4カ月～1歳未満(眼軸長19.5 mm 以下)では2.0 mm、1～2歳未満(眼軸長20.5 mm 以下)では2.5 mmの位置で刺入する(年齢だけでなく眼軸長も考慮する)(表4)。

また、各種粘弾性物質の特長を生かして上手に使い分け、侵襲を最小限に止めることが肝要である。たとえば前囊CCCではヒーロンV[®]で前房深度の安定化を図り、サイドポートから挿入できる前囊鉗子で行う方法が最も成功率が高い。後囊CCCの際にはヒーロンV[®]ではなく、通常の高分子量粘弾性物質とサイドポート鉗子の組み合わせのほうが良い。その理由は、操作中に粘弾性物質が漏れて前房深度が変わっても前囊ほどCCCが流れないことと、その後に行う25Gカッターによる後囊CCCの拡大あるいは前部硝子体切除の際にヒーロンV[®]では最大吸引圧を500～600 mmHgに上げないと吸引できないが、ヒーロンV[®]がなくなるとサージのような急激な吸引が起きるため、不安定になりやすいためである。通常の高分子量粘弾性

物質では25Gカッターの最大吸引圧を400～500 mmHgにセットして安定した切除が可能である。IOL挿入の際も通常の高分子量粘弾性物質が望ましい。また乳幼児で自己閉鎖を得ることはほぼ不可能であり、縫合が必要であるが縫合後も房水漏出がある場合には、前房内に粘弾性物質を留置して手術を終了する。その際にはビスコート[®]がベストである。房水漏出があるからといって強い縫合を追加することは術後の強い乱視を発生させ屈折性弱視の要素も作ってしまうため禁忌である。

私が行っている手術の概略を述べる。開瞼器は野田氏吸引式開瞼器(2歳以下は小児用)、サイドポートは2時と9時の2カ所、ヒーロンV[®]で前房内全置換後に、12時の2.4mm強角膜自己閉鎖創作成、前囊切開はサイドポート鉗子によるCCC、水晶体内容除去は基本的に吸引術で、使用器具はフェイコハンドピース、1Aハンドピース、バイマニユアル1Aハンドピースである。高分子量粘弾性物質で眼房内全置換後に後囊と前部硝子体の処理を行う。その方法は、2～7歳は経輪部で、2歳未満は経毛様体で、年齢および眼軸長により異なっている。2～7歳の輪部アプローチでは、鉗子または25G硝子体カッターによる後囊CCC後、25Gカッターで前部硝子体切除(灌流はバイマニユアル1Aの灌流針)を行い、高分子量粘弾性物質を周辺部囊内に注入後に、硝子体内にBSSを注入し眼圧を正常化してから、IOLを囊内に挿入する(無理な場合は3ピースIOLを囊外に挿入し前囊CCCにoptic capture)。粘弾性物質除去後に、サイドポートと切開創にハイドレーションを行い、それでも自己閉鎖しない場合は10-0バイクリルで1～3糸端々縫合を行い、まだ房水漏出がある場合はビスコート[®]を前房内に留置し、結膜は10-0バイクリルで1糸埋設縫合を行っている。最後にデカドロン[®]を結膜下に注入して、開瞼器をはずし、タリビッド[®]眼軟

膏を点入し、ハードカバー&ガーゼで眼帯をして終了。2歳未満での毛様体アプローチは、5.5mmアクリソフ[®](SA30AT)を囊内挿入後に、毛様体(刺入部位は前述)から25Gカッターを挿入して後囊と前部硝子体を切除する。またYAGレーザー後囊切開が可能な8歳以上では後囊切除と前部硝子体切除はせずにIOLを囊内に挿入している(表5)。

VI. 眼内レンズの選択と術後の矯正

材質・デザインの選択：長期安定性が確認されているPMMAレンズを推奨する意見も一部にはあるが、アクリルレンズの良好な成績が小児においても続々と報告され、小児においても既にアクリルレンズがスタンダードとなったといえる。シリコンレンズは前囊の線維性混濁が強いことと、可能性は低い但術後網膜剝離に伴う硝子体切除の際に問題となることを考慮すると不適切である。アクリルレンズをインジェクターを用いて3mm以下の小切開創から挿入する。2歳未満特に生後6カ月以下では、水晶体囊が小さいために現時点ではアクリソフ[®]の小さな5.5mmシングルピース(SA30AT, Alcon)のみが比較的無理なく囊内に挿入可能である。しかし近々発売中止になるとのことで、非常に残念である。2歳以上では、アクリソフ[®]よりも長期安定性に優れたHOYAやAMOのアクリルレンズなどが良いと考えられる。2歳未満でも囊外に挿入しなければならない場合には、シングルピースのアクリソフ[®]はiris chaffing syndromeの発生率が高いことから不適切であり、3ピースアクリルレンズを選択する。

7歳以下で前部硝子体切除を行わずに、シャープエッジレンズを囊内に挿入しただけでは後発白内障を予防できないので、後囊切除と前部硝子体切除が必要である。後囊切除と前部

表5 年齢による術式の違い

	2歳未満	2～7歳	8歳以上
開瞼器	(小児用)野田氏吸引式開瞼器		
サイドポート	2時, 9時2カ所		
粘弾性物質	ヒーロンV [®]		ソフトシェル
切開創	12時2.4mm強角膜切開, 自己閉鎖創		
前囊CCC	サイドポート鉗子		
ハイドロダイセクション	全白内障, 後極白内障, 後部円錐水晶体, 前部PHPV以外は施行		
吸引術	フェイコチップ, I/A, バイマニユアルI/A		
後囊CCC	IOL挿入後経毛様体 25Gカッター	サイドポート鉗子	なし
前部硝子体切除	25Gカッター		
	経毛様体	経サイドポート	
粘弾性物質	高分子量	前房・周辺部嚢内高分子量, 硝子体内BSS	高分子量
IOL	5.5mmアクリソフ [®] シングルピース	6.0mmアクリル	
ハイドレーション	サイドポートと切開創		なし
創縫合	10-0バクリル1～3系端々縫合		通常は無し
結膜縫合	10-0バクリル1系埋没縫合		
粘弾性物質前房内留置	縫合後房水漏出の場合ビスコート [®]		なし
結膜下注射	デカドロロン [®]		
眼軟膏	タリビッド [®]		

IOL: intraocular lens, CCC: continuous curvilinear capsulorrhexis, PHPV: persistent hyperplastic primary vitreous

硝子体切除を適切に行えば、瞳孔鎖の混濁は予防できるので、シャープエッジを考慮する必要はない。ただし1歳未満では適切な後囊切除と前部硝子体切除を行っても、IOLを挿入した場合は、約50%の確率で後発白内障が生じてしまうため、その場合は25Gカッターによる切除が必要である。8歳以上ではYAGレーザー後囊切開が可能なので、わざわざ後囊切除と前部硝子体切除をして術後の網膜剥離の発生頻度を高める必要はない。成人と同様にシャープエッジレンズを嚢内に挿入するだけである。成人に比べて後発白内障発生率は高いが、100%ではない。小児に対してYAGレーザー切開をす

る場合は、再発率が高いのでやや大きめに後囊切開をすべきである。

度数選択: 私の度数選択の基準は単純である。眼球が正常に23.5mmに発達すると仮定した場合、IOL度数と成人時点での予想屈折度の関係は、+30DのIOLで-6D、+28Dで-5.2D、+27Dで-4D、+21Dで±0Dとなる。-6Dくらいであれば許容範囲であろう。私は、基本的に術後0Dとなることを狙ってIOLの度数計算(SRK-T式)をして度数を選択するが、最大度数は+28Dとして、それ以上の度数が必要な例では+28.0Dを挿入している(表6)。つまりIOLによる無理な完全矯正は目指してい