심한 유리체출혈에서 수술 중 빛간섭단층촬영의 유용성

Utility of the Intraoperative Optical Coherence Tomography for Dense Vitreous Hemorrhage

양영성¹, 손준홍¹, 박지인², 황덕진^{1,3}

Young Seong Yang¹, Joonhong Sohn¹, Ji In Park², Duck Jin Hwang^{1,3}

¹한길안과병원, ²강원대학교병원 내과, ³가톨릭관동대학교 의과대학 안과학교실

¹HanGil Eye Hospital, Incheon, Korea

²Department of Internal Medicine, Kangwon National University Hospital, Chuncheon, Korea

³Department of Ophthalmology, Catholic Kwandong University College of Medicine, Gangneung, Korea

Purpose: To evaluate the utility of intraoperative optical coherence tomography (iOCT) during pars plana vitrectomy surgery (PPV) for dense vitreous hemorrhage (VH).

Methods: The authors retrospectively reviewed medical records of 30 eyes from 30 patients in which iOCT was evaluated during PPV for dense VH that precluded preoperative OCT assessment. iOCT images were qualitatively evaluated for retinal abnormalities that might impact intraoperative or perioperative management.

Results: There were 18 males (60%) and 12 females (40%). The mean age of patients in the study was 56.0 ± 14.5 years (range: 34-86 years). The etiology for VH was proliferative diabetic retinopathy (18 eyes, 60.0%), retinal vein occlusion with neovascularization (5 eyes, 16.7%), age-related macular degeneration (2 eyes, 6.7%), retinal tear (2 eyes, 6.7%), posterior vitreous detachment (1 eye, 3.3%), retinal arterial macroaneurysm (1 eye, 3.3%) and Eale's disease (1 eye, 3.3%). iOCT revealed epiretinal membrane (7 eyes, 23.3%), tractional retinal detachment (6 eyes, 20.0%), rhegmatogenous retinal detachment (2 eyes, 6.7%) and macular edema (1 eye, 3.3%). The median number of scan sessions per case was 2.87 ± 1.61 (range: 1-8 sessions) with 4.70 ± 2.20 (range: 3-11 sessions) median total scans. The mean time at which surgery was paused to perform iOCT imaging was 3.18 ± 1.53 minutes (range: 1.70-7.17 minutes).

Conclusions: iOCT during PPV for dense VH may provide surgeons with clinically relevant information that may influence perioperative management.

Keywords: Dense vitreous hemorrhage; Intraoperative optical coherence tomography; Pars plana vitrectomy

서론

유리체출혈은 망막 혈관질환에서 가역적인 시력저하를 일으키는 흔한 질환이다[1]. 유리체출혈을 일으키는 흔한 원인들로는 증식당뇨망막병증, 망막열공, 후유리체박리, 망막정맥폐쇄, 연령관련황반변성 등이 있다[1-5]. 유리체출혈이 지속될 경우 유리

체절제술이 첫 번째 치료방법으로 알려져있다[6,7].

빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT)은 비접촉성, 비침습성 영상기술로 초음파 B-scan과 유사하나 음파 대신 적외선 계열의 광선을 사용하며 안조직에서 반사되어 나오는 반향반사지연시간을 통해 망막의 두께를 정량적으로 측정할 수 있는 진단도구이다[8]. 하지만 광학적 방법을 통한 검사

Address reprint requests to Duck Jin Hwang, MD

HanGil Eye Hospital, #35 Bupyeong-daero, Bupyeong-gu, Incheon 21388, Korea
Tel: 82-32-503-3322, Fax: 82-32-504-3322
E-mail: hallelu7@gmail.com

Received: 2017. 9. 4

Revised: 2017. 10. 19

Accepted: 2017. 10. 20

로 유리체출혈과 같은 매체의 혼탁이 심한 경우 빛의 투사나 반사가 간섭을 받아 측정이 제한될 수 있다[9,10]. 그래서 황반부를 가리는 중심부에 출혈이 있는 유리체출혈에서 수술 전 OCT를 포함한 여러 검사들이 제한을 받아 수술 계획을 세우는 데 어려움이 있다[11].

최근 몇 년 동안 수술 중 OCT (intraoperative OCT, iOCT)가 안과 수술의 보조장치로 소개되었고 유리체망막수술 중에 황반원공, 유리체황반부견인, 망막박리, 망막앞막 등 다양한 망막질환을 알아낼 수 있다고 보고하였다[12-15]. 이에 저자들은 수술 전 OCT 촬영에 제한이 있을 정도의 유리체출혈이 있어 출혈의 정확한 원인을 알 수 없는 유리체출혈환자의 수술을 시행하면서 유리체출혈 외 어떤 유리체망막 소견이 동반되어 있는지 알아보고, 수술 중 빛간섭단층촬영의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2016년 9월부터 2017년 3월까지 본원 안과에 내원하여 수술 당시에 안저검사상 안저반사가 소실되고 시신경 및 주변부 망막혈관이 보이지 않을 정도의 유리체출혈로 인해 유리체절제술을 시행하면서 iOCT를 촬영한 30명 30안을 대상으로 후향적으로 분석하였다. 본 연구는 한길안과병원 연구시험윤리위원회 (institutional review board, IRB)의 승인을 받았고 의학연구윤리강령인 헬싱키 선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였다.

모든 환자를 대상으로 나이, 성별, 동반 질환, 이전 유리체절제술 시행 여부, 수술 전 시력, 수술 전 안압을 파악하였다. 모든 수술은 25계이지 유리체절제술을 RESCAN 700 (Carl Zeiss Meditec, Oberkochen, Germany) 수술현미경을 이용하여 시행하였으며, 한 명의 수술자가 수술을 집도하였다. 수정체혼탁이 있는 경우 유리체절제술과 함께 수정체초음파유화술 및 인공수정체삽입술을 같이 시행하였다. 수술자는 유리체절제술 중 iOCT 영상을 활용하여 수술자의 판단하에 추가적인 치료를 시행하였으며 iOCT 장비를 이용한 session 횟수(수술 중 OCT 화면을 켜고 volume scan으로 이미지를 구성하여 review 화면을 본 횟수)와 iOCT를 이용한 scan 횟수(수술 중 OCT 화면을 켜서 망막 상태를 확인한 횟수) 및 수술 중 iOCT를 사용하기 위해 중단된 시간을 함께 기록하였다. 통계학적 분석은 SPSS ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

결과

총 30명의 환자 중 남자가 18명(60%), 여자가 12명(40%)이었고 평균 나이는 56.0 ± 14.5 세(34-86세)였다. 당뇨가 있는 환자

가 20명, 고혈압이 있는 환자가 14명, 심장질환이 있는 환자가 2명, 뇌혈관질환이 있는 환자가 1명이 있었다(Table 1). 22안에서는 유리체절제술과 함께 수정체초음파유화술 및 인공수정체삽입술을 같이 시행하였다.

수술 중 알아낸 유리체출혈을 일으킨 원인으로 증식성당뇨 망막병증(18안, 60.0%), 신생혈관이 동반된 망막정맥폐쇄(5안, 16.7%), 나이관련황반변성(2안, 6.7%), 망막열공(2안, 6.7%), 후 유리체박리(1안, 3.3%), 망막동맥대혈관류(1안, 3.3%), 일스병(1안, 3.3%)으로 확인되었다(Table 2).

수술 중 iOCT를 이용하여 망막앞막(7안, 23.3%), 견인성망막박리(6안, 20.0%), 열공성망막박리(2안, 6.7%), 황반부종(1안, 3.3%)을 확인하였다(Table 3). 이 중 망막앞막 4안과 황반부종 1안은 수술자가 인지하지 못하고 iOCT 상으로만 확인이 가능하였다. 수술자의 판단하에 유리체강내 항혈관내피세포성장인자 주입술(19안, 63.3%), 망막앞막제거술(7안, 23.3%), 실리콘기름 주입술(3안, 9.9%), 과불화프로판(C3F8) 가스주입술(1안, 3.3%)

Table 1. Baseline characteristics of the patients

Characteristics	Value
Number of eyes (patients)	30 (30)
Age (years)	56.0 ± 14.5
Sex (male/female)	18/12
Diabetes mellitus	20 (66.7)
Hypertension	14 (46.7)
Cardiovascular disease	2 (6.7)
Cerebrovascular disease	1 (3.3)
Number of eyes with previous vitrectomy Hx.	2 (6.7)
Preoperative BCVA (logMAR)	1.88 ± 0.90
Preoperative IOP (mmHg)	15.70 ± 3.57
Duration from diagnosis to surgery (days)	26.30 ± 23.27

Values are presented as number (%) or mean $\pm$ standard deviation. Hx. = history; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of minimal angle of resolution; IOP = intraocular pressure.

Table 2. Intraoperative diagnosis of dense vitreous hemorrhage

Final diagnosis	Number of eyes
Proliferative diabetic retinopathy	18 (60.0)
Retinal vein occlusion with neovascularization	5 (16.7)
Age-related macular degeneration	2 (6.7)
Retinal tear	2 (6.7)
Posterior vitreous detachment	1 (3.3)
Retinal arterial macroaneurysm	1 (3.3)
Eale's disease	1 (3.3)

Values are presented as n (%).

Table 3. Diagnosis of comorbid retinal disorder during vitrectomy by iOCT

Comorbid retinal disorder	Number of eyes
Epiretinal membrane	7 (23.3)
Tractional retinal detachment	6 (20.0)
Rhegmatogenous retinal detachment	2 (6.7)
Macular edema	1 (3.3)

Values are presented as n (%).

iOCT = intraoperative optical coherence tomography.

Table 4. Time implication for performing iOCT during surgery

	Value
Scan sessions	2.87 ± 1.61 (1-8)
Total scans	4.70 ± 2.20 (3-11)
Total duration surgery paused for iOCT imaging (minutes)	3.18 ± 1.53 (1.70-7.17)

Values are presented as mean ± standard deviation (range).

iOCT = intraoperative optical coherence tomography.

등을 시행하였다.

수술 중 iOCT를 이용한 평균 session 횟수는 2.87 ± 1.61 회(1-8회)였으며, 수술 중 빛간섭단층촬영 장비를 이용한 평균 scan 횟수는 4.70 ± 2.20 회(3-11회)였다. 수술 중 빛간섭단층촬영을 하기 위해 중단된 평균 시간은 3.18 ± 1.53 분(1.70-7.17분)이었다(Table 4).

대표 증례

증례 1

59세 여자로 수술 직전 시행한 검사에서 좌안 교정시력 안전수지였다. 수술 전 안저사진에서 유리체출혈로 인하여 망막이 관찰되지 않았다(Fig. 1A). 수술로 유리체출혈을 제거하고 난 후 망막분지정맥폐쇄를 진단하였고 iOCT를 이용하여 낭포황반부종을 발견하였으며 망막전막은 관찰되지 않았다(Fig. 1B). 수술 중 유리체강내 항혈관내피세포성장인자 주입술과 산발레이저 광응고술(scatter laser photocoagulation)을 시행하였고 추가적인 막제거술은 시행하지 않았다.

증례 2

68세 여자로 내원 당시 시행한 검사에서 우안 교정시력 안전수지였다. 수술 전 안저사진에서 유리체출혈로 인하여 망막이 관찰되지 않았다(Fig. 2A). 진단 3달 후에 수술을 시행하였고 수술 중 오래된 유리체출혈을 제거하였다. 수술로 유리체출혈을 제거하고 난 후 iOCT를 통하여 맥락막신생혈관과 함께 망막

Figure 1. Case 1. (A) Fundus photograph of non-clearing vitreous hemorrhage. (B) Branched retinal vessel obstruction was diagnosed after removal of vitreous hemorrhage. Intraoperative optical coherence tomography revealed cystoid macular edema (white arrow) and no epiretinal membrane.

하액이 관찰되어 나이관련황반변성으로 인한 유리체출혈로 진단하고 수술 중 유리체강내 항혈관내피세포성장인자 주입술을 시행하였다(Fig. 2B).

고찰

심한 유리체출혈이 있는 경우 유리체출혈의 원인을 알아내기가 힘들며 원인을 추정하기 위해서는 정밀한 안과적 검사뿐만 아니라 환자의 나이와 성별, 기저 질환, 약물 복용력, 외상 과거력, 혈액 검사 및 과거 안과 진료 기록 등이 이용된다[1,5]. 그래서 유리체출혈이 있는 경우 수술 전 정확한 안과 검사가 힘들기 때문에 어떠한 유리체망막질환을 동반하고 있는지 알기 어려워 수술 계획을 구상하는 데 한계가 있고 수술 중에도 망막막제거술이나 유리체강내 주사치료 등 추가적인 치료를 결정하는 것 역시 어렵다[11].

본 연구에서는 유리체출혈을 일으킨 원인질환으로 증식성당뇨망막병증이 30안 중 18안으로 가장 많았으며 신생혈관이 동반된 망막정맥폐쇄, 나이관련황반변성, 망막열공 등이 뒤를 이었는데 이는 기존의 연구들과 비슷한 결과였다[1-5]. 그리고 수술 중 iOCT를 이용하여 망막앞막, 견인성망막박리, 열공성망막박리, 망막부종 등을 확인할 수 있었는데 수술 중 소견을 토대

Figure 2. Case 2. (A) Fundus photographs of non-clearing vitreous hemorrhage. (B) Intraoperative optical coherence tomography revealed choroidal neovascular membrane with subretinal fluid (white arrows) after removal of vitreous hemorrhage. Vitreous hemorrhage associated with age-related macular degeneration was diagnosed and intravitreal anti-vascular endothelial growth factor injection was performed during surgery.

로 추가적인 막제거술, 유리체강내 항혈관내피세포성장인자 주입술 등을 시행할 수 있었다.

OCT를 수술 중 사용하는 데 있어서 처음으로 직면한 문제는 휴대화할 수 있게 경량화하는 것과 누워있는 환자로부터 이미지를 얻어낼 수 있는 기술이었는데, 경량화된 휴대용 OCT가 개발되어서 2000년대 중반부터 수술 중에 사용되기 시작하였다[16,17]. 휴대용 OCT가 수술방에서의 진단의 용이함을 제공하였지만 이미지의 정밀도와 재현성이 떨어지는 단점이 보고되었다[12,15,18-21]. 그 뒤로 현미경에 휴대용 OCT를 장착하고 현미경 발판을 이용하여 초점과 측면 및 수직 편차를 제어할 수 있는 장치가 개발되었고 이것은 휴대용 OCT보다 향상된 이미지의 안정성과 재현성을 보고하였다[15,18]. 최근에는 Lumera 700 (Carl Zeiss Meditec, Oberkochen, Germany) 수술 현미경에 OCT가 결합된 RESCAN 700이 개발되었는데, 이것은 수술자가 수술 현미경을 보는 상태에서 'real-time' 이미지를 통해 수술 중 기구의 조작으로 인한 조직의 변화까지 헤드업 디스플레이로 동시에 이미지를 확인할 수 있는 장점이 있다[22,23]. iOCT 사용에 관한 기존 연구에서 PIONEER 연구의 2년 결과는 수술 중 현미경에 장착된 OCT의 실행과 유용성에 관하여 보고하였고, iOCT에서 수집한 정보가 수술자의 의사 결정에 어떻게 도움이

되는지 발표하였다[19]. 연속적으로 DISCOVER 연구에서 수술 현미경과 결합된 OCT의 유용성에 대한 결과를 발표하였다[23].

본 연구는 iOCT를 사용한 소수의 증례를 후향적으로 분석하였다는 제한점이 있으나, 수술 전 정확한 안과검사를 할 수 없는 유리체출혈 환자에서 iOCT가 유용할 수 있음을 국내 최초로 고찰해 보았다는 데에 의의가 있다. 대상안 중 망막앞막이나 망막부종이 동반돼 있어 수술 중 iOCT 검사가 도움이 될 수 있는 경우가 전체의 26.6%로 나타났는데, 망막앞막이 있을 경우 망막앞막제거술을 추가로 시행하고 망막부종이 있을 경우 유리체강내 항혈관내피세포성장인자 주입술 등을 추가로 시행할 수 있어 수술 중 추가적인 시술을 결정하는 데 도움을 주었다. 그리고 황반부뿐만 아니라 주변부에 있는 국소적인 열공성망막박리나 견인성망막박리의 진단에도 도움이 되었다. iOCT의 사용은 수술자에게 수술 중 망막의 구조에 대한 정보를 주기 때문에 수술 전 안과검사가 어려운 심한 유리체출혈 환자의 수술에 있어서 수술자의 판단하에 추가적인 술기 선택에 도움을 줄 수 있다고 생각된다.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts to disclose.

References

1. Spraul CW, Grossniklaus HE. Vitreous hemorrhage. *Surv Ophthalmol* 1997;42:3-39.
2. Butner RW, McPherson AR. Spontaneous vitreous hemorrhage. *Ann Ophthalmol* 1982;14:268-70.
3. Dana MR, Werner MS, Viana MA, Shapiro MJ. Spontaneous and traumatic vitreous hemorrhage. *Ophthalmology* 1993;100:1377-83.
4. Lean JS, Gregor Z. The acute vitreous hemorrhage. *Br J Ophthalmol* 1980;64:469-71.
5. Lindgren G, Sjödel L, Lindblom B. A prospective study of dense spontaneous vitreous hemorrhage. *Am J Ophthalmol* 1995;119:458-65.
6. Early vitrectomy for severe vitreous hemorrhage in diabetic retinopathy. Two-year results of a randomized trial. Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study report 2. The Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group. *Arch Ophthalmol* 1985;103:1644-52.
7. Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. Randomized clinical trial evaluating intravitreal ranibizumab or saline for vitreous hemorrhage from proliferative diabetic retinopathy. *JAMA Ophthalmol* 2013;131:283-93.

8. Massin P, Vicaud E, Haouchine B, et al. Reproducibility of retinal mapping using optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1135-42.
9. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
10. Kholodnykh AI, Petrova IY, Larin KV, et al. Precision of measurement of tissue optical properties with optical coherence tomography. *Appl Opt* 2003;42:3027-37.
11. Ehlers JP, Griffith JF, Srivastava SK. Intraoperative optical coherence tomography during vitreoretinal surgery for dense vitreous hemorrhage in the pioneer study. *Retina* 2015;35:2537-42.
12. Ehlers JP, Ohr MP, Kaiser PK, Srivastava SK. Novel microarchitectural dynamics in rhegmatogenous retinal detachments identified with intraoperative optical coherence tomography. *Retina* 2013;33:1428-34.
13. Binder S, Falkner-Radler CI, Hauger C, et al. Feasibility of intrasurgical spectral-domain optical coherence tomography. *Retina* 2011;31:1332-6.
14. Dayani PN, Maldonado R, Farsiu S, Toth CA. Intraoperative use of handheld spectral domain optical coherence tomography imaging in macular surgery. *Retina* 2009;29:1457-68.
15. Ray R, Barañano DE, Fortun JA, et al. Intraoperative microscope-mounted spectral domain optical coherence tomography for evaluation of retinal anatomy during macular surgery. *Ophthalmology* 2011;118:2212-7.
16. Scott AW, Farsiu S, Enyedi LB, et al. Imaging the infant retina with a hand-held spectral-domain optical coherence tomography device. *Am J Ophthalmol* 2009;147:364-73.e2.
17. Chavala SH, Farsiu S, Maldonado R, et al. Insights into advanced retinopathy of prematurity using handheld spectral domain optical coherence tomography imaging. *Ophthalmology* 2009;116:2448-56.
18. Ehlers JP, Dupps WJ, Kaiser PK, et al. The prospective intraoperative and perioperative ophthalmic imaging with Optical Coherence Tomography (PIONEER) study: 2-year results. *Am J Ophthalmol* 2014;158:999-1007.
19. Ehlers JP, Petkovsek DS, Yuan A, et al. Intrasurgical assessment of subretinal tPA injection for submacular hemorrhage in the PIONEER study utilizing intraoperative OCT. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2015;46:327-32.
20. Ehlers JP, Tam T, Kaiser PK, et al. Utility of intraoperative optical coherence tomography during vitrectomy surgery for vitreomacular traction syndrome. *Retina* 2014;34:1341-6.
21. Ehlers JP, Xu D, Kaiser PK, et al. Intrasurgical dynamics of macular hole surgery: an assessment of surgery-induced ultrastructural alterations with intraoperative optical coherence tomography. *Retina* 2014;34:213-21.
22. Ehlers JP, Kaiser PK, Srivastava SK. Intraoperative optical coherence tomography using the RESCAN 700: preliminary results from the DISCOVER study. *Br J Ophthalmol* 2014;98:1329-32.
23. Ehlers JP, Goshe J, Dupps WJ, et al. Determination of feasibility and utility of microscope-integrated optical coherence tomography during ophthalmic surgery: the DISCOVER Study RESCAN Results. *JAMA Ophthalmol* 2015;133:1124-32.

심한 유리체출혈에서 수술 중 빛간섭단층촬영의 유용성

목적: 심한 유리체출혈 환자의 유리체절제술 중 빛간섭단층촬영의 유용성에 대해서 알아보려고 하였다.

대상과 방법: 수술 전 빛간섭단층촬영이 어려운 유리체출혈로 유리체절제술을 받은 환자에서 수술 중 빛간섭단층촬영을 시행한 30명 30안을 대상으로 수술 중 유리체출혈 외 어떤 유리체망막 소견이 동반되어 있는지 알아보고 그 유용성을 알아보았다.

결과: 남자 18명(60%), 여자 12명(40%)이었고 평균 나이는 56.0 ± 14.5 세(34–86세)였다. 유리체출혈을 일으킨 원인으로 증식성당뇨망막병증(18안, 60.0%), 신생혈관이 동반된 망막정맥폐쇄(5안, 16.7%), 나이관련황반변성(2안, 6.7%), 망막열공(2안, 6.7%), 후유리체박리(1안, 3.3%), 망막동맥대혈관류(1안, 3.3%), 일스병(1안, 3.3%)으로 확인되었다. 유리체절제술 중 빛간섭단층촬영으로 망막앞막(7안, 23.3%), 견인성망막박리(6안, 20.0%), 열공성망막박리(2안, 6.7%), 황반부종(1안, 3.3%)을 확인할 수 있었다. 수술 중 빛간섭단층촬영 장비를 이용한 평균 session 횟수는 2.87 ± 1.61 회(1–8회)였으며, 수술 중 빛간섭단층촬영 장비를 이용한 평균 scan 횟수는 4.70 ± 2.20 회(3–11회)였다. 수술 중 빛간섭단층촬영을 하기 위해 중단된 평균 시간은 3.18 ± 1.53 분(1.70–7.17분)이었다.

결론: 심한 유리체출혈로 유리체절제술을 할 경우 수술 중 빛간섭단층촬영이 수술 중 정보획득에 도움을 주고, 수술 중 치료 선택에 도움을 줄 수 있다.