

23게이지 미세절개유리체절제술 후 안구 표면 pH의 단기 변화

Short-term Changes in Ocular Surface pH after 23-gauge Microincision Vitrectomy Surgery

오준호¹ · 박수진¹ · 강동진² · 강용구¹ · 신재필¹ · 박동호¹

Jun Ho Oh, MD¹, Su Jin Park, MD¹, Dong Jin Kang, MD², Yong Koo Kang, MD¹, Jae Pil Shin, MD, PhD¹,
Dong Ho Park, MD, PhD¹

경북대학교 의과대학 경북대학교병원 안과학교실¹, 메트로안과²

Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kyungpook National University, Kyungpook National University Hospital¹, Daegu, Korea
Metro Eye Clinic², Daegu, Korea

Purpose: This study aimed to investigate changes in ocular surface pH after 23-gauge microincision vitrectomy surgery.

Methods: This retrospective study included 42 patients who underwent 23-gauge microincision vitrectomy. Best-corrected visual acuity and intraocular pressure were measured. Fundus examination, color fundus photography, and spectral-domain optical coherence tomography were performed. Chemosis was evaluated once a day after surgery, and the ocular surface pH was measured using a microelectrode on the day before surgery and every day up to day 5 after surgery.

Results: A total of 42 eyes in 42 patients were examined. The average age was 63.7 years. The indications for surgery included epiretinal membrane in 14 eyes (33.3%), vitreous hemorrhage in 11 eyes (26.2%), macular hole in 11 eyes (26.2%), and rhegmatogenous retinal detachment in six eyes (14.3%). Although the mean ocular surface pH increased from 7.12 ± 0.04 to 7.55 ± 0.04 on the first day after surgery ($p < 0.001$), it gradually decreased to 7.41 ± 0.03 from the second day postoperatively ($p < 0.001$). It was subsequently measured as 7.33 ± 0.04 on the third day ($p < 0.001$) and 7.23 ± 0.03 on the fourth day ($p < 0.001$) postoperatively. On the fifth postoperative day, the ocular surface pH further decreased to 7.15 ± 0.03 ($p = 0.152$) and recovered to the preoperative state. A statistically significant correlation was found between the change in ocular surface pH and the chemosis grade ($p = 0.001$).

Conclusions: After 23-gauge microincision vitrectomy surgery, the ocular surface pH shifted temporarily in the alkaline direction within a physiological range correlated with chemosis and intravitreal tamponade usage.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(2):216-221

Keywords: 23-gauge microincision vitrectomy surgery, Chemosis, Ocular surface pH, Tamponade

■ Received: 2020. 6. 30. ■ Revised: 2020. 9. 27.

■ Accepted: 2021. 1. 23.

■ Address reprint requests to **Dong Ho Park, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Kyungpook National University
Hospital, #130 Dongdeok-ro, Jung-gu, Daegu 41944, Korea
Tel: 82-53-200-5806, Fax: 82-53-426-6552
E-mail: DongHo_Park@knu.ac.kr

* DHP is financially supported by the Basic Science Research Program of the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Korean government (Ministry of Science and ICT) (2019R1A2C1084371), and the Korea Health Technology R&D Project of the Korea Health Industry Development Institute (KHIDI), funded by the Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (HI16C1501).

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

미세절개침을 이용한 미세절개유리체절제술(micro incision vitrectomy surgery, MIVS)은 최근 유리체 및 망막질환의 수술 방법으로 가장 널리 시행되는 방법이다. 광각관찰시스템과 고속절제시스템, 미세절개침 등의 유리체절제술의 기술의 발전에 따른 MIVS는 수술 시간 및 회복 시간의 감소, 수술 후 유발되는 난시를 줄여주는 등의 효과로 이전보다 더 좋은 수술 결과를 보여주었다.¹ 하지만, 백내장, 녹내장, 수술 후 저안압, 고안압증, 염증, 황반부종 등의 유리체절제술 시행 후 발생할 수 있는 합병증에 대한 관리는 여전히

© 2021 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

히 중요한 문제로 남아있다.^{2,5} 그렇기 때문에 유리체절제술 후 발생할 수 있는 감염을 막고 염증을 감소시키기 위한 목적으로 점안제를 사용한다. 점안제는 국소 부위에 점안하여 약물이 안구에 바로 전달되기 때문에 전신에 미치는 부작용이 적은 반면, 안구 내의 직접적인 흡수를 촉진하는 장점이 있다. 하지만 점안제를 사용하는 데 있어 환자들이 불편감을 호소하기도 하며, 안구 약물의 진입을 제한하기 위해 존재하는 다양한 생물학적 요인으로 인해 생체 이용률이 낮다는 단점도 있다.⁶

눈물과 안구 표면 pH는 외부로부터 눈을 지키는 중요한 방어기전으로 작용하며, 이는 점안제의 각막투과도에 영향을 끼친다고 알려져 있다.⁷ Thygesen and Jensen⁸은 백내장 낭외적출술 후 안구 표면에서 일어나는 염증 반응으로 인해 눈물의 pH가 변한다는 내용을 보고하였으며 다른 연구들에서는 안구 표면 pH는 약물의 이온화에 영향을 주어 점안제의 효용성과 관계가 있다고 밝힌 바 있다.⁹⁻¹¹ 따라서 본 연구에서는 23게이지 MIVS 후 안구 표면 pH의 단기 변화를 확인하고, 안구 표면 pH의 변화에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 하였다.

대상과 방법

2015년 2월부터 2015년 7월까지 23게이지 MIVS를 시행한 42명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 본 연구는 경북대학교병원 임상시험심사위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 진행하였으며(승인 번호: 2020-01-015), 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였고, 모든 대상 환자에 대한 사전 동의가 이루어졌다.

연구 대상은 열광망막박리, 황반원공, 망막전막, 유리체 출혈을 진단받고 23게이지 MIVS를 시행한 42명의 환자를 대상으로 하였다. 이전에 안과 수술을 받은 병력이 있는 환자, 결막이완증, 안검염, 안구건조증, 결막염, 화학화상, 외상, 안내염 등의 동반 질환이 있는 환자들은 연구 대상에서 제외하였다. 또한, 한가지 이상의 점안제를 사용 중이거나 콘택트렌즈를 사용하여 안구 표면에 영향을 끼칠 수 있는 환자들도 연구 대상에서 제외하였다.

수술 전과 후의 최대교정시력 및 안압을 측정하였고 세극등검사, 안저검사, 컬러안저촬영, 빛간섭단층촬영(Spectral domain optical coherence tomography, Spectralis; Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany)을 시행하였다. 결막부종에 대한 평가는 수술 후 1일째에 한 번만 시행하였다. 수술 후 1일에 결막부종의 등급에 대하여 평가를 시행하였고 안구표면 pH는 유리체절제술 전일부터 수술 후 5일까지 양안에 매일 측정하였다.

수술 방법

모든 환자에게 구후마취를 시행하였으며 수술은 숙련된 망막 전문의 한 명이 시행하였다. 각막윤부에서 4.0 mm 떨어진 위치에 23게이지 Stiletto blade (45° angle; BD Medical-Ophthalmic systems, Franklin Lakes, NJ, USA)를 15-35° 정도 비스듬하게 삽입하여 공막절개창을 만들고, 23게이지 캐놀라를 상이측, 하이측, 상비측에 연결하였다. 유리체절제술과 백내장수술을 병행한 경우 12시 방향에 투명각막절개 후 수정체유화술을 시행하였으며 액체공기교환술 시행 전에 인공수정체를 삽입하였다. 수술은 23게이지 유리체절제기(Accurus; Alcon laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)를 통해 이루어졌다. 진단에 따라 액체공기교환술, 안내충전물 삽입을 추가로 시행하여 수술 과정에서 세부적인 차이가 있었다. 봉합사가 안구 표면에 미치는 영향을 배제하기 위해 공막절개창과 결막은 봉합 없이 수술을 마쳤다.

안구 표면 pH 측정

Abelson et al¹²의 연구 방법을 참고하여 안구 표면 pH를 미세전극으로 측정하였다. 마이크로 결합 pH 탐침(9810BN; Orion Microelectronics Corp., Irvine, CA, USA)을 pH 측정기(Orion Star A211 pH Benchtop Meter with Electrode Stand; Orion Microelectronics Corp., Irvine, CA, USA)에 연결하여 산도를 측정하였다. 대상 환자에게 눈을 30분 동안 감도록 하여 안정된 상태에서 안구 표면의 pH를 측정하였다. 마이크로 전극 pH 탐침을 아래결막원개의 가장 깊은 곳에 삽입하여 미세전극의 끝부분이 내측으로 향하게 하였다(Fig. 1). 전극을 삽입한 직후 눈을 감아 pH 측정기가 안정화되도록 5-10초간 기다린 다음, 안정화된 상태에서 측정된 pH를 기록하였다. 매일 아침 오전 8시에 반복 측정하

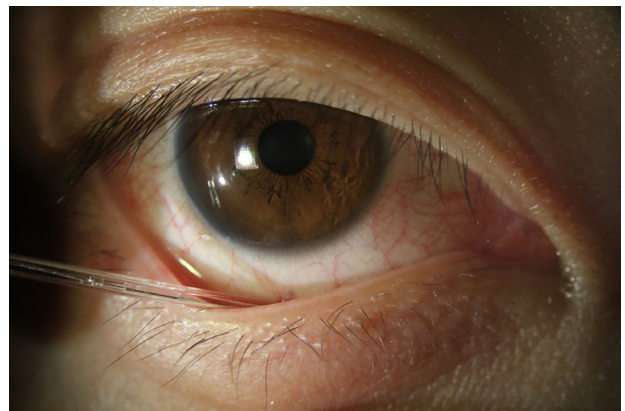


Figure 1. Image of slit-lamp biomicroscopy. It shows how to measure ocular surface pH by placing microelectrode in the inferior fornix.

여 일중 변동과 점안제에 의한 영향을 최소화하였다. 수술 후 사용하는 점안제는 아침 pH 측정 후에 점안하도록 하였다. 안구 표면 pH는 수술 전날, 수술 후 1일에서 5일까지 매일 측정하였으며 안구 표면 pH의 변화는 수술 전 측정값과 수술 후 1일의 측정값 사이의 평균 변화로 정의하였다.

결막부종 등급 측정

European Group on Graves' Orbitopathy에서 정의한 결막부종을 측정하는 방법을 참고하였다.¹³ 제일안위(primary gaze)에서 공막과 결막에서 분리되는 지점이 눈꺼풀 틈새 높이의 1/3보다 높게 위치할 때 이를 결막부종이라 정의하였다. 결막은 상이측, 상비측, 하이측, 하비측 총 네 군데로 나누었으며, 각 사분면에서 결막부종의 유무에 따라 0점 혹은 1점으로 평가하였다. 결막부종의 등급은 각 사분면에서 결막부종 점수의 총합으로 계산하여 0점에서 4점까지로 평가하였다. 결막부종의 등급에 대한 평가는 수술 후 1일에 한 번만 시행하였다.

통계분석

통계분석을 위해 SPSS software version 18.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 반복측정 분산분석(repeated measure analysis of variance)을 통해 수술 후 1일에서 5일까지 측정된 안구 표면 pH의 변화를 비교하였으며, 통계의 유의성을 확인하기 위해 Bonferroni 사후 검정을 시행하였다. 안구 표면 pH의 변화와 수술 관련 인자의 상관관계를 알아보기 위해 Mann-Whitney U test,

Kruskal-Wallis test, Spearman의 상관성 검정을 시행했다. 수술 후 결막부종에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 Chi-square test와 t-test를 시행하였다. *p*값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

본 연구는 총 42명, 42안의 환자를 대상으로 연구를 시행하였다. 평균 연령은 63.7 ± 11.3세였으며, 성별은 남자 21명, 여자 21명으로 비율이 같았다. 수술 적응증으로는 망막전막이 14안(33.3%), 유리체출혈이 11안(26.2%), 황반원공이 11안(26.2%), 열공망막박리가 6안(14.3%)이었다. 전체 대상 중 수정체안은 36안(85.7%)이었고, 인공수정체안은 6안(14.3%)이었고 수정체안 36안 중 32안(78.6%)에서는 유리체절제술과 백내장수술을 병행하였다. 충전물로는 C₃F₈ 14% 가스를 12안에서(28.6%), 멸균 공기를 7안(16.7%)에서 사용하였다. 반면, 23안(54.8%)에서는 충전물을 사용하지 않고 유리체 공간을 평형염액(Balanced Salt Solution®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)으로 채운 채 수술을 종료하였다(Table 1). 모든 환자에서 수술 중 및 수술 후의 경과 관찰 기간 동안 합병증은 발생하지 않았다.

안구 표면 평균 pH의 경과

수술 전 안구 표면 평균 pH와 비교해 보았을 때, 수술 후 1일째에 7.55 ± 0.04로 증가하였으나(*p*<0.001), 수술 후 2일째부터 7.41 ± 0.03으로 점차 감소하여(*p*<0.001), 3일째에 7.33 ± 0.04 (*p*<0.001), 4일째에 7.23 ± 0.03 (*p*<0.001)으로 측정되어 각각 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 수술 후 5일째 안구 표면 pH는 7.15 ± 0.03 (*p*=0.152)으로 더욱 감소하여 수술 전 상태로 회복되었다. 반면, 수술하지 않은 반대안의 안구 표면 pH는 연구 기간 동안 변화 없이 안정적으로 유지되었다(Fig. 2). 수술 전과 수술 후 5일째에 안구 표면 pH는 수술안과 수술하지 않은 반대안 간에 유의한 차이가 없었으나, 수술 후 1일째부터 4일째까지는 수술안의 안구 표면 pH가 더 높은 것으로 확인되었으며, 이는 통계적으로 유의한 결과를 보였다(각각, *p*<0.05).

안구 표면 pH 관련 인자 분석

안구 표면 pH의 변화는 남성(0.43 ± 0.08)과 여성(0.42 ± 0.05) 간에 유의한 차이가 없었다(*p*=0.677). 유리체절제술과 백내장수술을 병합하여 시행한 환자에서 안구 표면 pH의 변화(0.43 ± 0.07)는 유리체절제술만 시행한 환자의 안구 표면 pH 변화(0.41 ± 0.06)보다 pH의 변화가 더 크지만 유의한 결과를 보이지는 않았다(*p*=0.432). 눈 속 충전물을

Table 1. Demographics and clinical characteristics

Subject	Value
Number of eyes	42
Age (years)	63.7 ± 11.3 (47-82)
Sex	
Male	21 (50.0)
Female	21 (50.0)
Lens	
Phakic	36 (85.7)
Pseudophakic	6 (14.2)
Retinal disease	
Epiretinal membrane	14 (33.3)
Vitreous hemorrhage	11 (26.2)
Macular hole	11 (26.2)
Rhegmatogenous retinal detachment	6 (14.3)
Intraocular tamponade	
None	23 (54.8)
C ₃ F ₈ 14% gas	12 (28.6)
Sterile air	7 (16.7)

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

삽입한 환자들의 경우, 멸균가스를 주입한 환자(0.43 ± 0.03)와 눈 속 충전물이 없는 환자(0.40 ± 0.06)보다 C3F8 14% 가스를 사용한 환자(0.48 ± 0.07)에서 안구 표면 pH의 변화가 가장 컸으며, 이는 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p=0.008$). 열공망막박리 환자(0.46 ± 0.09)에서 황반원공(0.45 ± 0.04), 망막전막(0.41 ± 0.07), 유리체출혈(0.43 ± 0.08) 환자들보다 더 큰 pH 변화를 보였으나 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.234$) (Table 2). 수술 후 1일째 결막부종 등급은 1.59 ± 1.13 이었으며, 수술 후 1일째에 측정된 안구 표면 pH와 결막부종의 등급 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($p=0.001$). 하지만 안압($p=0.202$), 연령($p=0.955$)과는 유의한 상관관계가 없었다(Table 3).

또한, 결막부종에 영향을 줄 수 있는 요소를 확인해보았다. 그 결과 나이, 성별, 수술 시간, 백내장 수술 병합 여부, 눈 속 충전물 삽입 여부, 수술 전 진단명, 수술 후 체위는 결막부종에 영향을 미치지 않았다(각각, $p>0.05$).

고찰

이전 연구에서 Abelson et al¹²은 건강한 사람의 안구 표면 pH 평균이 7.0이라고 보고한 바 있다. 안구 표면 pH는 연령, 성별, 콘택트렌즈 사용 여부 및 동반 질환과 관련이 있다고 알려져 있으며,^{7,14} 안구 표면 pH는 환자의 상태에 따라 달라지며, 점안용 항생제의 효과와 세포 생존력에 영향을 주게 된다고 한다.¹⁵⁻¹⁷

Jensen은 백내장낭외적출술 후 염증 기간 동안 결막 주머니 속 눈물의 pH 변화를 보고했다. 그는 수술 후 염증으로 인한 결막 혈관의 여출로 인해 안구 표면의 pH가 유의

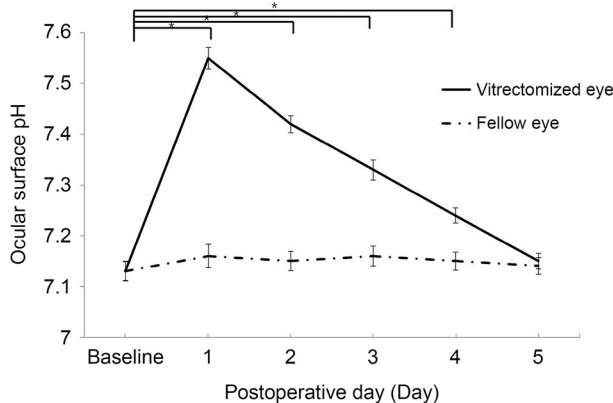


Figure 2. Changes of ocular surface pH in 23-gauge micro incision vitrectomy surgery eyes and their fellow eyes. Repeated-measures analysis of variance showed significant increase in ocular surface pH from the baseline at postoperative day 1, 2, 3 and 4 ($p < 0.001$, respectively). * $p < 0.05$.

미하게 증가하여 혈장 내 pH 7.4와 비슷해진다는 결론을 얻었다.^{8,18} 그 외에 다른 몇 가지 실험에서는 안구 표면 pH가 각막상피의 전해질 분비, 내피의 수송 능력, 장벽 기능에 영향을 주어 안구 표면의 생리적인 변화를 일으킨다는 것을 알아냈다.¹⁹⁻²² 본 연구에서는 수술 전, 수술 후 1일에서 5일까지 안구 표면 pH 변화를 측정하였다. 과거의 안구 표면 pH에 관한 연구에서는 눈물피에서 눈물을 직접 채집하는 방식으로 안구 표면 pH를 측정했다. 이와 같은 해부학적 접근법은 안구 표면의 pH를 더 높게 측정하게 되어 산도가 더욱 알칼리성을 띠는 오류가 발생하였다.^{23,24} 그러나 본 연구에서는 접촉식 미세 전극을 사용해 안구 표면 pH를 측정하는 과정에서 발생하는 오류를 최소화하고자 하였다(Fig. 1). 수술 전 측정된 안구 표면 pH가 7.12 ± 0.04 였으며 수술 후 1일째에 7.55 ± 0.04 로 증가하였으나 수술 후 2일째부터 점차 감소하여 5일째에는 반대안과 pH가 비슷하게 측정되었다. 수술받지 않은 반대안에서 pH의 변화 없이 안정적으로 유지되었으며 수술안은 생리적인 범주(6.5-7.6) 내에서 pH의 알칼리성 변화를 보이는 것을 알 수

Table 2. Predisposing factors that affect changes of ocular surface pH after 23-G MIVS

Factor	Value	p-value
Sex		0.677*
Male	0.43 ± 0.08	
Female	0.42 ± 0.05	
Combined with cataract surgery		0.432*
Yes	0.43 ± 0.07	
No	0.41 ± 0.06	
Intraocular tamponade		0.008†
None	0.40 ± 0.06	
C ₃ F ₈ 14%	0.48 ± 0.07	
Sterile air	0.43 ± 0.03	
Vitrectomy indication		0.234†
Epiretinal membrane	0.41 ± 0.07	
Rhegmatogenous retinal detachment	0.46 ± 0.09	
Vitreous hemorrhage	0.43 ± 0.08	
Macular hole	0.45 ± 0.04	

Values are presented as mean \pm standard deviation.

G = gauge; MIVS = micro incision vitrectomy surgery.

*Mann-Whitney test; †Kruskal-Wallis test.

Table 3. Correlation of parameters with changes of ocular surface pH after 23-G MIVS

Parameter	p-value*
Age (years)	0.955
Intraocular pressure	0.202
Postoperative chemosis	0.001

G = gauge; MIVS = micro incision vitrectomy surgery.

*Spearman correlation analysis.

있었다.¹⁰

23게이지 MIVS는 이전의 수술 기법과 비교하여 결막절개법, 공막절개창의 크기, 수술 시 사용하는 기구의 크기, 봉합 방식 등에서 다양한 이점을 가지고 있지만 약 10%의 환자에서 수술 후 중등도 이상의 결막부종이 발생한다고 한다.²⁵ 그러나 수술 후 발생하는 결막부종과 안구표면 pH 변화의 상관관계는 알아본 바 없다. 본 연구에서는 공막과 결막이 분리되는 지점의 높이를 통해 결막부종의 유무를 확인했으며 각 사분면에서 결막부종의 유무를 합산하여 결막부종의 등급을 매겼다. 저자는 이러한 방식으로 쉽고 간편하며, 비침습적인 방법으로 결막부종을 평가할 수 있었다. 그 결과, 결막부종과 안구 표면 pH 사이에 통계적으로 유의한 상관관계가 있다는 것을 알 수 있었다. 결막부종은 일종의 여출성 부종으로, 수술 후 결막의 국소적인 염증 반응으로 인해 결막혈관의 투과도가 증가하여 부종이 발생하게 된다는 연구 결과가 있다.²⁶⁻²⁸ 이로 미루어 보았을 때, 수술 후 발생하는 결막의 여출성 부종으로 인해 안구 표면의 pH가 상승하게 된다는 결론을 얻을 수 있었다.

또한, 수술 과정에서 충전물을 사용한 환자에서 안구 표면 pH의 유의한 변화를 확인하였다. 정확한 기전은 알 수 없으나 공막절개창을 통한 눈 속 충전물의 미세한 누출, 수술 후 엷드린 자세, 상대적으로 긴 수술 시간 등의 복합적인 요인으로 인해 염증 반응이 악화되어 안구 표면 pH가 상승한 것으로 예상된다. 향후 이에 관한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 유리체절제술 단독으로 시행한 환자군과 유리체절제술 및 백내장수술을 병합한 환자군 간에 수술 후 안구 표면 pH 차이가 없다는 결과를 얻었다. 이는 백내장수술 과정에서 투명 각막절개를 시행하여 결막의 손상을 주지 않아 염증 반응으로 인한 결막의 여출성 부종이 발생하지 않기 때문이라고 예상된다.

본 연구에서는 수술 후 안구 표면의 pH를 측정할 때 발생할 수 있는 변수를 최소화하기 위해 매일 같은 시간에 pH를 측정하기 전 눈을 30분 감아 최대한 안정화하도록 하였다. 그러나 측정 전날 밤이나 당일 아침에 사용한 점안제로 인한 pH의 변화는 완전히 배제하지 못했다.

수술 후 안구 표면 pH의 변화는 각막부종 및 상피의 변화에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상되지만 본 연구에서는 수술 후 각막 상태의 변화를 세분화하여 분석하지 않았기 때문에 향후 이에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 수술 후 표본수가 42안으로 부족하였다는 점 역시 이번 연구의 한계점으로 남는다.

안구 표면 pH는 점안제의 각막투과율에 관여하는 중요한 인자이다. 수술 후 사용하는 항생제와 스테로이드 점안제는 pH 5.0-7.0 사이의 약산성을 띄며, 이온화되지 않은

분자들이 높은 각막투과율을 보이는 것으로 알려져 있다.⁷ 수술 후 염증 반응으로 인해 결막주머니 속의 눈물의 pH가 증가하여 염기성을 띄게 되면, 점안제는 이온화되지 않은 상태로 존재하게 되어 각막투과율이 증가하게 된다.^{8,9}

본 연구를 통해 23게이지 MIVS 후 안구 표면 pH는 일시적으로 알칼리성 변화를 보이지만 pH 변화는 생리적인 범주 내에 있으며, 변화량이 크지 않았다. 향후 연구에서 pH 변화에 따른 점안제 투과도의 변화를 알아보는 것이 중요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Gupta OP, Ho AC, Kaiser PK, et al. Short-term outcomes of 23-gauge pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2008;146:193-7.
- 2) Parke DW 3rd, Sisk RA, Houston SK, Murray TG. Ocular hypertension after intravitreal triamcinolone with vitrectomy and phacoemulsification. *Clin Ophthalmol* 2012;6:925-31.
- 3) Costa VP, Arcieri ES. Hypotony maculopathy. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:586-97.
- 4) Androudi S, Ahmed M, Fiore T, et al. Combined pars plana vitrectomy and phacoemulsification to restore visual acuity in patients with chronic uveitis. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:472-8.
- 5) Olson RJ. Reducing the risk of postoperative endophthalmitis. *Surv Ophthalmol* 2004;49 Suppl 2:S55-61.
- 6) Kuno N, Fujii S. Recent advances in ocular drug delivery systems. *Polymers* 2011;3:193-221.
- 7) Coles WH, Jaros PA. Dynamics of ocular surface pH. *Br J Ophthalmol* 1984;68:549-52.
- 8) Thygesen JE, Jensen OL. pH changes of the tear fluid in the conjunctival sac during postoperative inflammation of the human eye. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1987;65:134-6.
- 9) Longwell A, Birss S, Keller N, Moore D. Effect of topically applied pilocarpine on tear film pH. *J Pharm Sci* 1976;65:1654-7.
- 10) Fischer FH, Wiederholt M. The pH dependency of sodium and chloride transport in the isolated human cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1978;17:810-3.
- 11) Carney LG, Mauger TF, Hill RM. Buffering in human tears: pH responses to acid and base challenge. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1989;30:747-54.
- 12) Abelson MB, Udell IJ, Weston JH. Normal human tear pH by direct measurement. *Arch Ophthalmol* 1981;99:301.
- 13) Barrio-Barrio J, Sabater AL, Bonet-Farriol E, et al. Graves' ophthalmopathy: VISA versus EUGOGO classification, assessment, and management. *J Ophthalmol* 2015;2015:249125.
- 14) McCarey BE, Wilson LA. pH, osmolarity and temperature effects on the water content of hydrogel contact lenses. *Contact Intraocul Lens Med J* 1982;8:158-67.
- 15) Vaudaux P. Peripheral inactivation of gentamicin. *J Antimicrob Chemother* 1981;8 Suppl A:17-25.
- 16) Fischer A. Growth of fibroblasts and hydrogen ion concentration of the medium. *J Exp Med* 1921;34:447-54.
- 17) Barza M. Principles of tissue penetration of antibiotics. *J Antimicrob Chemother* 1981;8 Suppl C:7-28.
- 18) Jensen OL, Sand B. Lactoferrin and serum albumin in the con-

junctival fluid of eyes operated for senile cataract. Acta Ophthalmol (Copenh) 1987;65:393-6.

19) Candia OA. Effect of pH on chloride transport across the isolated bullfrog cornea. Exp Eye Res 1973;15:375-82.

20) Jentsch TJ, Keller SK, Wiederholt M. Ion transport mechanisms in cultured bovine corneal endothelial cells. Curr Eye Res 1985;4:361-9.

21) Lardner A. The effects of extracellular pH on immune function. J Leukoc Biol 2001;69:522-30.

22) Norm MS. Tear fluid pH in normals, contact lens wearers, and pathological cases. Acta Ophthalmol (Copenh) 1988;66:485-9.

23) Hill RM. Laboratory studies. Int Ophthalmol Clin 1981;21:223-36.

24) Carney LG, Hill RM. Human tear pH. Diurnal variations. Arch Ophthalmol 1976;94:821-4.

25) Costen MT, Newsom RS, Wainwright AC, et al. Expanding role of local anaesthesia in vitreoretinal surgery. Eye (Lond) 2005;19:755-61.

26) Levine MR, Davies R, Ross J. Chemosis following blepharoplasty: an unusual complication. Ophthalmic Surg 1994;25:593-6.

27) Westfall CT, Shore JW, Nunery WR, et al. Operative complications of the transconjunctival inferior fornix approach. Ophthalmology 1991;98:1525-8.

28) Morax S, Toutou V. Complications of blepharoplasty. Orbit 2006;25:303-18.

= 국문초록 =

23게이지 미세절개유리체절제술 후 안구 표면 pH의 단기 변화

목적: 23게이지 미세절개유리체절제술 후 안구 표면 pH의 변화를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 23게이지 미세절개유리체절제술을 시행한 42명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 유리체절제술 전과 후의 최대교정시력과 안압을 측정했으며 안저검사, 컬러안저촬영, 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 수술 후 1일에 결막부종의 등급에 대하여 평가를 시행하였으며 안구표면 pH는 미세전극이 연결된 pH 측정기를 이용하여 수술 전날부터 수술 후 5일까지 양안에 매일 1회 측정하였다.

결과: 총 42명, 42안이 대상 연구에 포함되었다. 평균 연령은 63.7세였으며 수술의 적응증으로는 망막전막이 14안(33.3%), 유리체출혈이 11안(26.2%), 황반원공이 11안(26.2%), 열공망막박리가 6안(14.3%)을 차지했다. 안구 표면 평균 pH는 수술 후 1일째에 7.12 ± 0.04 에서 7.55 ± 0.04 로 증가하였으나($p < 0.001$), 수술 후 2일째부터 7.41 ± 0.03 으로 점차 감소하여($p < 0.001$), 3일째에 7.33 ± 0.04 ($p < 0.001$), 4일째에 7.23 ± 0.03 ($p < 0.001$)로 측정되었다. 수술 후 5일째 안구 표면 pH는 7.15 ± 0.03 ($p = 0.152$)으로 더욱 감소하여 수술 전 상태로 회복되었다. 또한, 수술 후 1일째 안구 표면 pH와 결막부종의 등급은 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($p = 0.001$).

결론: 23게이지 미세절개유리체절제술 후 안구 표면 pH는 일시적으로 알칼리성 변화를 보이며 이는 결막부종, 눈 속 충전물 삽입과 유의한 상관관계를 보인다.

<대한안과학회지 2021;62(2):216-221>

오준호 / Jun Ho Oh

경북대학교 의과대학 경북대학교병원 안과학교실
Department of Ophthalmology, Kyungpook
National University Hospital, School of
Medicine, Kyungpook National University

