

수술 전 황반원공의 빛간섭단층촬영과 수술 전후 시력과의 상관관계

김수진 · 이지은 · 엄부섭

부산대학교 의과대학 안과학교실

목적 : 황반원공 환자의 수술 전 촬영한 빛간섭단층촬영(OCT)의 여러가지 인자와 수술 전후 시력과의 상관관계를 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 황반원공으로 수술 시행 후 6개월 이상 경과관찰하였던 24명 25 눈을 대상으로 술 전 촬영한 OCT를 재처리하여 가독성을 향상시킨 수직 및 수평스캔에서 원공의 최소직경, 기저직경, 전체 병변직경 및 원공의 최대높이를 측정하고 hole form factor (HFF)와 macular hole index (MHI)를 계산하였다. 이들 인자들과 술 전 및 술 후 시력, 그리고 수술 전후 시력차이와의 상관관계를 알아보았다.

결과 : 원공높이가 높을수록 술 전 시력이 좋았다($p=0.018$). 원공직경, 전체직경이 작을수록, 그리고 원공높이가 높을수록 술 후 시력이 좋았다($p=0.002, 0.043, 0.037$). HFF와 MHI만이 수술 전후 시력증가와 유의한 상관관계를 가졌다($p=0.024, <0.001$).

결론 : 황반원공의 높이는 수술 전후 시력과 관련되어 망막 신경조직의 양을 반영하는 것으로 추정되며, HFF와 MHI가 높은 경우는 수술 전 시력이 낮다고 하여도 상대적으로 많은 정도의 시력상승을 기대할 수 있을 것이다.

<한안지 49(4):583-588, 2008>

전층황반원공은 황반부 망막 감각신경층의 전층결손과 주위의 망막박리를 동반하는 낭포성 변화를 보이는 질환으로 중심시력 저하를 동반한다. 병인은 황반부에 부착되어 있는 후유리체막의 접선 견인에 의한 것으로 보고되고 있다.¹⁻³

빛간섭단층촬영(Optical coherence tomography, OCT)은 황반원공의 진단과 경과관찰에 유용한 진단 장비로서 원공 높이, 최대원공직경 등을 정확하게 측정할 수 있다.^{4,5} 따라서 수술 전 여러 인자들을 측정하여 수술 성공이나 술 후 시력 예후를 예측하고자 하는 시도가 이루어져왔다. Ulrich et al⁶은 술 후 시력 예후 인자로서 황반원공크기와 hole form factor (HFF)를 이용하여 설명하였다. HFF는 원공바닥 우측 가장자리에서 원공최소직경 우측 가장자리까지의 거리와 원

공바닥 좌측 가장자리에서 원공최소직경 좌측 가장자리까지의 합을 원공바닥직경으로 나눈 것으로서, HFF가 클수록 수술성공율과 술 후 시력이 좋았으며, 기저직경과 원공의 최소직경이 작을수록 술 후 시력 예후가 좋은 것으로 보고하였다. Kusuhara et al⁷은 술 전 OCT상 원공 형태와 술 후 시력과의 상관관계를 macular hole index (MHI)을 이용하여 설명하였다. 원공높이를 기저직경으로 나눈 값인 MHI가 0.5 이상인 군에서 술 후 시력 예후가 좋았다고 하였다.

그러나, 앞서 언급한 HFF나 MHI를 계산하는데 사용된 각각 인자의 개별적인 의미, 특히 원공 높이에 대한 연구가 부족하다. 또한 OCT상 신경망막층의 변화는 기저직경보다 넓은 범위에서 관찰된다.⁸ 본 연구를 통하여 술 전 촬영한 OCT에서 신경망막층의 변화를 포함하여 측정 가능한 여러 인자들 및 이 인자들로부터 계산 가능한 2차 인자들과 수술 전 시력과의 관계를 조사하여 각 인자들의 의미를 밝히고, 술 후 시력 및 수술 전후 시력변화와의 관계를 분석하여 술 후 시력상승을 예측할 수 있는 지 알아보았다.

<접수일 : 2007년 4월 23일, 심사통과일 : 2007년 11월 21일>

통신저자 : 이 지 은
부산시 서구 아미동 1가 10
부산대학교병원 안과
Tel: 051-240-7326, Fax: 051-242-7341
E-mail: jlee@pusan.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2006년 대한안과학회 제95회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

* 본 논문은 2007년 부산대학병원 임상연구비지원 논문임.

대상과 방법

2004년 1월에서 2005년 6월까지 황반원공으로 유리체절제술을 시행하고 술 후 6개월이상 경과 관찰이

가능하였던 환자를 대상으로 병록을 이용하여 후향적으로 연구하였다. 나이, 성별, 수술 전 시력, 안과 및 전신 병력 등의 정보를 수집하고 시력에 영향을 줄 수 있는 당뇨망막병증이나 연령관련황반변성과 같은 망막질환을 가진 환자는 대상에서 제외하였다.

수술은 2인의 술자에 의하여 이루어졌으며, 수술방법은 3개의 모양체 평면부 공막창을 통한 표준 3-ports 유리체절제술을 시행하였고, 후유리체박리를 일으킨 다음, 망막전막이 있는 경우 망막전막제거술을 시행하였으며, 트리암시놀론이나 인도시아닌그린을 이용하여 내경계막제거술을 시행하였다. 그 후 액체 기체치환을 시행하고 perfluoropropane (C₃F₈)이나 sulfur hexafluoride (SF₆)를 이용한 안내가스충전술을 시행하였다. 수술 후 환자들에게 적어도 3일간 얼굴하향 자세를 유지하도록 하였다. 수술 후 매 방문시마다 최대교정시력을 측정하였으며, 비접촉 렌즈를 이용한 정밀안저 검사를 시행하였다. 경과관찰은 검사자의 판단에 따라 주기적으로 이루어 졌으며 최종경과관찰 때의 시력을 통계분석에 이용하였다. 술 전 시력과 술 후 시력의 차이로서 수술 전후 시력변화를 계산하였다.

OCT는 Stratus[®] OCT Model 3000 (Carl Zeiss, Meditec Inc., Dublin, CA, USA)를 사용하여 숙련된 한 명의 검사자에 의하여 시행되었으며, 단면상이나 지형도 분석 결과의 신뢰도가 떨어진다고 판단될 때는 반복 촬영하였다. 수술 전에 촬영된 수평 및 수직 OCT 영상의 날정보(raw file)를 이전에 보고된 방법⁹과 같이 Adobe Photoshop 7.0으로 재처리하여 가독성을 향상시킨 후 원공의 최소직경(Hole Diameter, HD), 기저직경(Base Diameter, BD),

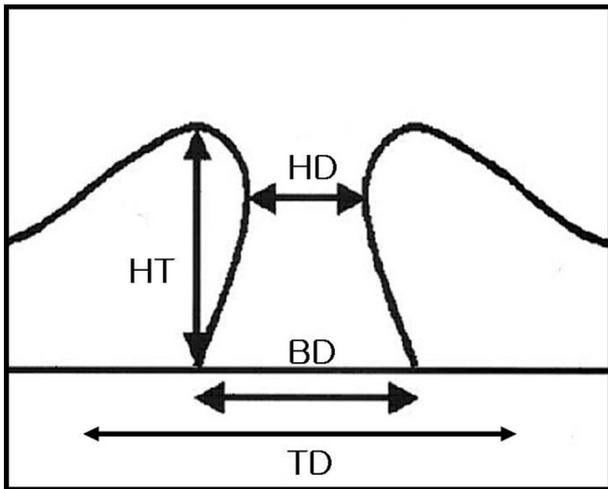


Figure 1. Preoperative parameters of macular hole on optical coherence tomography. HT=height; HD=hole diameter; BD=base diameter; TD=total diameter.

전체병변직경(Total Lesion Diameter, TD), 그리고 원공의 최대높이(Height, HT)를 측정하였다 (Fig. 1). 전체병변직경은 신경망막 내부의 낭포변화와 광수용체층의 결손을 보이는 범위를 모두 포함하였다. 측정된 각 일차 인자로부터 기저직경과 원공직경의 차(BD-HD), 전체병변직경과 기저직경의 차(TD-BD), 전체병변직경과 원공직경의 차(TD-HD), 그리고 HFF와 MHI를 계산하였다.

이렇게 얻어진 술 전 OCT의 각 인자들과 술 전 시력, 술 후 시력 그리고 수술 전후 시력변화와의 상관관계를 Spearman의 rank correlation을 이용하여 평가하였다.

결 과

대상인 24명 25눈에서 남녀의 비율은 7:17이었고, 평균연령은 60세(33~75세)이었다. 증상발현기간은 평균 7.5개월(5일~18개월)이었으며, 술 전 시력의 중앙값은 0.15 (0.02~0.5)이었다. Gass 분류에 따라 stage 2는 6눈, stage 3는 7눈, stage 4는 12눈이었다. 수술 중 내경계막을 제거한 경우가 24눈(96%)이었고 그 중에서 트리암시놀론을 사용한 경우가 7눈(29.2%), 인도시아닌그린 염색을 한 경우가 17눈(70.8%)이었다. 19눈(76%)에서 백내장 수술을 함께 시행하였다. 술 후 경과 관찰 기간은 평균 11.8개월(6~15개월), 술 후 시력의 중앙값은 0.3 (0.02~1.0)이었다.

시력과 각종인자와의 상관관계 분석결과를 Table 1에 요약하였다. 2명의 술자간에는 통계적인 차이가 없었다($p>0.05$). 황반원공 수술 전 시력과 OCT상의 여러 가지 인자와의 상관관계를 조사하였을 때 술 전 OCT에서 원공의 최대 높이(HT)가 높을수록 술 전 시력이 좋은 것으로 나타났다($p=0.018$). 그 외 원공직경(HD), 기저직경(BD), 전체병변직경(TD), 기저직경과 원공직경의 차(BD-HD), 전체병변직경과 기저직경의 차(TD-BD), 전체병변직경과 원공직경의 차(TD-HD)는 술 전 시력과 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$). 또한 HFF와 MHI도 술 전 시력과 유의한 상관관계를 보이지 않았다(각각 $p=0.072, 0.426$).

수술 후 시력과 상관관계를 분석하였을 때 술 전 OCT에서 원공의 최대 높이가 높을수록 술 후 시력이 좋았으며($p=0.037$), 원공직경($p=0.002$)과 전체병변직경($p=0.043$)은 작을수록 술 후 시력이 좋은 것으로 나타났다. HFF와 MHI가 클수록 술 후 시력이 좋았으며($p=0.009, <0.001$), 나머지 인자들은 술 후 시력과 상관관계가 없었다.

Table 1. Correlation of macular hole OCT parameter and preoperative best corrected visual acuity (*p*: Spearman's rank correlation)

Parameters	Average	Preoperative		Postoperative		Visual acuity change	
		visual acuity		visual acuity		change	
		CE*	<i>p</i>	CE*	<i>p</i>	CE*	<i>p</i>
Hole diameter (HD, μm)	512 \pm 206	-0.325	0.112	-0.590	0.002	0.174	0.406
Base diameter (BD, μm)	984 \pm 389	0.173	0.407	-0.189	0.366	0.336	0.101
Total diameter (TD, μm)	2211 \pm 572	-0.184	0.378	-0.409	0.043	0.318	0.121
Hole height (HT, μm)	439 \pm 125	0.470	0.018	0.419	0.037	0.047	0.824
BD-HD (μm)	471 \pm 336	0.343	0.093	0.082	0.696	0.341	0.095
TD-BD (μm)	1227 \pm 411	-0.380	0.061	-0.360	0.077	0.083	0.695
TD-HD (μm)	1699 \pm 490	-0.115	0.584	-0.244	0.239	0.225	0.280
HFF [†]	6.60 \pm 2.79	0.365	0.072	0.621	0.009	0.450	0.024
MHI [‡]	0.65 \pm 0.35	0.166	0.426	0.704	<0.001	0.714	<0.001

* CE=correlation efficiency; [†] HFF=hole form factor; [‡] MHI=macular hole index.

마지막으로 수술 전후 시력변화와 상관관계를 살펴 보았을 때, 술 전 OCT에서 측정 가능한 인자 중 수술 전후 시력변화와 관계 있는 일차인자는 없었다. 각 직경들의 차이도 수술 전후 시력변화와 상관관계가 없었으며 HFF와 MHI만 유의한 상관관계를 보였다 ($p=0.024$, <0.001).

증례

증례1. 높은 원공높이, 높은 HFF와 MHI (Fig. 2)

66세 남자환자가 3개월전부터 시작된 좌안의 시력저하를 주소로 본원에 내원하였다. 내원 당시 최대교정시력은 우안 0.7, 좌안 0.2였으며, 안저검사에서 좌안에 Gass 2기의 전층 황반원공이 관찰되었다. 빛간섭단층

촬영에서 좌안의 황반중심에 낭포성 변화와 함께 전층의 신경망막 결손이 관찰되었다. 원공높이가 703 μm 로 높았으며 원공직경은 332 μm , 기저직경은 753 μm , 전체병변직경은 2403 μm 으로 측정되었다. HFF는 1.3, MHI는 0.9로 높게 계산되었다. 수술 1년 후 좌안의 최대교정시력은 1.0으로 측정되었다.

증례2. 낮은 원공높이, 높은 HFF와 MHI (Fig. 3)

35세 남자환자가 6개월전부터 발생한 우안의 시력저하를 호소하였으며 초진 당시 최대교정시력은 우안 0.08, 좌안 1.0 이었다. Gass 2기의 황반원공이 발견되었으며 술 전 OCT에서 원공높이가 352 μm 로 낮았으나 원공직경 255 μm , 기저직경 409 μm , 전체병변직경 1329 μm 로 직경이 작아서, HFF는 1.0, MHI

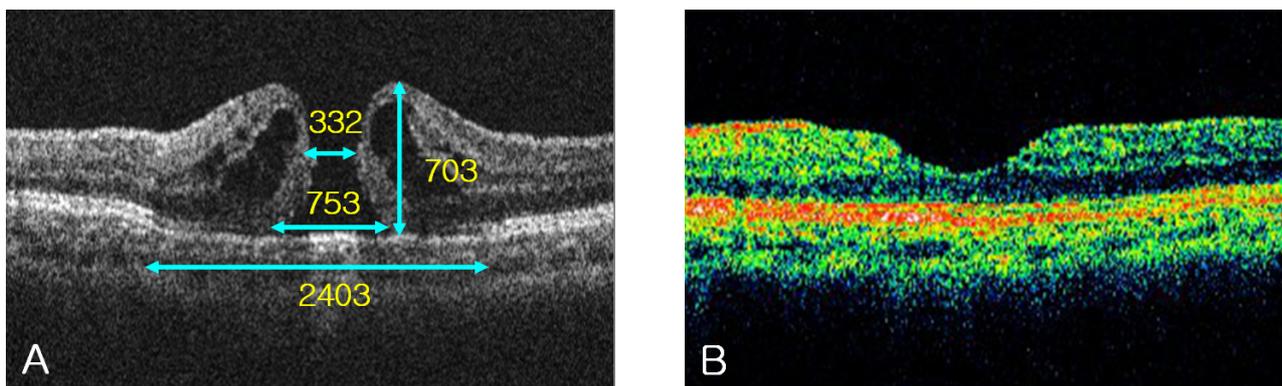


Figure 2. A case of tall macular hole with high hole form factor (HFF) and macular hole index (MHI). (A) Processed optical coherence tomography (OCT) image shows preoperative parameters. Visual acuity was 0.2. OCT reveals high hole height with extensive cystic changes of the neurosensory retina beyond the extent of the hole base. HFF and MHI were 1.3 and 0.9, respectively. (B) Postoperative 12 months OCT shows normal foveal contour and well organized photoreceptor layer without defect. Visual acuity was 1.0.

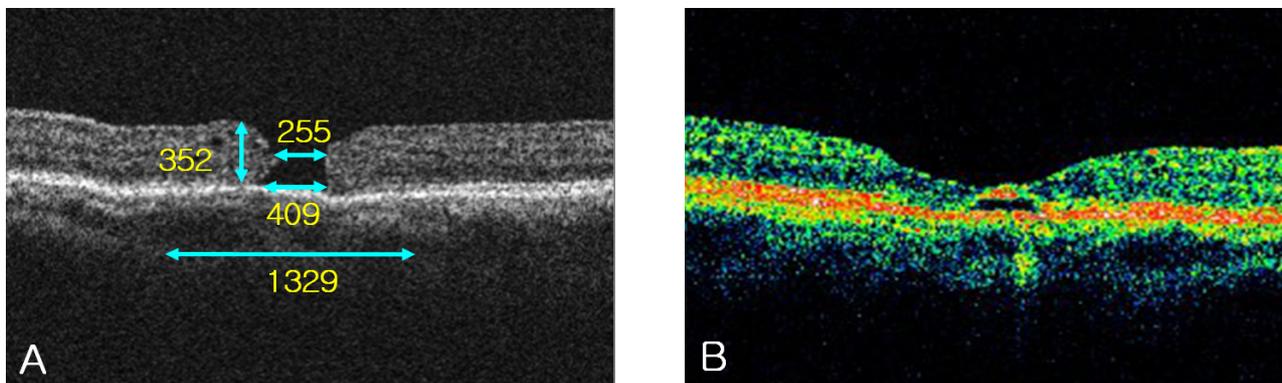


Figure 3. A case of macular hole with low height, high hole form factor (HFF) and macular hole index (MHI). (A) Processed optical coherence tomography (OCT) image demonstrates a small macular hole with low height. The measured preoperative parameters are shown. Visual acuity was 0.08. HFF was 1.0 and MHI was 0.8. (B) Postoperative 6 month OCT shows residual outer retinal defect. Visual acuity was 0.32.

는 0.8로 모두 높게 계산되었다. 술 후 6개월째 최대교정시력은 0.32로 수술 전에 비하여 많이 상승하였다. OCT에 중심와 형태가 관찰되었으나, 광수용체층의 결손이 관찰되었다.

고 찰

본 연구는 황반원공에서 수술 후 시력회복을 예측하고 그 기전에 대하여 연구하고자 술 전 빛간섭단층촬영의 여러 인자들과 술 전 시력 및 술 후 시력, 그리고 수술 전후의 시력변화와의 상관관계를 조사하였다.

OCT로 측정된 원공높이가 높을수록 술 전 시력 및 술 후 시력이 좋았다. OCT를 이용한 연구들에서 유리체 견인력에 의해 감각신경망막내에 중심와낭포가 형성되고 내벽 및 외벽이 소실됨으로써 전층황반원공으로 진행됨을 보여주었다.^{10,11} 가장자리 높이가 높은 황반원공에서는 흔히 신경망막층 내부의 낭포변화가 동반된다.⁷ 일반적으로 신경망막층의 낭포변화는 시력에 나쁜 영향을 미치므로 원공 가장자리 높이가 낭포변화에 의한 것이라고 가정한다면 높이가 높을수록 술 전시력이 나쁜 것으로 예상할 수 있으나 본 연구는 반대의 결과를 보여주었다. 따라서 원공높이는 낭포변화의 정도를 반영하기 보다 기능있는 망막조직의 양을 나타내는 지표로 생각된다. Sjaarda et al¹²의 scanning laser ophthalmoscopy를 이용한 연구 결과는 절대암점은 신경감각결손부위와, 상대암점은 주위의 신경감각망막 박리와 일치한다고 하여 황반원공 주변 박리된 영역에서도 신경망막층이 어느 정도 기능함을 보여주었다.

한편, 신경조직의 양과 반비례하리라고 생각되는 황반원공직경, 기저직경 및 전체병변직경과 술 전 시력과 직접적인 연관관계가 관찰되지 않은 점은 흥미롭다.

이와 유사하게 황반원공직경 및 기저직경이 증상기간과 상관관계가 없었다는 Ullrich et al의 보고가 있었으며, 이 보고에서 황반원공의 직경은 황반원공 형성 때 존재하는 견인력에 주로 의존할 것이라고 주장을 하였다.⁶

원공높이와 술 전 시력과 상관관계가 있으나 원공직경은 상관관계가 없었다는 점을 고려할 때, 황반원공이 발생하는 초기단계에는 중심와낭포와 유리체견인력에 의해 원공높이가 높게 측정되며 기능하는 망막조직이 많이 남아 있어 술 전 및 술 후 시력이 양호하고, 시간이 경과하면서 낭포변화로 인하여 신경세포층에 손상이 진행하면 황반원공의 높이는 낮아지며 술 전 및 술 후 시력이 낮은 것과 관련되리라 추정된다. 이러한 황반원공에서 일어나는 신경망막조직의 위축에 황반원공의 크기 변화보다는 황반원공의 높이 변화가 주로 일어날 것이라 추측할 수 있다.

술 후 시력과 각종 인자 사이 상관관계를 분석하였을 때 다음과 같은 상관관계를 보였다. 원공 높이는 높을수록, 원공직경(HD) 및 전체병변직경(TD)은 작을수록 술 후 시력이 좋은 것으로 나타났다. 다른 연구에서도 황반원공의 크기가 작을수록 술 후 기능적 성공이 좋았다고 일관되게 보고되고 있다.^{6,13,14} 원공직경의 크기는 신경망막층의 비가역적 결손과 비례하기 때문으로 생각된다. 본 연구에서 추가로 연구한 전체병변직경과 술 후 시력과 상관관계는 신경망막층의 비가역적인 손상이 황반원공 최소직경이나 기저직경보다 훨씬 넓은 범위에서 일어나고 있음을 시사한다. 황반원공 술 후 OCT에서 관찰되는 시세포층의 변성정도가 술 후 시력 예후에 영향을 미친다는 보고도 이를 뒷받침해준다.⁸

이전 연구에서 언급하였던 HFF와 MHI를 본 연구에서 술 전 측정된 OCT에서 적용하여 술 전후 시력과

의 상관관계를 평가한 결과, HFF와 MHI가 클수록 수술 후 시력이 좋을 뿐 아니라 수술 전후 시력변화도 컸다. 이 두 인자의 계산방식과 본 연구의 결과를 고려할 때 분모인 기저직경은 회복되어야 할 영역 혹은 신경조직이 결손된 영역이며, 분자인 원공 높이 혹은 arm의 길이는 결손부위를 채울 수 있는 신경조직의 양을 나타낸다고 볼 수 있다.⁶ 이들 두 인자가 수술 후 시력 변화와 유의한 상관관계를 가졌다는 점에서 수술 후 시력 상승을 예측할 수 있는 지표라고 할 수 있다. 즉 HFF나 MHI가 높게 계산되는 경우는 비록 수술 전 황반원공의 크기가 크고 시력이 불량하더라도 성공적인 수술 후 많은 정도의 시력회복을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 결과에서 제시한 두 증례 모두 HFF와 MHI가 높았고 수술 전후를 비교하였을 때 뚜렷한 시력상승이 있었다. 그러나 두번째 증례의 경우 신경조직의 손상이 많아 원공높이가 낮았기 때문에 절대적인 시력수준은 낮았다고 설명할 수 있다.

이상에서 살펴볼 때, 황반원공 수술 전 촬영된 OCT에서 측정 가능한 여러 인자들은 수술 전후 시력과 다양한 상관관계를 가지고, 수술 후 시력에 대한 예측하는데 정보를 제공할 수 있을 것이다. 특히 수술 전 및 수술 후 시력과 관련하여 원공의 높이가 중요함을 확인하였으며 수술 전후 시력변화는 HFF 및 MHI와 관련되어 있음을 보였다. 황반원공의 진행에 따른 단면의 형태변화를 장기간 추적할 수 있다면 황반원공에서 시력저하 및 수술 후 시력회복의 기전에 대하여 많은 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 향후 더 많은 증례를 통하여 수술 전 OCT의 여러 가지 인자들과 시력의 상관관계에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- 1) Gass JD. Idiopathic senile macular hole: its early stages and pathogenesis. Arch Ophthalmol 1988;106:629-39.
- 2) Altaweel M, Ip M. Macular hole: improved understanding of

- pathogenesis, staging, and management based on optical coherence tomography. Semin Ophthalmol 2003;18:58-66.
- 3) Smiddy WE, Flynn HW. Pathogenesis of macular holes and therapeutic implications. Am J Ophthalmol 2004;137:525-37.
- 4) Puliafito CA, Hee MR, Lin CP, et al. Imaging of macular diseases with optical coherence tomography. Ophthalmology 1995;102:217-29.
- 5) Hee MR, Puliafito CA, Wong C, et al. Optical coherence tomography of macular holes. Ophthalmology 1995;102:748-56.
- 6) Ullrich S, Haritoglou C, Gass C, et al. Macular hole size as a prognostic factor in macular hole surgery. Br J Ophthalmol 2002;86:390-3.
- 7) Kusahara S, Teraoka Escaño MF, Fujii S, et al. Prediction of postoperative visual outcome based on hole configuration by optical coherence tomography in eyes with idiopathic macular holes. Am J Ophthalmol 2004;138:709-16.
- 8) Lee JE, Kim EH, Oum BS. Relationship between visual acuity and photoreceptor layer or foveal thickness on optical coherence tomography after macular hole surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:1966-71.
- 9) Villate N, Lee JE, Venkatraman A, Smiddy WE. Photoreceptor layer features in eyes with closed macular holes: optical coherence tomography findings and correlation with visual outcomes. Am J Ophthalmol 2005;139:280-9.
- 10) Takahashi H, Kishi S. Tomographic features of a lamellar macular hole formation and a lamellar hole that progressed to a full thickness macular hole. Am J Ophthalmol 2000;130:677-9.
- 11) Gaudric A, Haouchine B, Massin P. Macular hole formation: new data provided by optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 1999;117:744-51.
- 12) Sjaarda RN, Frank DA, Glaser BM, et al. Resolution of an absolute scotoma and improvement of relative scotoma after successful macular hole surgery. Am J Ophthalmol 1993;116:129-39.
- 13) Seo MS, Kang SJ. Prognostic factors in idiopathic macular hole surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2000;41:1746-52.
- 14) Kim KS, Kim YC. Surgical results of vitrectomy for macular holes, according to the hole size. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:927-32.

=ABSTRACT=

Correlation of Preoperative Optical Coherence Tomography with Pre- and Postoperative Visual Acuity of Macular Hole

Su Jin Kim, M.D., Ji Eun Lee, M.D., Ph.D., Boo Sup Oum, M.D., Ph.D.

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Pusan National University, Pusan, Korea

Purpose: To evaluate the correlation between preoperative optical coherence tomography (OCT) parameters and pre- and post-operative visual acuity after macular hole surgery.

Methods: Twenty-five eyes of 24 patients who underwent macular hole surgery with a postoperative follow-up longer than 6 months were studied. On enhanced preoperative horizontal and vertical OCT scans, various parameters including hole diameter, base diameter, total lesion diameter, and hole height were measured. Hole form factor (HFF) and macular hole index (MHI) were calculated. The correlation between the parameters and pre- and post-operative visual acuity, as well as visual acuity change, was analyzed.

Results: There was a significant correlation between hole height and preoperative visual acuity ($p=0.018$). Better postoperative visual outcome was correlated with a smaller hole diameter, smaller total lesion diameter, and greater hole height ($p=0.002$, 0.043 and 0.037). HFF and MHI were correlated with visual acuity change ($p=0.024$ and <0.001)

Conclusions: The correlation between visual acuity and hole height suggests that the height represents the amount of neural tissue in the retina. Relatively greater improvement in visual acuity is expected in eyes with high HFF or MHI even when preoperative visual acuity is low.

J Korean Ophthalmol Soc 49(4):583-588, 2008

Key Words: Macular hole, Optical coherence tomography

Address reprint request to **Ji Eun Lee, M.D., Ph.D.**

Department of Ophthalmology Pusan National University Hospital

#1-10 Ami-dong, Seo-gu, Pusan 602-739, Korea

Tel: 82-51-240-7326, Fax: 82-51-242-7341, E-mail: jlee@pusan.ac.kr