

황반원공 수술 후 중심와 주변 미세구조 변화의 장기 결과

정성현 · 김재휘 · 김종우 · 김철구 · 이태곤 · 조성원

건양대학교 의과대학 김안과병원 안과학교실

목적: 황반원공 수술 후 나타나는 중심와 조직 신장의 장기 결과를 알아보고자 한다.

대상과 방법: 황반원공으로 유리체 절제술을 시행 받은 후 1년 이상 추적 관찰한 20안을 대상으로 후향적 의무기록 분석을 시행하였다. 빛간섭단층촬영 결과를 바탕으로 중심와 부근에서 외망상층이 끝나는 위치 사이의 거리를 외망상층사이 거리로 정의하였다. 특정 방향으로 더 많이 늘어나는 정도를 비대칭적 신장 정도로 정의하였다. 술 후 5-8개월과 최종추적관찰 시에 각각 측정을 시행하였으며, 두 시점에서 측정된 값을 서로 비교하였다.

결과: 황반원공의 평균 직경은 $321.5 \pm 99.5 \mu\text{m}$ 였다. 술 후 평균 6.3 \pm 1.1개월과 22.7 \pm 7.8개월에 측정을 시행하였는데, 수평 이미지에서 외망상층사이 거리는 각각 $552.3 \pm 130.5 \mu\text{m}$, $502.8 \pm 139.3 \mu\text{m}$ 였으며, 수직 이미지에서 외망상층사이 거리는 각각 $478.9 \pm 107.2 \mu\text{m}$, $447.5 \pm 107.1 \mu\text{m}$ 였다. 수평 및 수직 외망상층사이 거리는 모두 최종추적관찰 시에 측정된 값이 유의하게 작은 결과를 보였다($p < 0.001$, $p = 0.002$). 평균 6.3개월 및 22.7개월의 평균 비대칭적 신장 정도는 각각 $10.8 \pm 6.5\%$, $11.8 \pm 7.9\%$ 였다($p = 0.426$).

결론: 황반원공 수술 6개월 이후로는 중심와 조직의 신장이 멈추고 오히려 축소되는 결과를 보였으며, 평균 비대칭적 신장 정도는 더 증가하지 않았다. 이러한 변화는 술 후 장기간의 시기능 회복과 연관이 있을 것으로 생각한다.

<대한안과학회지 2013;54(11):1731-1736>

황반원공은 1000명 당 약 1명의 유병률을 보이는 질환으로¹ 시기능의 저하를 유발하게 되는데, 수술적 처치를 통해 해부학적으로 원공을 폐쇄시키고, 시기능의 향상을 기대할 수 있다.²⁻⁴ 스펙트럼 도메인 빛간섭단층촬영 기기가 도입되면서 망막의 미세구조에 대한 세밀한 분석이 가능해졌는데,⁵ 황반원공 수술 후 황반미세구조가 회복되는 과정에 대한 많은 연구들이 이루어져 왔다. 이들 중 대부분의 연구는 주로 술 후 시세포층과 외경계막의 회복, 아교세포의 증식 등에 초점을 맞추어 시행되었는데,⁶⁻⁹ 최근 보다 망막 내층의 변화에 대한 연구 결과가 발표되었다.¹⁰ 상기 연구에서는 황반원공 수술 후 중심와 조직의 신장에 대해 분석하였는데, 대부분의 안에서 술 후 6개월간 지속적으로 중심와 조직의 신장이 나타났다. 이러한 신장은 비측, 이측, 상측, 하측 망막에서 서로 비대칭적으로 나타났는데, 비대칭의 정도는 술 후 변형시증 예후와 밀접한 관련이 있었다.¹⁰ 그러나 상기 연구의 경우 술 후 6개월의 추적관찰 결과를 바탕

으로 시행한 것으로, 중심와 조직의 신장과 비대칭성이 6개월 이후에도 지속되는지에 대한 보다 장기적인 결과는 아직 알려진 바 없다. 기존의 연구에 따르면 황반 원공 수술 후 수년에 걸쳐 지속적으로 시기능이 회복되는 것으로 알려졌는데,¹¹⁻¹³ 중심와 주변 조직의 장기적인 변화는 이러한 장기적인 시기능의 회복에 일부 영향을 미칠 가능성이 있을 것으로 생각한다.

본 연구에서는 황반원공 수술 후 나타나는 중심와 조직의 신장과 비대칭적 신장 정도의 장기 결과를 보고하고자 한다.

대상과 방법

2009년 12월에서 2010년 12월 사이에 황반원공으로 유리체절제술을 시행 받은 환자들 중 1년 이상 추적 관찰된 환자를 대상으로 후향적 의무기록 분석을 시행하였다. 양안 수술을 받은 경우 먼저 수술 받은 안만 연구에 포함시켰다. 황반원공이 재발하거나 망막박리 등으로 재수술을 받은 경우, 이전에 백내장 이외의 안내 수술을 받은 경우, 외상성 황반원공, 포도막염이나 당뇨병망막증이 있는 경우, 심한 매체 혼탁으로 빛간섭단층촬영 결과를 정확하게 해석하기 어려운 경우 연구에서 제외하였다.

■ Received: 2013. 5. 25. ■ Revised: 2013. 7. 1.

■ Accepted: 2013. 10. 8

■ Address reprint requests to **Jae Hui Kim, MD**
Department of Ophthalmology, Kim's Eye Hospital, #136
Yeongsin-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-034, Korea
Tel: 82-2-2639-7664, Fax: 82-2-2639-7824
E-mail: kjh7997@daum.net

모든 환자들은 술 전 최대교정시력 검사를 시행하였으며, 산동 후 안저검사 및 빛간섭단층촬영 검사를 시행하였다. 빛간섭단층촬영은 스펙트럼 도메인 기기(Spectral OCT/SLO®; OTI Ophthalmic Technologies Inc. Miami, FL)를 이용하여 중심와오목을 중심으로 가로 세로 8.0 mm의 이미지를 촬영하였다. 기존의 연구의 경우 보다 정확한 측정을 위한 이미지의 품질 향상을 위해 수십회 이상의 빛간섭단층촬영을 시행하여 하나의 이미지로 재구성하였으나¹⁰ 본 연구에서는 하나의 빛간섭단층촬영 이미지를 얻기 위해 1-2회의 촬영만을 시행하였다.

황반원공 수술은 서로 다른 4명의 술자에 의해 시행되었다. 수술은 무봉합 23계이지 유리체 절제술 기기를 이용하여 진행하였으며, 후유리체 박리가 필요한 경우 유리체 절단침으로 후유리체 박리를 일으켜 후유리체를 제거하였다. 이후 내경계막을 인도시아닌그린 염색약을 이용하여 염색한 뒤, 안내집계를 이용하여 황반 부위의 내경계막 제거하였다. 수술을 마치기 전 액체공기교환술을 시행하고 per-fluoropropane (C₃F₈) 혹은 hexafluoride (SF₆) 가스충전을 시행하였다. 시력에 영향을 미칠 수 있는 백내장이 동반된 경우 수정체초음파유화술 및 후방인공수정체 삽입술을 함께 시행하였다. 모든 환자는 수술 후 최소 5-7일 동안 얼굴을 숙인 자세를 유지하도록 하였다. 술 후 1일, 1주, 1개월, 3개월에 외래를 방문하여 최대교정시력 측정 및 안저검사를 시행하였으며, 술 후 5-8개월 추적관찰 시 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 이후 추적관찰 및 빛간섭단층촬영은 환자 눈의 상태를 바탕으로 의사의 판단에 따

라 시행하였다.

빛간섭단층촬영 이미지의 분석은 기기에서 제공하는 내부 프로그램을 이용하여 진행하였으며 검사자간 측정의 가변성을 배제하기 위해 모든 측정은 한 명의 전문의에 의해 시행되었다. 황반원공의 직경은 원공의 가로 직경과 세로 직경의 평균값으로 정의하였다. 외망상층사이 거리는 이전 연구와 동일한 방법으로 정의하였다.¹⁰ 각각의 이미지에서 비측과 이측 혹은 하측과 상측의 외망상층이 중심와 근처에서 끝나는 부분을 외망상층 가장자리로 정의하였으며, 서로 다른 방향의 외망상층 가장자리 사이의 거리를 외망상층사이 거리로 정의하였다(Fig. 1). 술 후 5-8개월 사이에 촬영된 이미지에서 외망상층사이 거리가 측정 가능하였던 안만 연구에 포함되었다. 수평 방향으로 촬영한 이미지에서 측정된 외망상층사이 거리를 수평 외망상층사이 거리, 수직 방향으로 촬영한 이미지에서 측정된 외망상층사이 거리를 수직 외망상층사이 거리로 정의하였고, 수평 외망상층사이 거리에서 수직 외망상층사이 거리를 뺀 값을 수평-수직 외망상층사이 거리 차이로 정의하였다. 술 후 5-8개월에 측정된 외망상층사이 거리가 이후 추적관찰 기간 동안 중심와 조직의 신장 혹은 축소에 영향을 미치는지 여부를 알아보기 위해 술 후 5-8개월에 측정된 외망상층사이의 거리와 이 시점부터 최종추적관찰 시까지의 외망상층사이 거리의 변화량 사이의 상관관계를 분석하였다. 술 후 5-8개월에서 최종추적관찰 사이의 외망상층사이 거리 변화와 시력과의 연관성에 대한 분석은 술 전 이미 위수정체안이었거나 수술 시 백내장 수술을 같이 시행한 안을 대상으로 시행하였다.

중심와바깥 결손부위⁹를 중심으로 비측, 이측, 하측, 상측의 외망상층 가장자리까지의 거리를 측정하였으며, 이를 각각 비측거리, 이측거리, 하측거리, 상측거리로 정의하였다(Fig. 1).¹⁰ 중심와바깥 결손부위가 존재하지 않는 경우 중심와에서 망막이 가장 얇은 부분을 중심으로 동일한 측정을 시행하였다. 동일평면에서의 비대칭성은 아래와 같이 계산되었다. 수평으로 촬영된 이미지에서(비측거리 - 이측거리)/(비측거리 + 이측거리) 값을 계산하였고, 계산된 값의 절대값을 %로 환산하여 수평방향 비대칭신장으로 정의하였다. 수직으로 촬영된 이미지에서 (하측거리-상측거리)/(하측거리+상측거리) 값을 계산하였고, 역시 계산된 값의 절대값을 %로 환산하여 수직방향 비대칭신장으로 정의하였다. 평균 비대칭신장 정도는 (수평 비대칭신장 + 수직 비대칭신장)/2로 계산하였다.

관찰자내 재현성을 알아보기 위해 술 후 약 5-8개월 사이에 시행된 빛간섭단층촬영 이미지에서 수평 외망상층사이 거리의 경우 각각 2회씩 측정하였으며, 이를 intra-class correlation (ICC) 값으로 계산하여 표시하였다.

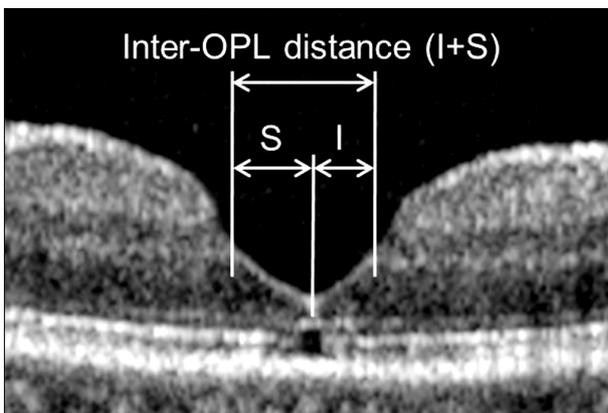


Figure 1. Measurements based on spectral domain optical coherence tomography image. The distance between the edges of the outer plexiform layer (OPL) was defined as the inter-OPL distance. The distance between the center of the foveal cystic space and the superior edge of OPL indicates superior length (S), whereas the distance between the center of the foveal cystic space and the inferior edge of OPL indicates inferior length (I).

술 후 5-8개월에 촬영된 이미지에서 측정된 값과 최종 추적관찰 시 촬영된 이미지에서 측정된 값을 Paired *t*-test를 이용하여 비교하였으며 상관관계 분석에는 Pearson correlation analysis를 이용하였다. 외망상층사이 거리 변화와 시력의 변화 사이의 연관관계는 Spearman's correlation analysis를 이용하여 분석하였다. 통계분석에는 SPSS 프로그램(SPSS ver. 13.0 for Windows; SPSS Sciences, Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 로 정하였다.

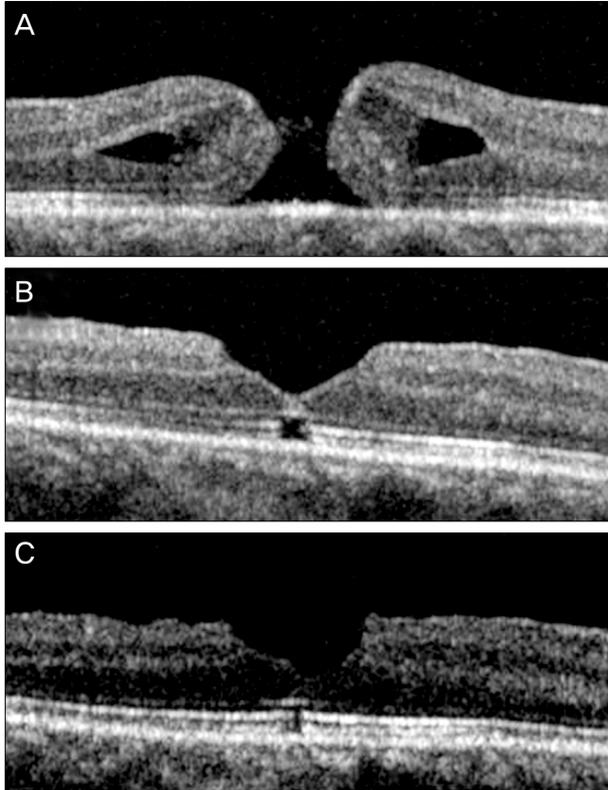


Figure 2. Optical coherence tomography images taken preoperatively (A) and at 5 months (B) and at 30 months (C) after macular hole surgery showing long-term changes in foveal tissue after the surgery.

결 과

전체 20안(20명)의 환자를 대상으로 결과를 분석하였다 (Table 1). 평균 연령은 62.7 ± 5.8 세, 술 후 평균추적관찰 기간은 22.7 ± 7.8 개월(12-36개월)이었다. 술 후 최종추적관찰 시 촬영된 빛간섭단층촬영 이미지를 분석한 결과는 술 후 평균 6.3 ± 1.1 개월에 촬영된 이미지를 분석한 결과와 비교하였다. 황반원공의 평균 수평, 수직 직경은 각각 $326.3 \pm 102.7 \mu\text{m}$, $316.7 \pm 97.6 \mu\text{m}$ 였으며 평균 직경은 $321.5 \pm 99.5 \mu\text{m}$ 였다. 술 전, 술 후 평균 6.3개월, 및 최종 추적관찰 시 측정된 logMAR (logarithm of the minimal angle of resolution) 최대교정시력은 각각, 0.61 ± 0.26 , 0.45 ± 0.24 , 0.28 ± 0.17 이었다. 2안(10.0%)의 경우 황반원공 수술 전 이미 위수정체 상태였다. 5안(25.0%)의 경우 황반원공 수술 시 백내장 수술을 같이 시행하였으며, 술 후 추적관찰기간 동안 백내장이 진행하여 백내장 수술을 시행 받은 경우는 9안(45.0%)이었다.

술 후 평균 6.3개월 및 22.7개월에 측정된 수평 외망상층 사이 거리는 각각 $552.3 \pm 130.5 \mu\text{m}$, $502.8 \pm 139.3 \mu\text{m}$ 였으며(Fig. 2), 22.7개월의 거리가 유의하게 작은 결과를

Table 1. Baseline characteristics of the patients (n = 20)

Characteristic	
Age, years	62.6 ± 6.1
Sex	
Male	7
Female	13
Diabetes mellitus	2 (10.0%)
Hypertension	6 (30.0%)
Lens status	
Phakic	18 (90.0%)
Pseudophakic	2 (10.0%)
BCVA, log MAR	0.61 ± 0.26
Size of macular hole, microns	321.5 ± 99.5
Follow-up period, months	22.7 ± 7.8

Values are presented as mean \pm SD or (n).

SD = standard deviation; BCVA = best-corrected visual acuity; log MAR = logarithm of the minimal angle of resolution.

Table 2. Difference in inter-OPL (outer plexiform layer) distance, nasal length, temporal length, inferior length, superior length, and mean percent asymmetry between mean 6.3 months and 22.7 months after macular hole surgery (n = 20)

Values	Mean 6.3 months	Mean 22.7 months	<i>p</i> -value*
Horizontal inter-OPL distance (μm)	552.3 ± 130.5	502.8 ± 139.3	< 0.001
Vertical inter-OPL distance (μm)	478.9 ± 107.2	447.5 ± 107.1	0.002
Nasal length (μm)	319.3 ± 80.0	294.0 ± 86.4	0.004
Temporal length (μm)	233.0 ± 63.3	208.8 ± 66.5	0.002
Inferior length (μm)	234.8 ± 52.4	217.8 ± 51.0	0.009
Superior length (μm)	244.1 ± 59.2	229.8 ± 62.3	0.055
Mean percent asymmetry (%)	10.8 ± 6.5	11.8 ± 7.9	0.426

*Statistical significance was determined using the paired *t*-test.

보였다(Table 2, $p < 0.001$). 전체 20안 중 3안(15.0%)에 서만 두 시점 사이에 외망상층사이 거리가 증가하였으며, 나머지 17안(85.0%)의 경우 거리가 감소하는 경향을 보였다. 수직외망상층사이 거리는 각각 $478.9 \pm 107.2 \mu\text{m}$, $447.5 \pm 107.1 \mu\text{m}$ 였으며, 마찬가지로 22.7개월의 거리가 유의하게 작은 결과를 보였다($p = 0.002$). 전체 20안 중 4안(20.0%)에서만 두 시점 사이에 외망상층사이 거리가 증가하였으며, 나머지 16안(80.0%)의 경우 거리가 감소하는 경향을 보였다. 수평-수직 외망상층사이 거리 차이의 경우 각각 $73.4 \pm 115.3 \mu\text{m}$, $55.3 \pm 135.9 \mu\text{m}$ 로 평균 22.7개월에 측정된 값이 조금 작은 경향을 보였으나 이 차이는 유의하지 않았다($p = 0.227$). 술 후 평균 6.3개월에 측정된 외망상층사이의 거리와 이 시기부터 최종추적관찰시까지의 외망상층사이 거리의 변화량 사이의 상관관계는 수평 및 수직 모두 유의하지 않았다($p = 0.632$, $p = 0.426$).

평균 6.3개월에 측정된 비측, 이측, 하측, 상측 거리는 각각 $319.3 \pm 80.0 \mu\text{m}$, $233.0 \pm 63.3 \mu\text{m}$, $234.8 \pm 52.4 \mu\text{m}$, $244.1 \pm 59.2 \mu\text{m}$ 였으며 이는 평균 22.7개월에 각각 $294.0 \pm 86.4 \mu\text{m}$, $208.8 \pm 66.5 \mu\text{m}$, $217.8 \pm 51.0 \mu\text{m}$, $229.8 \pm 62.3 \mu\text{m}$ 로 변화하였다. 비측거리, 이측거리, 하측거리의 경우 시간의 경과에 따라 유의하게 줄어드는 경향을 보였으나($p = 0.004$, $p = 0.002$, $p = 0.009$) 상측거리의 경우 두 시점 간의 차이는 유의하지 않았다($p = 0.055$). 평균 6.3개월 및 22.7개월에 측정된 평균 비대칭신장 정도는 각각 $10.8 \pm 6.5\%$, $11.8 \pm 7.9\%$ 였으며 두 시점 사이의 변화는 유의하지 않았다($p = 0.426$).

술 전 이미 위수정체안이었거나 수술 시 백내장 수술을 같이 시행한 7안을 대상으로 술 후 5-8개월에서 최종추적관찰 사이의 외망상층사이 거리 감소와 시력 변화와의 연관성에 대한 분석을 시행하였다. 이들 7안에서 술 후 6.3 ± 1.0 개월 및 23.5 ± 7.6 개월에 빛간섭단층촬영을 시행하고 최대교정시력을 측정하였다. 이들 두 시점에 측정된 평균 외망상층사이 거리는 각각 $545.2 \pm 106.5 \mu\text{m}$, $511.6 \pm 102.7 \mu\text{m}$ 였으며, 평균 최대교정시력은 각각 0.51 ± 0.20 , 0.35 ± 0.19 였다. 두 시점간 평균 외망상층사이 거리가 변화한 정도와 시력이 변화한 정도 사이에 유의한 연관관계는 나타나지 않았다($p = 0.602$).

20개의 수평 빛간섭단층촬영 이미지에서 측정된 값을 바탕으로 계산한 ICC 값은 0.985로 비교적 높은 재현성을 보였다.

고 찰

본 연구를 통해 술 후 6개월 이후에도 중심와 조직의 지

속적인 변화가 나타난다는 점을 확인할 수 있었다. 그러나 기존의 연구¹⁰에서 술 후 6개월까지 대부분의 안에서 지속적인 중심와 조직의 신장이 나타났던 것과 반대로 6개월 이후의 경우 대부분의 안에서 중심와 조직의 축소가 관찰되었다. 술 전 황반원공의 경우 수평, 수직 직경이 거의 차이 나지 않는 둥근 원의 형태를 보였으나 술 후 6.3개월에는 수직 거리에 비해 수평 외망상층 사이의 거리가 유의하게 더 큰 것으로 나타나 전반적으로 수평 방향으로 길쭉한 타원 모양의 중심와 조직 형태를 보였으며, 이러한 형태는 술 후 평균 22.7개월간의 추적관찰 기간 동안 뚜렷하게 변하지 않았다.

황반원공 수술 후 나타나는 중심와 조직의 신장의 정확한 원인은 아직 알려져 있지 않다. 이전 연구에서는 술 후 남겨진 내경계막이 수축되면서 망막을 주변 잡아당겨 이와 같은 현상이 발생하는 것으로 추측하였는데,⁸ 술 후 6개월 이후에 중심와 조직이 오히려 축소되는 본 연구의 결과를 고려하였을 때, 내경계막에 의한 견인력이 술 후 초기 조직의 신장에 일부 관여하였다 하더라도 이러한 견인력이 오랜 기간 동안 지속적으로 망막에 영향을 주지는 않을 것으로 생각한다. 이러한 결과는 신장된 망막 조직이 가지는 탄성에 의해 과도하게 신장된 경우 조직이 제자리를 찾아가려는 힘 또한 중심와 조직의 축소에 일부 영향을 주었음을 시사한다고 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 술 후 평균 6.3개월에 측정된 수평 및 수직 내망상층사이 거리와 이후 중심와 조직의 신장 정도 사이에 유의한 연관관계는 찾을 수 없었는데, 이러한 결과는 첫 번째 빛간섭단층촬영이 시행된 시기가 서로 다를 뿐 아니라 추적관찰 기간 역시 서로 다르다는 점이 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 여기에 대해서는 향후 술 후 동일한 시점에 시행된 빛간섭단층촬영 결과를 이용한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

이전 연구¹⁰에서 변형시증 결과와 밀접한 관련이 있는 것으로 밝혀진 평균 비대칭신장 정도의 경우 술 후 평균 6.3개월 및 22.7개월의 추적관찰 사이에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 기존의 장기임상연구 결과에 따르면 황반원공 수술 후 오랜 시간이 경과한 후에도 지나도 느리지만 지속적인 시기능의 호전이 나타나는 것으로 알려졌다.¹¹⁻¹³ 본 연구는 후향적 연구로 변형시증의 정도를 정기적으로 측정하지 않았기에 연구에서 관찰된 중심와 조직의 변화와 변형시증의 변화 사이의 연관관계를 직접적으로 분석할 수 없었다. 또한 7명의 환자를 대상으로 시행한 분석에서 외망상층사이 거리의 변화와 시력의 변화 사이에 유의한 연관관계는 나타나지 않았다. 따라서 초기에 지속적으로 신장되었던 중심와 조직이 장기적인 추적관찰 과정에서 점차 축소되는 현상이 황반원공 수술 후 장기간의 시기능 회복에

어떠한 영향을 미치는가에 대해서는 밝혀낼 수 없었다. 이 부분에 대한 보다 정확한 분석을 위해서는 최대교정시력과 변형시증 등 시기능의 변화를 추적 관찰한 전향적 연구가 필요할 것이다.

황반원공 수술 후 중심와 조직의 신장을 연구한 기존의 연구¹⁰의 경우 술 후 6개월에 측정된 수평 및 수직 외망상층사이 거리가 각각 평균 $575.4 \pm 94.8 \mu\text{m}$ 및 $494.6 \pm 85.0 \mu\text{m}$ 로 본 연구에서 측정된 값보다 조금 더 큰 결과를 보였으며, 술 후 6개월의 평균 비대칭적신장 정도는 약 13.6%로 본 연구에서 계산된 값보다 조금 더 큰 결과를 보였다. 이러한 차이가 발생한 이유는 아래와 같을 것으로 추측된다. 본 연구의 경우 비록 평균 약 6.3개월에 측정을 시행하기는 하였으나 측정 기간이 5-8개월로 환자마다 차이가 있었다. 또한 술 후 중심와 조직의 신장이 내경계막의 제거와 일부 관련 있을 가능성을 고려하였을 때, 술자의 선호에 따라 수술 시 내경계막의 제거 범위가 서로 차이나는 것 또한 일부 영향을 주었을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 본 연구는 소수 안을 대상으로 연구를 시행하였으며, 후향적 연구로 빛간섭단층촬영을 시행한 시점이 일치되지 않았다. 또한 5-8개월에 이미지 분석이 가능하였던 안만을 대상으로 연구를 시행하였다. 이전 연구의 경우 50회 이상의 촬영을 시행하여 하나의 빛간섭단층촬영 이미지를 형성해내는 방법을 통해 이미지의 품질을 높이고 망막 각 층을 뚜렷히 구분할 수 있었다.¹⁰ 그러나 본 연구의 경우 1-2회의 촬영만을 시행하여 상대적으로 이미지 품질이 떨어지는 경향을 보였으며, 이러한 이미지 품질의 문제는 외망상층사이 거리를 정확하게 측정하는데에 악영향을 미쳤을 것으로 생각한다. 본 연구에서 빛간섭단층촬영 시 검사자의 판단에 따라 중심와의 위치를 임의로 지정하여 촬영을 시행하였다. 따라서 추적관찰 기간 동안 정확하게 같은 위치가 촬영되지 않았을 가능성이 있으며, 여기에서 비롯된 오류는 외망상층사이 거리 변화를 분석하는 데 일부 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 여러 명의 술자에 의해 수술이 시행되었다는 점 또한 본 연구의 제한점이라 할 수 있을 것이다.

요약하면, 황반원공 수술 후 6개월 이후에 발생하는 중심와 조직 변화는 조직이 지속적으로 신장되는 방향 보다는 오히려 축소되는 방향으로 나타났다. 전반적인 변화의 정도는 특정 방향으로 더 뚜렷하게 나타나지는 않았으며, 그 결과

술 후 약 6개월에 관찰된 중심와 조직의 전반적인 형태는 술 후 약 23개월 후에도 뚜렷하게 달라지지 않았다. 향후 이러한 현상이 황반원공 수술 후 장기적인 시기능 변화에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

REFERENCES

- 1) Wang S, Xu L, Jonas JB. Prevalence of full-thickness macular holes in urban and rural adult Chinese: the Beijing Eye Study. *Am J Ophthalmol* 2006;141:589-91.
- 2) Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study. *Arch Ophthalmol* 1991;109:654-9.
- 3) Choi M, Kim H, Yun I. Surgical outcome of epiretinal membrane and internal limiting membrane removal for macular hole retinal detachment. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1491-7.
- 4) Kim HK, Hong SB, Kwon OW. The effect of vitrectomy for the treatment of macular holes. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:1797-802.
- 5) Nassif N, Cense B, Park BH, et al. In vivo human retinal imaging by ultrahigh-speed spectral domain optical coherence tomography. *Opt Lett* 2004;29:480-2.
- 6) Bottoni F, De Angelis S, Luccarelli S, et al. The dynamic healing process of idiopathic macular holes after surgical repair: a spectral-domain optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:4439-46.
- 7) Christensen UC, Krøyer K, Sander B, et al. Prognostic significance of delayed structural recovery after macular hole surgery. *Ophthalmology* 2009;116:2430-6.
- 8) Wakabayashi T, Fujiwara M, Sakaguchi H, et al. Foveal microstructure and visual acuity in surgically closed macular holes: spectral-domain optical coherence tomographic analysis. *Ophthalmology* 2010;117:1815-24.
- 9) Kang SW, Lim JW, Chung SE, Yi CH. Outer foveolar defect after surgery for idiopathic macular hole. *Am J Ophthalmol* 2010;150:551-7.
- 10) Kim JH, Kang SW, Park DY, et al. Asymmetric elongation of foveal tissue after macular hole surgery and its impact on metamorphopsia. *Ophthalmology* 2012;119:2133-40.
- 11) Leonard RE 2nd, Smiddy WE, Flynn HW Jr, Feuer W. Long-term visual outcomes in patients with successful macular hole surgery. *Ophthalmology* 1997;104:1648-52.
- 12) Scott IU, Moraczewski AL, Smiddy WE, et al. Long-term anatomic and visual acuity outcomes after initial anatomic success with macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 2003;135:633-40.
- 13) Haritoglou C, Reiniger IW, Schaumberger M, et al. Five-year follow-up of macular hole surgery with peeling of the internal limiting membrane: update of a prospective study. *Retina* 2006;26:618-22.

=ABSTRACT=

Long-Term Changes in Foveal Microstructure after Macular Hole Surgery

Seong Hun Jeong, MD, Jae Hui Kim, MD, Jong Woo Kim, MD, Chul Gu Kim, MD,
Tae Gon Lee, MD, Sung Won Cho, MD

Department of Ophthalmology, Kim's Eye Hospital, Konyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate long-term outcome of foveal tissue elongation after macular hole (MH) surgery.

Methods: This retrospective, observational case series was performed on patients who underwent MH surgery and were followed-up more than 12 months. Distance between the parafoveal edge of the outer plexiform layer (OPL) was defined as the inter-OPL distance and measured using optical coherence tomography images at 5 to 8 months postoperatively and at the last follow-up. The horizontal and vertical inter-OPL distances were compared between the 2 defined time points. In addition, further elongation of the foveal tissue in certain directions was defined as asymmetric elongation and was compared between the defined time points.

Results: The early and late postoperative examination was performed at 6.3 ± 1.1 (mean \pm standard deviation) months and 22.7 ± 7.8 months, respectively. The horizontal inter-OPL distance was $552.3 \pm 130.5 \mu\text{m}$ and $502.8 \pm 139.3 \mu\text{m}$ at the defined time points, respectively and the vertical inter-OPL distance was $478.9 \pm 107.2 \mu\text{m}$ and $447.5 \pm 107.1 \mu\text{m}$, respectively. Both horizontal and vertical inter-OPL distances were significantly shortened at the last postoperative examination ($p < 0.001$, $p = 0.002$, respectively). The degree of asymmetric elongation was $10.8 \pm 6.5\%$ and $11.8 \pm 7.9\%$ at the defined time points, respectively, and was not different between the defined time points ($p = 0.426$).

Conclusions: The long-term shortening of foveal tissue after MH surgery without progression of asymmetry may partially contribute to the long-term recovery of visual function after MH surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(11):1731-1736

Key Words: Elongation, Fovea, Macular hole, Optical coherence tomography

Address reprint requests to **Jae Hui Kim, MD**
Department of Ophthalmology, Kim's Eye Hospital
#136 Yeongsin-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-034, Korea
Tel: 82-2-2639-7664, Fax: 82-2-2639-7824, E-mail: kjh7997@daum.net