

골전도성 삽입물을 이용한 안와골절 정복술

Orbital Wall Reconstruction with Osteoconductive Unsintered Hydroxyapatite/Poly L-Lactide

위재민 · 김유정 · 지미정

Jae Min Wi, MD, Yu Jeong Kim, MD, Mi Jung Chi, MD, PhD

가천대학교 길병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Korea

Purpose: To evaluate the effect of orbital wall reconstruction with absorbable osteoconductive unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide by assessment of the orbital volume via orbital computed tomography.

Methods: 24 patients who followed up at least 6 months after orbital wall reconstruction with unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide were included. Retrospective clinical chart reviews for clinical manifestations and complications were performed, and orbital volume measurements were taken using the Eclipse Treatment Planning System (ver.13.0, Varian Medical System Inc., Palo Alto, CA, USA) through orbital computed tomography, which were taken before operation, right after operation, and at last follow up.

Results: Fourteen patients (58.3%) showed diplopia and extraocular muscle movement limitation preoperatively. Diplopia was resolved at last follow up and extraocular muscle movement limitation was improved at postoperative 6 months for all cases. The mean volumes of the fractured orbit and the unaffected orbit before operation were $23.62 \pm 0.45 \text{ cm}^3$ and $21.95 \pm 1.01 \text{ cm}^3$, respectively ($p = 0.003$). The mean volumes of the fractured orbit and the unaffected orbit right after operation were $21.65 \pm 0.91 \text{ cm}^3$ and $21.78 \pm 0.83 \text{ cm}^3$, respectively ($p = 0.542$). The mean volumes of the fractured orbit and the unaffected orbit at last follow up were $21.84 \pm 0.93 \text{ cm}^3$ and $21.81 \pm 0.91 \text{ cm}^3$, respectively ($p = 0.889$).

Conclusions: Absorbable osteoconductive unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide was effective for clinical improvement and orbital volume assessment in cases of orbital wall reconstruction and it can be used safely without definite implant related complications.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(4):533-539

Keywords: Absorbable implant, Blowout fracture, Orbital wall reconstruction, Osteoconductive implant, Unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide

■ Received: 2015. 12. 24. ■ Revised: 2016. 2. 2.

■ Accepted: 2016. 3. 15.

■ Address reprint requests to **Mi Jung Chi, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Gachon University Gil Medical Center, #21 Namdong-daero 774beon-gil, Namdong-gu, Incheon 21565, Korea
Tel: 82-32-460-3364, Fax: 82-32-460-3358
E-mail: cmj@gilhospital.com

* This study was presented as a narration at the 114th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2015.

안와의 하벽과 내벽은 외상에 취약하여 외상에 의해 쉽게 골절되며 안와 내용물의 이탈로 인한 안구함몰, 외안근을 포함한 안와 조직의 이탈과 감돈 등으로 인한 안구운동 장애와 복시 등을 일으키는 경우 수술적 교정이 필요하다.¹ 안와골절 정복술의 목적은 탈출된 연부조직을 복원하고 안와 삽입물을 삽입하여 수상 전의 안와의 해부학적 윤곽과 용적 및 기능을 회복하는 것이다.

인공 안와 삽입물은 흡수되는지에 따라 흡수성 및 비흡수성 삽입물로 나뉘는데, 흡수성 삽입물은 감염의 위험성

이 적은 반면 안와 지지력이 약하며, 비흡수성 삽입물은 안와 지지력이 강한 반면 흡수가 안되므로 후기 감염, 이탈, 출혈 등의 위험성이 있다.²⁻⁵ 비흡수성 삽입물의 단점을 보완하기 위해 개발된 다공성 삽입물의 경우 삽입물의 감염, 이탈 등의 합병증이 적다고 하나 체내에 잔존하므로 여전히 가능성은 남아있다.

최근 흡수성, 비흡수성, 다공성 삽입물의 장점을 결합한 골전도성 안와 삽입물에 대한 보고가 이루어지고 있다. Unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide (OSTEOTRANS™-MX Sheet, Takiron Co., Osaka, Japan)는 흡수성 안와 삽입물로 분류되며 흡수성 합성고분자인 Poly L-lactide에 인체의 골 성분과 유사한 unsintered hydroxyapatite를 혼합한 제품으로 적절한 강도를 유지하다 일정기간이 지나면 몸 안에서 poly L-lactide가 녹으면서 unsintered hydroxyapatite가 뼈로 전환되는 골전도성 물질이다.⁶⁻⁸

그동안 안면골 골절의 재건 시 골전도성 삽입물의 보고는 있었으나 안와골절 수술에서의 연구는 보고된 바 없다. 이에 저자들은 골전도성 안와 삽입물인 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide가 안와골절 정복술에 있어 얼마나 효과적인지 임상 증상의 호전과 안와 용적의 변화를 객관적으로 측정하여 알아보고자 하였다.

대상과 방법

저자들은 2014년 1월부터 2015년 3월까지 본원에 내원하여 편측성 안와골절로 진단 받고 안와골절 정복술에 골전도성 안와 삽입물인 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 사용한 환자들 중 적어도 6개월 이상 경과 관찰이 가능하였던 환자 24명을 대상으로 하였으며 평균 관찰 기간은 12.21 ± 3.44 개월이었다. 술 전에 일반적인 안과적 기본검사 외 복시검사, 외안근 운동검사, 강제견인검사, Hertel 안구돌출계 검사를 시행하였으며 안와 전산화 단층촬영을 실시하여 안와 골절의 위치와 범위, 근육이나 안와 연부조직의 감돈을 확인하였다.

수술은 전신마취하에서 한 명의 술자에 의해 시행되었으며 모두 결막경유 접근법을 이용하였다. 수술 중 근육의 위치를 확인할 수 있도록 하벽 골절인 경우 하직근에, 내벽골절인 경우 내직근에 4-0 흑견사로 견인 봉합사를 걸어 두었다. 안와 하벽 골절인 경우에는 하안검 검판의 하방 경계 부위나 약간 아래에서 결막절개를 시행한 후, 골막거상기로 안윤근과 안와 격막 사이를 박리하여 안와 하연의 골막을 노출시킨 뒤 #15 Bard-Parker knife로 골막을 절개하고 골막거상기로 골막하 박리를 시행하여 골절 부위를 노출시키고 부비동으로 감돈된 근육 및 안와 연조직을 골막거상

기, malleable 견인기, 흡인기 등을 적절히 사용하여 원래 위치로 복원하였다. Unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 결손 부위의 크기와 위치에 맞도록 적절히 잘라서 항생제를 혼합한 식염수에 적신 후 골절 부위에 삽입하였고, 고정이 잘 되고 위치 이탈이 되지 않음을 확인하였다. 5-0 바이크릴사로 골막봉합을 한 후 6-0 바이크릴사로 결막을 연속봉합하였다. 안와내벽골절의 경우에는 눈물 언덕을 경유하여 내벽에 접근하였다. 수술 도중 자주 동공 크기를 조사하여 시신경의 압박 여부를 확인하였고 수술 중 methylprednisolone 250 mg을 정맥투여하였다. 술 후 안대는 사용하지 않은 채 48시간 동안 얼음찜질을 하였으며 수술 당일 2시간마다 시력과 동공대광반사를 확인하였다. 수술 후 3일째 퇴원 후 첫 한 달간은 1주 간격으로, 그리고 그 후에는 1개월 간격으로 모든 환자에서 6개월 이상의 경과 관찰을 하였다.

수술 후 1개월과 3개월, 6개월의 소견으로 증상의 호전 정도를 등급화(Grade)하여 평가하였는데 복시의 유무에 따라 중심시야 20° 이내에 복시가 있으면 'Grade III', 중심시야 20° 이내에는 없지만 20-40° 사이에 복시가 있는 경우 'Grade II', 40°를 넘어서 주변부에서만 복시가 있는 경우 'Grade I', 복시가 없는 경우를 '없음(absence)'으로 표시하였다.

안구 운동 장애는 환자로 하여금 제일안위에서 정면에 위치한 광원을 주시하게 한 다음 검사하고자 하는 외안근의 최대 힘이 가해지는 방향으로 보게 하여 판정하였다. 전혀 움직일 수 없어 각막반사점의 위치변화가 없는 경우를 -4 운동제한(limitation), 각막 반사점이 동공연에 있는 경우 -3 운동제한, 동공연과 각막 가장자리(limbus) 사이인 경우 -2 운동제한, 각막 가장자리에 있으면 -1 운동제한, 각막 가장자리 너머까지 움직여 정상안과 차이가 없는 경우 0 운동제한으로 정의하여 표시하였다.⁹

수술 전 및 수술 직후, 수술 후 최종 경과 관찰 시 안와 전산화 단층촬영을 시행하여 수술 전에는 안와골절의 위치와 범위 및 외안근이나 연부조직의 감돈 여부를 확인하였으며, 수술 직후에는 안와삽입물의 위치 및 안와골절의 정복과 연부조직 및 외안근의 위치를 확인하였고 최종 경과 관찰 시에는 안와 삽입물에 의한 안와벽 재건의 유지 정도를 확인하였다.

안와 전산화 단층촬영 영상으로 The Eclipse Treatment Planning System (ver.13.0, Varian Medical System Inc., Palo Alto, CA, USA) 프로그램을 사용하여 수술 전후의 골절안 및 정상안의 안와 용적을 측정하였다(Fig. 1). The Eclipse Treatment Planning System 프로그램은 각각의 횡단면의 안와 전산화 단층촬영 영상에서 안와 용적을 그린

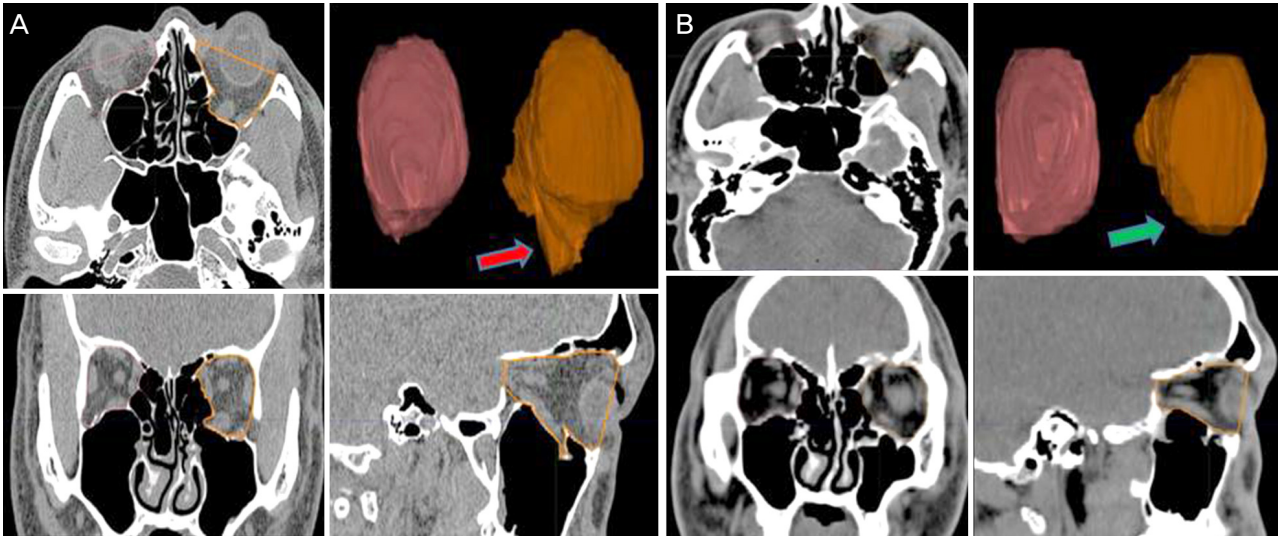


Figure 1. Example of an orbital volume measurement using the Eclipse Treatment Planning System. (A) Preoperative, (B) postoperative. Axial plane: the anterior orbital boundary was defined by a straight line connecting the medial and the lateral orbital rims, with the posterior limit being the orbital apex. Coronal plane: the anterior orbital boundary was defined as the CT slice in which 50% of the inferior orbital rim was visible, with the posterior limit being the orbital apex. Sagittal plane: the anterior orbital boundary was defined by a straight line connecting the superior and inferior orbital rims, with the posterior limit being the orbital apex. The areas of these outlines were measured on each scan and summed for orbital volume. A red arrow indicates the left inferior wall fracture and herniated orbital tissue before operation. A green arrow indicates the reconstructed left inferior wall fracture. The figure shows a reduction in the displaced orbital wall and herniated orbital tissue compared with the preoperative status. CT = computed tomography.

후 각각의 안와 단면에서 얻은 안와 용적을 3차원 영상으로 재구성하여 전체 안와 용적이 구해지는 프로그램으로 편리하게 사용할 수 있고, 재현성이 높으며, 측정자 간의 오차 및 측정자 내의 오차가 비교적 적다고 알려져 있다.¹⁰⁾

안와 용적 측정 시의 경계는 앞쪽은 안와연 내측과 외측을 일직선으로 연결한 직선으로 정의하였고 뒤쪽은 안와첨부로 정의하였다. 경계를 그리는 과정 및 측정시마다의 오차를 줄이기 위해 한 명의 측정자가 3회 측정을 시행한 후 구한 평균값을 사용하였다. 또한 수술 후 골절안의 안와 용적이 정상안의 안와 용적에 얼마나 유사해졌는지에 착안하여 다음과 같이 안와벽 재건율을 정의하였다.

$$\text{안와벽 재건율} = \left(1 - \frac{A-B}{B}\right) \times 100 (\%)$$

A: 수술 후 골절안 안와 용적, B: 정상안 안와 용적
예시: 수술 후 골절안 용적이 정상안과 같다(A=B)면 안와벽 재건율 100%

수술 후 골절안 용적이 정상안보다 10% 크다(A=1.1B)면 안와벽 재건율 90%

본 연구에서 통계 분석은 SPSS ver. 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, Mann-Whitney test 및 Wilcoxon signed rank test 방법을 이용하여 측상영상 사진에서 측정 한 안와 용적을 비교 분석하였다.

결 과

총 24명의 환자가 포함되었으며, 남녀의 비율은 남자가 17명(70.8%), 여자가 7명(29.2%)이었고, 나이는 20세 이하 3명(12.5%), 21세에서 30세 사이 5명(20.8%), 31세에서 40세 사이 9명(37.5%), 41세에서 50세 사이 5명(20.8%), 51세 이상 2명(8.3%)이었으며, 평균 나이는 35.3세였다. 수상 후부터 수술 시까지의 평균 기간은 6.08일(1-14일)이었다.

수술 전 14명(58.3%)의 환자에서 복시와 안구 운동 장애가 있었다. 수술 전 복시를 호소한 14명 중 Grade I이 2명, Grade II가 5명, Grade III가 7명이었고, 수술 후 6개월째 5명에서 Grade I의 복시만 남았고 최종 경과 관찰 시 모두 소실되었다. 안구운동장애는 -1 운동제한이 7명, -2 운동제한이 6명, -3 운동제한이 1명에서 보였으며 수술 후 6개월째 경과 관찰 시 모두 호전되었다(Table 1).

안면 감각 검사는 하안와연 주변 피부에 대한 감각을 기준으로 측정하였으며, 안면 감각 이상을 호소하는 환자들은 수술 전 4명(16.7%)이었으나, 수술 후 6개월째 경과 관찰 시 모두 호전을 보였다. 수술 전 안구 함몰의 평균은 0.5 ± 0.7 mm, 이 중 안구 함몰이 심하거나 안구 함몰 진행이 예상되어 수술의 적응증이 되었던 환자 7명의 술 전 안구 함몰 평균은 2.3 ± 0.6 mm였으며, 수술 후 최종 경과 관찰

Table 1. Preoperative and postoperative EOM limitation and diplopia of patients

	Preoperative		Postoperative			
	EOM limitation	Diplopia*	6 months		Final follow up	
			EOM limitation	Diplopia	EOM limitation	Diplopia
1	-2	Gr III	0	Gr I	0	Absence
2	-1	Gr II	0	Absence	0	Absence
3	-1	Gr II	0	Absence	0	Absence
4	-1	Gr II	0	Absence	0	Absence
5	-1	Gr II	0	Absence	0	Absence
6	-2	Gr III	0	Absence	0	Absence
7	-2	Gr III	0	Gr I	0	Absence
8	-1	Gr II	0	Absence	0	Absence
9	-2	Gr III	0	Gr I	0	Absence
10	-2	Gr III	0	Absence	0	Absence
11	-1	Gr I	0	Absence	0	Absence
12	-1	Gr I	0	Absence	0	Absence
13	-2	Gr III	0	Gr I	0	Absence
14	-3	Gr III	0	Gr I	0	Absence

“0” limitation: no limitation with light reflection position beyond limbus. “-1” limitation: limitation with corneal reflection on limbus. “-2” limitation: limitation with corneal reflection between pupil margin and limbus. “-3” limitation: limitation with corneal reflection in contrary pupil margin. “-4” limitation: limitation with inability of the eye to move.
EOM = extraocular muscle movement.

*‘Gr I’ is ‘diplopia exceed the range 40 degrees of central visual field’ and ‘Gr II’ is ‘diplopia within the range 20 to 40 degrees of central visual field’, and ‘Gr III’ is ‘diplopia within the range 0 to 20 degrees of central visual field’.

시 안구 함몰의 전체 평균은 0.1 ± 0.4 mm, 안구 함몰이 수술의 주적응증이 되었던 환자군에 대해서는 0.3 ± 0.2 mm로 수술 후 최종 경과 관찰 시 모두 호전되었음을 확인할 수 있었다.

안와 전산화 단층촬영 영상으로 수술 전후의 골절안 및 정상안의 안와 용적을 측정한 결과, 수술 전 골절안의 평균 안와 용적은 23.62 ± 0.45 cm³, 정상안의 평균 안와 용적은 21.95 ± 1.01 cm³로 골절안의 안와 용적이 정상안에 비해 유의하게 컸다($p=0.003$). 수술 직후 골절안의 평균 안와 용적은 21.65 ± 0.91 cm³, 정상안의 평균 안와 용적은 21.78 ± 0.83 cm³였으며($p=0.542$), 수술 후 6개월 이상 최종 경과 관찰 시 골절안의 평균 안와 용적은 21.84 ± 0.93 cm³, 정상안의 평균 안와 용적은 21.81 ± 0.91 cm³로 수술 직후와 최종 경과 관찰 시 골절안과 정상안의 안와 용적에는 유의한 차이가 보이지 않았다($p=0.889$). 수술 전에 골절로 인해 커진 안와 용적이 수술 직후 감소하여 양쪽 안와 용적의 유의한 차이가 없어졌음을 확인할 수 있었으며, 안와벽 재건율은 수술 직후 $99.98 \pm 1.21\%$, 최종 경과 관찰 시 $97.01 \pm 2.38\%$ 로 확인되었고, 수술 직후와 최종 경과 관찰 시 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.481$) (Fig. 2). 또한 수술 후 시력 감소나 삽입물의 감염 및 이탈, 노출 등의 심각한 합병증의 발생은 관찰되지 않았다.

고 찰

안와골절 정복술은 골절 틈새로 유출된 조직을 들어올리고 안와삽입물을 삽입하여 안와의 기능적, 해부학적 결손을 방지하는 데 그 목적이 있다. 이상적인 안와 삽입물은 생체 적합성을 갖는 소재로 화학적, 생물학적으로 불활성이며, 체내에서 지지체 역할을 수행할 수 있어야 하고, 탈출, 노출, 이동, 염증, 감염 등이 최소화되어야 한다.¹¹

이러한 안와 삽입물은 크게 뼈, 연골과 같은 자가 조직과 인공삽입물로 나뉘며 자가조직은 최근 거의 사용되지 않는다. 인공삽입물은 크게 흡수성 및 비흡수성 소재로 나눌 수 있다. 흡수성 물질 중 수년 전부터 널리 사용되고 있는 polylactic acid (PLA) 중합체의 경우, 감염의 문제가 상대적으로 적지만 장기적인 지지력 등 구조적인 안정성에 제한이 있고, 비흡수성 삽입물의 경우, 구조적인 안정성이 뛰어난 대신 섬유혈관 조직의 증식이 안되므로 삽입물의 감염, 이탈, 출혈이 발생할 위험이 많다.

비흡수성 삽입물 중 다공성 삽입물로는 hydroxyapatite, porous polyethylene 등이 있는데 구조적 특성상 수많은 미세 구멍이 있어 섬유혈관조직이 자라 들어갈 수 있어 이론적으로 이탈, 노출, 감염의 합병증이 적지만 체내에 잔류하기 때문에 여전히 감염의 위험이 있으며 외안근이나 안와 내 섬유 지방 조직이 삽입물과 유착을 일으켜 안구 운동 제한을 일으킬 수 있다는 점, 그리고 주위 조직과의 단단한 결합으로 재수술이 어렵다는 단점이 있다.²⁻⁵ 다공성 안와삽

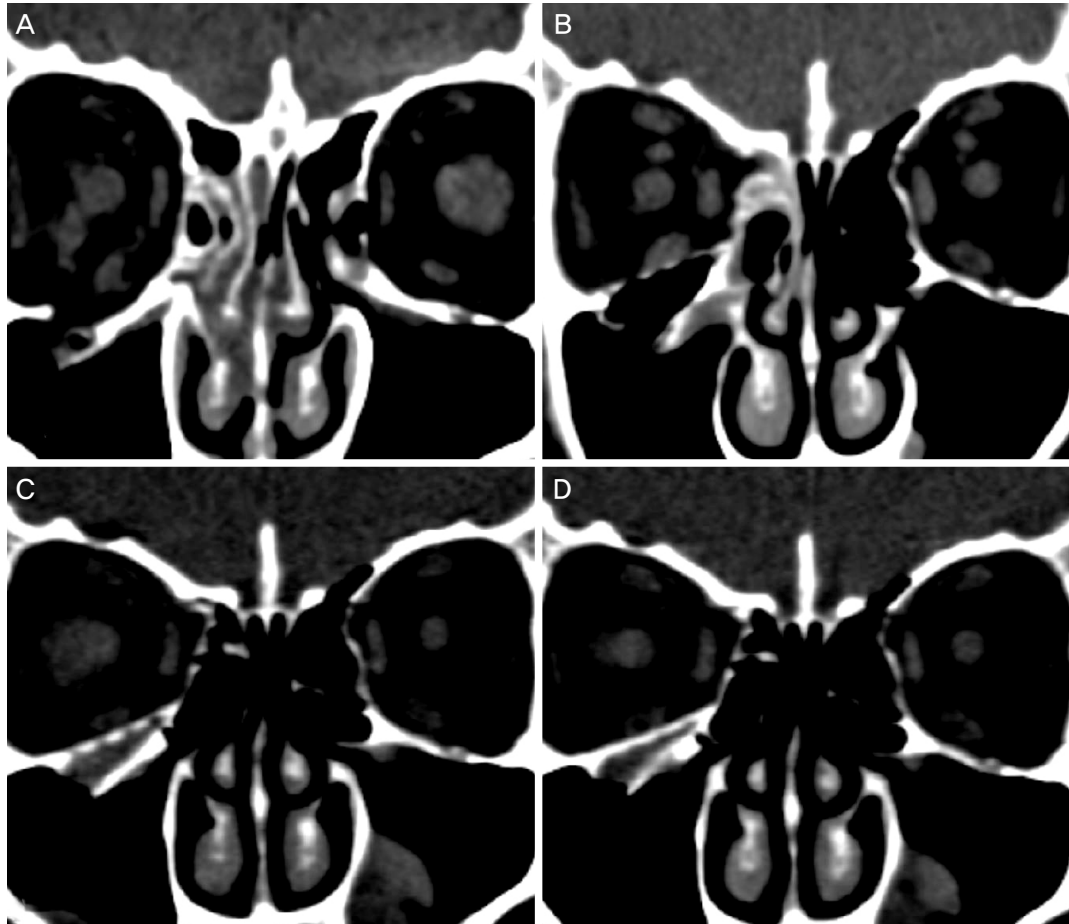


Figure 2. Serial orbital computed tomography. (A) Preoperative orbital CT shows a right floor fracture with herniated tissue into the maxillary sinus. Postoperative serial orbital CTs show a radiopaque orbital implant right after operation (B), postoperative 6 months (C), and postoperative 12 months (D). (D) Postoperative 12 month CT shows the implant is thickened and pores are filled with adjacent bone density material. This patient's orbital wall reconstruction rate was 101.4% right after operation (B) and 100.5% at postoperative 12 months (D). CT = computed tomography.

입물 중 synthetic hydroxyapatite는 염기성 인산칼슘으로 암석, 골격, 치아에서 발견되며 뼈와 주성분이 같은 세라믹으로 인공뼈 대체제로 널리 이용되나 깨지기 쉽고 하중을 받는 부위에서 충분한 강도를 유지하지 못한다는 단점이 있다.

본원에서는 흡수성 삽입물로 분류되는 골전도성 안와 삽입물인 unsintered hydroxyapatite particles/poly L-lactide가 안와 골절의 재건에 있어 얼마나 효과적인지 임상 증상의 호전과 안와 용적의 변화를 통해 알아보았다. 본 연구에서 사용한 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide는 생체활성을 갖는 바이오세라믹스 미립자인 unsintered hydroxyapatite와 합성 고분자인 poly L-lactide를 특수한 방법으로 복합한 안와 삽입물이다.^{4,5,7} 그 제조 과정을 살펴보면, 우선 탄산칼슘(CaCO_3)과 무수인산수소칼슘(CaHPO_4)이 가수분해되면서 unsintered hydroxyapatite가 생성된다.¹² 일반적으로 분체를 녹는점 이하 또는 부분적 용융 정도로 가열하여 단

단한 결합체로 만드는 소결 방식을 쓰는데 비해 hydroxyapatite의 생성 과정에는 미소결 방식(unsintering)을 채택한다. 그 이유는 소결 방식을 이용하여 만든 합금은 절삭성이 떨어져 금속 표면이 매끄럽지 못하고 이는 인체 내에 삽입되었을 때 주변 조직을 마모시키거나 손상을 줄 수 있기 때문이다.¹³ 이렇게 생성된 unsintered hydroxyapatite는 평균직경이 $0.2\text{--}3\text{ }\mu\text{m}$ 에 달하며 이후 이차물질(평균직경 $5\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$)로 뭉쳐지고 다시 분쇄 과정을 거쳐 평균 직경 $3\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$ 입자가 된다.^{6,12} Unsintered hydroxyapatite를 이 크기(직경 $3\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$)로 만드는 이유는 이 크기의 입자가 탐식작용을 통해 poly L-lactide에 합성되기에 적절하기 때문이다.^{6,12}

Unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide의 가장 큰 특징은 안와 삽입물 삽입 후 골절된 부위가 안정적으로 고정될 때까지 적절한 강도를 유지하다 일정기간이 지나면 몸 안에서 poly L-lactide가 녹으면서 unsintered hydroxyapatite가 정상적인 인체 골로 전환되는 골전도성(osteoconduction) 기

능이다.^{6,8} 또한 X-ray 가시화가 가능하여 전산화 단층촬영을 통한 예후 추적이 가능하다.¹⁴

본 연구에서 수술 후 6개월 이상 경과 관찰하는 과정 중에 모든 환자에서 복시, 안구운동장애, 안구 함몰, 하안와연감각 감퇴 등 안와 골절과 관련된 임상 징후와 증상에 있어서 호전을 보였다. 복시를 보인 14명의 환자 중 수술 후 1개월째 7명, 수술 3개월째에는 8명, 수술 6개월째 9명, 최종 경과 관찰 시에는 14명 모두에서 복시의 소실을 보였고 안구운동장애 소견은 수술 후 6개월째 경과 관찰 시 모든 환자에서 호전을 보였다. 술 전 안구 함몰이 심하거나 안구 함몰 진행이 예상되어 수술의 적응증이 되었던 환자 7명의 술 전 안구 함몰 평균은 2.3 ± 0.6 mm, 이들의 술 후 안구 함몰 평균은 0.3 ± 0.2 mm로 수술 후 최종 경과 관찰 시 호전되었음을 확인할 수 있었다. 안면 감각 이상을 호소하는 환자들은 수술 전 4명(16.7%)이었으나, 수술 후 6개월째 경과 관찰 시 모두 호전을 보였다. 이와 같이 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 이용한 안와벽 재건술 시 빠른 증상의 회복이 가능하다는 점을 알 수 있었다. 안와 전산화 단층촬영을 이용하여 수술 전, 수술 직후, 수술 후 최종 경과 관찰 시 안와 용적을 측정하여 결과, 수술 전에 비해 수술 직후 골절안의 안와 용적이 유의하게 감소하여 ($p=0.004$) 수술 직후 및 최종 경과 관찰 시 골절안과 정상안의 안와 용적 사이에 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다($p=0.841, 0.668$).

안와벽 재건율은 수술 직후 $99.98 \pm 1.21\%$, 최종 경과 관찰 시 $97.01 \pm 2.38\%$ 로 확인되었으며, 수술 직후와 최종 경과 관찰 시 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.481$). 기존의 연구들에서 다른 안와 삽입물에 대한 재건 효과 분석 시 술 전과 술 후 두 차례만 안와 용적을 측정하여 시간 경과에 따른 안와벽 재건율의 추이를 살펴볼지 못하였지만 본 연구를 통해 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 이용한 안와벽 재건술 시행 시 안와벽 재건율이 수술 직후 $99.98 \pm 1.21\%$ 로 재건 효과가 우수하였으며 시간 경과에 따라 재건 효과가 약간 감소하기는 하나 수술 직후와 비교하여 유의한 차이가 없어($p=0.481$) 재건 효과 유지면에서도 우수한 안와 삽입물임을 확인할 수 있었다.

또한 최종 경과 관찰 시까지 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide의 감염 및 이탈, 노출 등의 삽입물과 관련한 심각한 합병증은 발생하지 않았다. 이와 같이 골절로 인한 임상 징후 및 증상의 호전 이외에 안와 용적 측정을 통한 정량적인 분석을 통해서도 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide가 안구 및 안와 내용물에 대해 지지력이 뛰어나면서도 감염, 탈출 등의 합병증이 없어 안전하게 사용할 수 있는 삽입물임을 확인할 수 있었다.

안와 골절에 국한된 것은 아니나 골절 수술에 있어서 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide의 효과에 대해 살펴본 연구 중에서 Hayashi et al¹⁵은 안면부 골절 환자 17명을 대상으로 전두골 및 상악골 골절에 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 이용하여 재건술을 시행한 결과를 발표하였다. 그 연구에 따르면 술 후 평균 21.8개월 추적 관찰한 결과 전두골의 골 과형성 1예, 전두관골 봉합에서의 이물반응 1예를 제외하고 특별한 합병증은 발견되지 않았으며, 60개월로 장기간 경과 관찰한 사례에서도 골절 부위의 복원이 잘 유지되는 등 전반적으로 우수한 술 후 결과를 보고하였다.

본 연구의 한계점은 평균 관찰 기간이 12.21 ± 3.44 개월로, 안와 삽입물에 관한 여타 연구에서의 평균 관찰 기간과 비교하였을 때 짧지 않으나 Shikunami et al⁶의 연구 결과를 토대로 하였을 때, 추가적인 경과 관찰이 필요하다는 점이다. Shikunami et al⁶은 토끼를 이용한 동물실험에서 토끼의 대퇴골 골수강내에 unsintered hydroxyapatite particles/poly L-lactide composite를 주입한 후 변화 과정을 살펴 본 결과, 2.5년이 지난 후 poly L-lactide의 분자량이 급속히 감소하기 시작하고 합성물 내에서 unsintered hydroxyapatite의 비율이 증가하기 시작하며, 5년이 지난 후에는 합성물 내에서 poly L-lactide가 완전히 자취를 감추고, 5.5년이 지난 후에는 거의 대부분의 unsintered hydroxyapatite가 정상적인 인체 골 조직으로 전환되었다고 발표하였다. 이렇듯 unsintered hydroxyapatite particles/poly L-lactide의 경우 5-6년에 걸쳐 poly L-lactide가 천천히 흡수되면서 unsintered hydroxyapatite가 정상적인 인체 골로 전환되는 특성이 있는 것으로 알려져 있어, 추후 삽입물의 흡수가 이루어지고 인체 골로 대체된 이후에도 장기적인 안와 용적 유지 여부 및 감염, 이탈 등 삽입물과 관련된 합병증 발생 유무에 대한 추가적인 경과 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

결론적으로 흡수성 골전도성 삽입물인 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide는 향후 흡수 및 골전도가 완료되는 시점까지 추가적인 경과 관찰이 필요하기는 하나 생체 분해성 및 생체 적합성을 갖는 소재로 충분한 안와벽 지지 효과가 있으며, X-ray 가시화로 전산화단층촬영을 통한 예후 추적이 가능하여 안와골절의 재건술 시에 뚜렷한 합병증 없이 안전하게 사용할 수 있는 안와 삽입물이라 판단된다.

REFERENCES

- 1) Jeon SY, Kim C, Ma Y, Hwang E. Microsurgical intranasal reconstruction of isolated blowout fractures of the medial orbital wall. *Laryngoscope* 1996;106:910-3.
- 2) Choi JC, Fleming JC, Aitken PA, Shore JW. Porous polyethylene channel implants: a modified porous polyethylene sheet implant designed for repairs of large and complex orbital wall fractures.

- Ophthal Plast Reconstr Surg 1999;15:56-66.
- 3) Block MS, Kent JN. Correction of vertical orbital dystopia with a hydroxyapatite orbital floor graft. J Oral Maxillofac Surg 1988; 46:420-5.
 - 4) Jordan DR, St Onge P, Anderson RL, et al. Complications associated with alloplastic implants used in orbital fracture repair. Ophthalmology 1992;99:1600-8.
 - 5) Scales JT. Discussion on metals and synthetic materials in relation to soft tissues; Tissue reaction to synthetic materials. Proc R Soc Med 1953;46:647.
 - 6) Shikinami Y, Matsusue Y, Nakamura T. The complete process of bioresorption and bone replacement using devices made of forged composites of raw hydroxyapatite particles/poly L-lactide (F-u-HA/ PLLA). Biomaterials 2005;26:5542-51.
 - 7) Shikinami Y, Okuno M. Bioresorbable devices made of forged composites of hydroxyapatite (HA) particles and poly-L-lactide (PLLA): Part I. Basic characteristics. Biomaterials 1999;20:859-77.
 - 8) Shikinami Y, Okuno M. Bioresorbable devices made of forged composites of hydroxyapatite (HA) particles and poly L-lactide (PLLA). Part II: practical properties of miniscrews and miniplates. Biomaterials 2001;22:3197-211.
 - 9) Oum BS. Eye Exam, 3rd ed. Goyang: Naewaehaksool, 2013; 146-7.
 - 10) Mesbahi A, Thwaites DI, Reilly AJ. Experimental and Monte Carlo evaluation of eclipse treatment planning system for lung dose calculations. Rep Pract Oncol Radiother 2006;11:123-33.
 - 11) Ye J, Kook KH, Lee SY. Evaluation of computer-based volume measurement and porous polyethylene channel implants in reconstruction of large orbital wall fractures. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:509-13.
 - 12) Matsuda N, Kaji F. Form control of crystals and aggregation of hydroxyapatites. In: Kokubo T, Nakamura T, Miyaji F, eds. Bioceramics. Oxford: Pergamon Press, 1996; v. 9. chap. 9.
 - 13) Ducheyne P, Qiu Q. Bioactive ceramic: the effect of surface reactivity on bone formation and bone cell function. Biomaterials 1999;20:2287-303.
 - 14) Matsusue Y, Niibayashi H, Aoki Y. Bone fusion using HA/PLLA composite, a material characterized by its excellent resorbability in the living body. J Orthop Surg (Hong Kong) 1999;50:1405-11.
 - 15) Hayashi M, Muramatsu H, Sato M, et al. Surgical treatment of facial fracture by using unsintered hydroxyapatite particles/poly L-lactide composite device (OSTEOTRANS MX(R)): a clinical study on 17 cases. J Craniomaxillofac Surg 2013;41:783-8.

= 국문초록 =

골전도성 삽입물을 이용한 안와골절 정복술

목적: 흡수성 골전도성 안와 삽입물인 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 이용한 안와골절 정복술의 효과를 안와전산화단층촬영을 통한 안와용적 분석을 이용해 알아보고자 하였다.

대상과 방법: Unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide를 이용한 안와골절 정복술 후 6개월 이상 추적관찰된 24명의 환자를 대상으로 후향적 의무기록 분석을 통해 임상소견, 합병증을 확인하였고, 수술 전, 수술 직후, 최종 경과 관찰 시 안와전산화단층촬영 영상을 The Eclipse Treatment Planning System (ver.13.0, Varian Medical System Inc., Palo Alto, CA, USA)을 이용하여 안와용적을 측정하였다.

결과: 수술 전 14명(58.3%)의 환자에서 복시 및 외안근 운동 장애가 있었으나 복시는 모든 환자에서 최종 경과 관찰 시, 안구운동장애는 수술 후 6개월째 모두 개선되었다. 수술 전 골절안의 평균 안와 용적은 $23.62 \pm 0.45 \text{ cm}^3$, 정상안은 $21.95 \pm 1.01 \text{ cm}^3$ 였고($p=0.003$), 수술 직후 골절안의 평균 안와 용적은 $21.65 \pm 0.91 \text{ cm}^3$, 정상안은 $21.78 \pm 0.83 \text{ cm}^3$ 였으며($p=0.542$), 최종 경과 관찰 시 골절안의 평균 안와 용적은 $21.84 \pm 0.93 \text{ cm}^3$, 정상안은 $21.81 \pm 0.91 \text{ cm}^3$ 였다($p=0.889$).

결론: 안와골절 정복술 시 흡수성 골전도성 기능을 가진 unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide는 안와재건 효과가 우수함을 임상소견의 호전 및 안와용적분석을 통해 확인할 수 있었으며, 뚜렷한 합병증 없이 사용할 수 있는 삽입물이다.

(대한안과학회지 2016;57(4):533-539)