

소아기에 시행된 안구 제거가 안와 부피 성장에 미치는 영향

국경훈·최정범·노미인·이상렬

연세대학교 의과대학 안과학교실, 시기능 개발 연구소

목적 : 소아기에 시행 받은 안구적출술이 시술 시기, 안와삽입물의 유무와 그 크기에 따라 안구의 성장에 어떠한 영향을 미치는지 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법 : 안구적출술 혹은 안구내용제거술후 이차 삽입술을 시행받기 위해 내원한 47명의 환자들을 대상으로 이들의 전산화 단층촬영으로부터 무안구 측과 정상 측의 안와부피를 측정하여 보았다.

결과 : 3세 이하, 4세에서 6세, 7세에서 9세, 10세에서 12세, 13세 이상의 5개 군으로 나누어 비교 분석한 결과 안와삽입물의 유무에 관계없이 12세 이하의 4 개 군에서 시술 후 안와 부피 성장정도가 저하되어 있었고($p < 0.05$) 안와삽입물의 크기를 10~13 mm, 14~17 mm, 18~22 mm의 세 군으로 나누어 분석한 결과 삽입물의 크기가 17 mm 이하인 경우에는 안와 부피 성장에 유의한 저하를($p < 0.05$) 보이는 것으로 관찰되었다.

결론 : 12세 이전에 수술을 시행 받은 경우 안와의 성장에 저하를 초래함을 관찰할 수 있었으며, 수술 시 안와삽입물은 직경 18 mm 이상이 되어야 적절한 안와 부피 성장을 유도할 수 있음을 확인하였다.

<한안지 45(11):1790-1798, 2004>

일반적으로 안와의 부피는 생후 3개월까지 빠른 속도로 성장하며 그 이후로는 점차적으로 성장하여 12세 경에 성인의 수준에 도달하는 것으로 알려져 있다.¹ 이러한 안와의 성장 시기에 안구를 제거하면 안와의 성장에 영향을 미쳐 안와의 기형이나 안면 비대칭 등의 결과를 초래할 수 있으며, 이러한 성장 저하 정도는 안구를 제거하는 나이에 좌우되는 것으로 생각되어 왔다.² Kennedy³는 토끼와 고양이를 대상으로 한 실험에서, Sarnat과 Shanedling⁴는 토끼를 대상으로 한 실험에서 성장기에 시행된 안구 제거가 안와의 부피 성장에 저하를 유발함을 보고하였다.³

사람을 대상으로 한 연구에서도 소아기에 시행된 안구 제거가 안와의 성장 저하를 유발한다는 보고들이 있었으나,^{5,6} 1999년 Fountain et al⁷은 소아기에 단안

망막모세포종으로 안구적출술 및 안와삽입물 삽입술을 시행 받은 9명의 환자들을 대상으로 한 연구에서 평균 8.3년간 관찰한 결과 양측 안와의 크기에 차이가 없음을 보고하였다. 그러나 사람을 대상으로 한 연구에서는 동물 실험에서와 달리 직접적인 안와의 부피 측정이 불가능하므로, 이러한 연구들은 무안구 상태의 안와의 성장에 대한 평가의 변수로서 2차원적인 안와의 수평 혹은 수직 길이를 측정하는 방법으로 연구되어 왔다. 하지만, 이차적인 안와삽입물의 삽입이나 의안 착용 시의 미용적 교정 효과는 안와의 부피와 관계되며 소아기에 시행된 안구 제거와 안와 성장 정도 간의 관계는 안구 제거 시에 안와삽입물의 삽입 여부와 삽입물의 크기에 따라 변수가 있을 수 있으나, 이에 대한 보고가 미비한 상태이다.

저자는 소아기에 시행된 안구제거가 안와 성장에 미치는 영향을 연구하여 안구제거수술 시행의 나이와 안와 성장 저하 정도의 관계를 밝히고, 안와삽입물의 삽입 여부 및 삽입물의 크기에 따라 성장 정도에 차이가 있는 지를 알아보려고 하였다.

대상과 방법

1991년 1월부터 2003년 4월까지 안과 외래에 내원한 무안구증 환자 중, 과거 안구적출술 혹은 안구내용제거술을 시행 받았으며 2차적 Hydroxyapatite 삽

<접수일 : 2004년 6월 8일, 심사통과일 : 2004년 9월 22일>

통신저자 : 이 상 렬

서울시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 신촌세브란스병원 안과

Tel: 02-361-8450, Fax: 02-312-0541

E-mail: Sylee@yumc.yonsei.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2004년 대한안과학회 제91회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

Table 1. Basic information of patient

	Number of patients (Male: Female)	Age (years)	Age of operation* (years)	Period since operation (years)†
Without implants	20 (8:12)	30.7±11.7	10.3±7.9	20.4±8.0
With implants	27 (17:10)	29.6±12.5*	11.6±11.2*	18.0±9.5*
Total	47 (25:22)	30.1±12.1	11.0±9.8	19.0±8.9

*Enucleation or evisceration.

†Period between enucleation or evisceration and computed tomography.

Table 2. Number of patients classified according to age and operation method

Age of operation* (yrs)	Without implants†(n)	With implants†(n)	Total
0~3	5	8	13 (27.7%)
4~6	4	5	9 (19.1%)
7~9	2	2	4 (8.5%)
10~12	2	4	6 (12.8%)
13~36	7	8	15 (31.9%)
Total	20 (42.6%)	27 (57.4%)	47 (100%)

*(yrs): years.

†(n): number of patients.

Table 3. Types of surgery related to causes of anophthalmos*(n)

Cause	Patients number	Enucleation	Evisceration
Trauma	24 (51.1%)	8 (33.3%)	16 (66.7%)
Retinoblastoma	7 (14.9%)	7 (100%)	0 (0%)
Phthisis bulbi	5 (10.6%)	2 (40%)	3 (60%)
Idiopathic	11 (23.4%)	7 (63.6%)	4 (36.4%)
Total	47 (100%)	24 (51.1%)	23 (48.9%)

*(n): number of patients.

입술을 받기 위해 내원한 47명을 대상으로 하였다. 갑상선 항진증 등의 내분비 질환이 동반되었거나 안와 골절이 있는 경우는 대상에서 제외되었다. 총 47명 환자 중 이전에 안구적출술 혹은 안구내용제거술과 동시에 안와삽입물 삽입술을 시행 받았던 환자가 27명 이었고 안와삽입물을 삽입하지 않았던 경우가 20명 이었다. 전체 환자들의 평균 나이는 30.1세 이었으며, 안와삽입물이 없는 군과 있는 군 간에 통계적으로 의미 있는 나이의 차이는 없었다($p>0.05$). 안구적출 혹은 안구내용제거술을 시행 받은 평균 나이는 11.0세 이었고, 수술 후 전산화 단층 촬영까지의 평균 경과 기간은 19.0년 이었다. 안와삽입물이 없는 군과 있는 군 간에 수술 시

이, 경과 기간의 통계적으로 의미 있는 차이는 없었다 ($P>0.05$)(Table 1).

총 47명의 환자 중 13세 이후에 수술을 시행 받은 환자가 15명으로 가장 많았으며, 3세 이전에 수술을 시행 받은 환자가 13명이었고, 4세에서 6세, 7세에서 9세, 10세에서 12세 사이에 수술을 시행 받은 환자가 각각 9, 4, 6명이었다(Table 2).

안구적출 혹은 안구내용제거의 원인으로는 외상이 24명으로 가장 많았으며 망막모세포종이 7명, 안구로 5명, 그 외 원인 미상이 11명이었다. 총 47명 중 24명은 안구적출술을 시행 받았으며 23명은 안구내용제거술을 시행 받은 과거력을 가지고 있었다. 외상이나 안

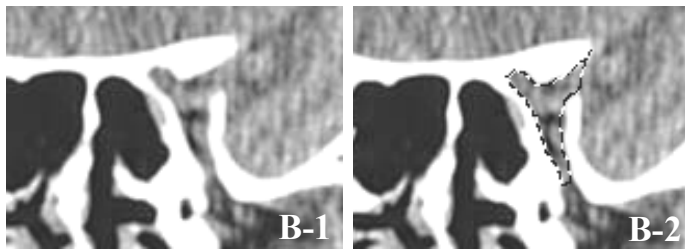


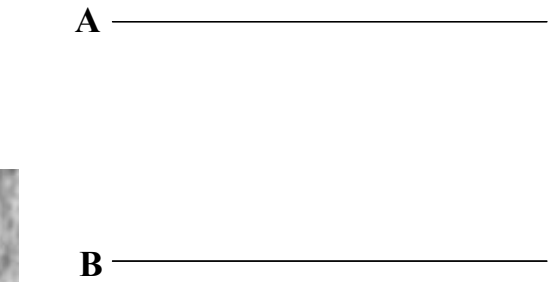
Figure 1. Measurement of orbital volume using Scion Image for Windows program (A: Anterior border of orbit, B posterior border of orbit).

- A-1: Coronal view of anterior border (Including lacrimal fossa).
- B-1: Coronal view of posterior border (including optic canal).
- A-2: Lateral border at anterior coronal view.
- B-2: Lateral border at posterior coronal view.

구로가 원인인 경우에는 안구내용제거술을 시행 받은 경우가 많았으며, 원인 미상으로 수술을 시행 받은 환자들에서는 안구적출술을 시행 받은 경우가 많았다. 망막모세포종 환자였던 7명은 모두 안구적출술을 시행 받은 과거력을 가지고 있었다(Table 3).

정상인에서 양측 안와 간의 부피 차이 유무를 알아보기 위하여, 안와 질환이 없으며 갑상선 항진증 등의 내분비 질환이 동반되지 않은 20세 이상 성인 20명의 전산화 단층 촬영 결과로부터 양측 안와 부피를 측정하였다. 대조군의 평균 나이는 27.1세로, 환자군의 나이와 비교하여 통계적으로 유의한 수준의 차이는 없었다 ($p>0.05$).

안와 부피의 측정은 다음과 같은 방법으로 하였다. 환자군 및 대조군 대상 들의 전산화 단층 촬영 사진을 디지털화 하여 개인용 컴퓨터로 옮긴 후 관상 단면을 취하였다. 모든 환자의 관상 단면 간의 간격은 3 mm 이었으며, 각 관상 단면에서의 안와 면적을 영상 분석 프로그램인 Scion image for Windows[®] (Scion Corporation, USA)를 사용하여 측정하였다. 안와의 뒤쪽 경계는 시각신경관이 관찰되는 단면으로 정하였고, 앞쪽 경계는 뒤눈물샘오목이 관찰되는 단면으로 하였다. 위안와틈새와 아래안와틈새는 그 경계에서 가상 직선으로 연결하여 이를 안와의 경계로 하였으며, 전두상악골융합선 앞쪽 단면에서 안와의 외측 경계가 없는 부위에서도 마찬가지로 양쪽 안와의 끝부분을 잇는 직선을 안와의 경계로 하였다(Fig. 1).⁸



부피는 각 단면에서의 면적의 합으로 계산되어지며 다음과 같은 공식에 의하여, 측정된 각 단면의 안와의 면적과 각 단면 간의 거리로부터 안와의 부피를 계산하였다.⁹

$$V = \frac{1}{3}hS_1 + \sum_{i=2}^{N-1} \left\{ \frac{1}{2}h(S_i + S_{i+1}) \right\} + \frac{1}{3}hS_N$$

(V: 안와 부피, h: 영상 간 간격, Si: i번째 영상의 면적, N: 영상의 개수)

모든 측정은 한 관찰자에 의하여 측정되었으며, 자료의 통계 분석은 SAS[®] v8.1을 사용하였다.

결 과

정상 성인 20명을 대상으로 연구한 결과, 평균 안와 부피는 우측 21.60 ml, 좌측 21.56 ml로 정상인에서 양측 안와 부피 간에 통계적으로 의미 있는 차이는 없는 것으로 나타났다($p>0.05$).

전체 환자의 평균 안와 부피는 정상 측이 22.4 ml, 무안구 측이 20.8 ml로 1.6 ml의 차이를 나타냈으며, 7.5%의 안와 부피 성장 저하를 보였다. 안와삽입물 유무에 따라 구분하여 분석한 결과, 안와삽입물이 없었던 군의 경우 무안구 측 안와의 평균 부피는 19.9 ml, 정상 측 안와의 부피는 21.8 ml로 1.9 ml의 통계적으로 의미 있는 부피 차이를 나타내어($p<0.05$), 정상 측에 비하여 8.3%의 안와 부피 성장 저하를 보였다. 안와삽입물이 있는 군의 무안구 측 안와의 평균 부피는 21.4

Table 4. Comparison of orbital volume (with or without implants)

	Normal orbital volume (ml)	Anophthalmic Orbital volume (ml)	*Retardation of orbital volume growth rate (%)
Without implants	21.8±3.2	19.9±2.9	8.3±6.8
With implants	22.9±3.0	21.4±4.0*	6.8±8.6 [†]
Total	22.4±3.1	20.8±3.6*	7.5±7.8

*Retardation of orbital volume growth rate (%).

= {(Normal orbital volume - Anophthalmic Orbital volume) / Normal orbital volume } X 100

Table 5. Orbital volume and retardation of orbital volume growth rate, according to age of operation

Age of operation (years)	Normal orbital volume (ml)	Anophthalmic orbital volume (ml)	Difference of orbital volume		*Retardation of Orbital volume growth rate (%)
			(ml)	p	
0~3 (n=13)	21.5±3.6	18.8±4.5	2.7±2.0	.00	13.1±9.8
4~6 (n=9)	23.0±3.2	21.3±2.8	1.6±1.7	.00	6.9±6.6
7~9 (n=4)	22.4±1.8	20.3±1.8	2.1±1.4	.03	9.3±6.0
10~12 (n=6)	23.3±2.2	21.6±2.3	1.7±0.9	.01	7.2±4.1*
13~36 (n=15)	22.5±3.2	21.9±3.6	0.5±1.1	.07	2.6±5.0 [†]

Table 6. Relationship of orbital volume (ml) with age of operation and implant existence

Age at operation (years)	Without implants		With implants	
	Normal (ml)	Anophthalmic (ml)	Normal (ml)	Anophthalmic (ml)
0~3	19.3±2.2	16.8±2.1	22.8±3.8	20.1±5.2
4~6	24.9±3.5	22.5±1.7	21.4±2.2	20.3±3.4
7~9	22.9±2.9	20.3±2.4	22.0±0.1	20.3±2.1
10~12	22.7±1.6	20.3±0.5	23.6±2.7	22.3±2.7
13~36	21.1±2.9	20.3±2.9	23.7±3.1	23.3±3.8 [†]

ml, 정상 측 안와부피는 22.9 ml로 1.4 ml의 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내고(p<0.05) 6.8%의 안와 부피 성장 저하를 보였다. 그러나 안와삽입물이 없었던 군과 있었던 군의 각각의 안와 부피 성장 저하율 간에 통계적으로 의미 있는 차이는 관찰되지 않았다 (Table 4).

전체 환자에서 안구적출술 혹은 안구내용제거술 시행 나이를 3세 이하, 4세에서 6세, 7세에서 9세, 10세에서 12세, 13세 이상의 5개 군으로 나누고 안와삽입물 유무를 구별하지 않고 분석한 결과, 12세 이전에 수술을 시행 받은 4개의 군 모두 무안구 측의 안와 부피가 정상 측의 안와 부피에 비하여 작았다(p<0.05). 또

한 이들 4군에서 안와 부피 성장 저하율은 서로 차이가 없었으나(p>0.05), 3세 이전에 수술을 시행 받은 군에서 가장 높은 안와 부피 성장 저하율을 보였다. 12세 이전에 수술을 시행 받은 모든 군은 13세 이후에 수술을 시행 받은 군에 비해 안와 부피 성장 저하율이 의미 있게 높았으나(p<0.05), 13세 이후에 수술을 시행 받은 군에서는 안와 부피 성장 저하율이 2.6%로 의미 있는 차이가 아니었다(p>0.05)(Table 5).

안와삽입물이 없는 환자들을 대상으로 수술 시행 나이에 따라 안와 부피를 분석한 결과, 3세 이전에 수술을 시행 받은 군과 4세에서 6세 사이에 수술을 시행 받은 군에서는 정상 측 안와에 비해 통계적으로 유의한

Table 7. Comparison of retardation of orbital volume growth rate with age of operation and existence of implants

Age of operation (years)	Without implants (%)	With implants (%)
0~3	13.1±6.7	13.0±11.7
4~6	8.8±7.4	5.4±6.4
7~9	11.0±1.1	7.5±9.8
10~12	10.3±4.1	5.6±3.5
13~36	3.4±5.9	1.9±4.3

무안구 측의 안와 부피 성장 저하가 있었고($p < 0.05$), 7세에서 9세 사이에 수술을 시행 받은 군과 10세에서 12세 사이에 수술을 시행 받은 군은 대상군이 적어 통계적 분석은 불가능 하였으나 양측 안와 부피 간에 각각 2.5 ml, 2.4 ml의 차이를 보여 무안구 측의 안와 부피 성장의 저하를 관찰할 수 있었다. 13세에서 36세 사이에 수술을 시행 받은 군에서는 양측 안와 부피 간에 통계적으로 의미 있는 차이가 없었다($p > 0.05$) (Table 6). 안구적출 수술 시행 나이와 안와 부피 성장률 간의 상관관계를 분석한 결과, 통계적으로 유의한 수준의 상관관계가 있음을 보여 수술 시행 나이가 증가할수록 안와 부피 성장률도 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 2).

안와삽입물이 있는 환자들을 대상으로 수술 시행 나이에 따라 안와 부피를 분석한 결과, 3세 이전에 수술을 시행 받은 군과 10세에서 12세 사이에 수술을 시행 받은 군에서는 무안구 측의 안와 부피가 통계적으로 유의한 수준으로 정상 측 안와 부피보다 작았다($p < 0.05$). 4세에서 6세 사이에 수술을 시행 받은 군은 통계적으로 유의한 수준에는 도달하지 못하였지만 1.1 ml의 안와 부피 차이를 보이며 $p = 0.06$ 으로 유의한 수준에 근접한 안와 부피 성장 저하를 나타내었으며, 7세에서 9세 사이에 수술을 시행 받은 군은 대상군이 적어 통계적 분석은 불가능 하였으나 1.7 ml의 양측 안와 부피 차이를 보여 무안구 측의 안와 부피 성장의 저하를 관찰할 수 있었다. 13세에서 36세 사이에 수술을 시행 받은 군에서는 양측 안와 부피 간에 통계적으로 의미 있는 차이는 없었다($p > 0.05$) (Table 6).

수술 시행 나이와 안와삽입물 유무에 따른 안와 부피 성장 저하율을 비교한 결과, 안와삽입물이 없는 군과 있는 두 군 모두에서 12세 이전에 수술을 시행 받은 4개 군의 안와 부피 성장 저하율 간에 통계적으로 의미 있는 차이는 없었으며($p > 0.05$), 안와삽입물이 없었던 군에서는 10세에서 12세 사이에 수술을 시행 받은 군과 13세 이후에 수술을 시행 받은 군의 안와 부피 성장 저하율 간에 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 안와삽입물이 있었던 군에서는 통계적으로

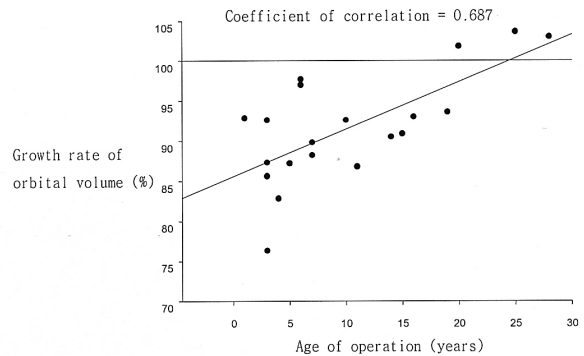


Figure 2. Relationship between age of operation and orbital volume growth rate of patients without implants.

의미 있는 수준은 아니나($p = 0.09$), 10세에서 12세 사이에 수술을 시행 받은 군과 13세 이후에 수술을 시행 받은 군간에 3.7%의 안와 부피 성장 저하율의 차이를 나타내었다 (Table 7).

통계적으로 의미 있는 수준은 아니나($p > 0.05$), 안와삽입물이 없는 군의 안와 부피 성장 저하율이 같은 나이 군의 안와삽입물이 있는 군의 안와 부피 성장 저하율보다 모든 군에서 높은 경향을 나타내었다. 또한 안와삽입물이 있는 경우에서는 3세 이전에 수술을 시행 받은 군을 제외하고는 모두 10% 미만의 안와 부피 성장 저하율을 보였다 (Table 7).

수술 시행 시기가 안와 부피 성장에 미치는 영향을 분석한 결과 12세 이전과 13세 이후의 안와 부피 성장률이 안와삽입물 유무와 상관 없이 차이가 있었으므로, 12세 이전에 수술을 시행 받은 환자에서만 안와삽입물의 크기가 안와 부피 성장에 미치는 영향을 분석하였다. 12세 이전에 수술을 시행 받은 환자에서 안와삽입물이 있었던 환자들을 대상으로 안와삽입물의 크기를 10~13 mm, 14~17 mm, 18~22 mm의 세 군으로 나누어 분석하였으며, 세 군간에 통계적으로 유의한 나이의 차이는 없었다. 안와삽입물의 크기가 10~13 mm 이었던 군과 14~17 mm 이었던 군에서는 두 군 모두 통계적으로 의미 있는 안와 부피의 성장 저하가 관찰되었으며($p < 0.05$), 18~22 mm 크기의 안와삽입

Table 8. Comparison of orbital volume of patients who received surgery before age of 12 according to size of implants

Size of orbital implants (mm)	Age of operation (years)	Normal orbital volume (ml)	Anophthalmic orbital volume (ml)	Retardation of orbital volume growth rate (%)
10~13 (n = 6)	5.5±4.1	20.2±1.8	17.6±3.1	13.4±9.8
14~17 (n = 7)	4.1±3.6	22.9±3.0	20.2±3.3	11.7±8.3
18~22 (n = 6)	7.0±3.5	24.4±2.3	24.1±2.4	1.0±3.6

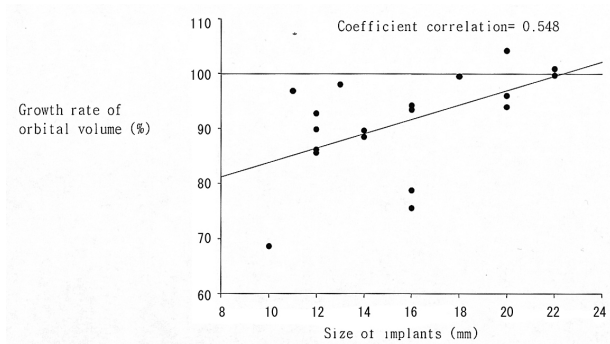


Figure 3. Relationship between size of implants and orbital volume growth rate of patients who received operation before age of 12.

물을 삽입했던 경우에는 무안구 측 안와 부피 성장 저하율이 1%로 양측 안와 부피간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 안와삽입물의 크기가 10~13 mm 이었던 군과 14~17 mm 이었던 군 간에는 통계적으로 의미 있는 수준의 차이는 아니나 각각 13.4%, 11.7%의 안와 부피 성장 저하율을 나타내어 안와삽입물의 크기가 클수록 안와 부피의 성장 저하를 최소화할 수 있음을 나타내었다(Table 8). 또한 안와삽입물의 크기와 안와 부피 성장률 간의 상관 관계 분석 결과, 두 변수간에 통계적으로 의미 있는 수준의 상관 관계를 관찰할 수 있었다(Fig. 3).

그 외에 성별이나 시행된 수술 방법, 수술 후 전산화 단층촬영까지의 경과 기간 등은 안와 부피 성장률에 대한 통계적으로 의미 있는 영향은 없는 것으로 나타났다($p>0.05$).

고 찰

병적인 원인으로 안구를 제거해야 하는 경우 적절한 크기의 안와삽입물을 삽입하여야 향후 의안을 착용하였을 때 만족할 만한 미용적 교정 효과를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 안구의 부피는 7.2ml이며 지름 20mm의 안와삽입물의 부피는 4.2ml이므로 부족한 3.0 ml는 의안으로 보충하게 된다. 적절한 크

기의 안와삽입물이 삽입되지 않은 경우, 의안 착용 후, 깊은 위눈꺼풀고랑(deep superior sulcus), 안검하수, 의안의 함몰, 위치 이동, 돌출, 하안검 처짐(lower lid sagging) 등과 같은 안구적출술 후 증후군(postenucleation syndrome)이 발생할 수 있다. 그러나 이러한 관계는 환자의 안와 부피에 따라 결정되므로 만족한 수술결과를 얻기 위해서는 술 전 안와의 부피에 대한 정확한 평가와 수술에 사용되는 적절한 크기의 안와삽입물이 필수적 요소이다.

일반적으로 안와의 부피는 생후 3개월까지 빠른 속도로 성장하며 그 이후로는 점차적으로 성장하여 12세 경에 성인의 수준에 도달하는 것으로 알려져 있다.¹ 2001년 Furuta⁸가 일본인을 대상으로 전산화 단층촬영을 이용하여 안와의 부피 성장을 연구한 바에 따르면, 12세에서 14세 경에 안와의 부피는 성인 수준에 도달한다고 하였다. 한국 성인의 정상 안와의 크기는 Kang et al¹⁰의 전산화 단층촬영을 통한 측정으로 폭 38.0 mm, 높이 35.5 mm, 깊이 42.6 mm로 보고되었으며, 안와의 부피는 Kim et al¹¹의 3차원 전산화 단층촬영을 통한 측정으로 남자 24.5 ml, 여자 23.5 ml로 보고되었다.

이렇듯 안와의 성장시기에 안구를 제거하게 되면 안와의 성장에 영향이 있을 것으로 생각되어왔고 이미 여러 연구들이 보고되어 왔다. 1960년대 Kennedy³ and Sarnat and Shanedling⁴은 각각 동물실험을 통하여 안와의 부피를 직접 측정함으로써 성장기에 안구제거가 안와의 성장을 저하시킴을 보고하였는데, Kennedy³는 안와삽입물을 삽입하지 않은 경우에는 약 27.7%의 부피 성장 저하를, 안와삽입물을 삽입한 경우에는 약 19.5%의 저하를 보고하였다. 그러나 1965년 Howard et al⁵은 12세 이전에 안구적출술을 시행 받은 15명의 환자들을 대상으로 하여 단순 방사선촬영을 통한 안와의 2차원적인 크기 측정 결과, 안와의 비대칭을 발견할 수 없다고 하였으며, 그리하여 단안의 안구적출이 약간의 안와 부피 감소를 유발할 수는 있지만 미용상 장애를 줄 정도는 아니라고 해석하였다. 하지만 이후의 여러 동물을 대상으로 실험한 보고들에서, 안구제거 후 용적의 팽창이 가능한 안와삽입물(expandable

implant)을 삽입한 경우 안와의 성장을 촉진 시킬 수 있음이 보고되어 안구제거가 안와 성장에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되어 왔다.¹²⁻¹⁵ 사람을 대상으로 한 연구는, 2001년 Yago and Furuta¹⁶ 가 소아기에 안구적출술을 시행 받고 안와삽입물을 삽입 받지 않은 과거력을 가지고 있는 성인 환자 5명을 대상으로 이들의 전산화 단층촬영으로부터 안와 부피를 측정하여 평균 3.94 ml의 안와 부피 성장 저하를 보고하였으나, 대상환자군의 수가 적어 수술 시행 나이 등의 변수에 대한 분석은 불가능하였다.

안와 부피를 측정하는 방법으로는 직접적인 방법과 간접적인 방법으로 나눌 수 있겠으나, 직접적인 방법은 생체에서는 불가능하므로, 여러 가지 간접적인 측정 방법들이 시도되었다. 그 중 최근에 일반적으로 시도되고 있는 방법으로 전산화 단층촬영을 이용하여 안와의 부피를 간접적으로 측정할 수 있는 방법이 소개되었다.¹⁷⁻¹⁹

전산화 단층촬영을 통하여 특정 부피를 측정하는 방법은 1985년 Forbes et al²⁰에 의해 제시되었는데, 전산화 단층촬영 영상에서 특정 부위의 부피를, voxel이라고 불리는 부피의 측정이 가능한 3개의 평면으로 이루어진 직평형육면체 단위의 합으로 3차원 영상을 구성함으로써 얻을 수 있다고 하였다. 이 후 1992년 McGurk et al²¹은 전산화 단층촬영 시의 과도한 방사선 노출을 최소화 하기 위하여 적은 용량의 방사선을 이용하여 일정한 간격을 가지는 연속 단면을 촬영 후 이들의 각 면적으로부터 부피를 계산하는 방법을 보고하였다. 이의 기본적인 원리는 각 단면의 면적과 단면의 간격, 즉 두께의 곱들의 합으로부터 부피를 얻을 수 있다는 것으로, 연속 축상 단면으로부터 각 단면의 면적을 측정하여 얻은 안와 부피와 직접 측정한 안와 부피의 값 간에 0.96의 상관계수를 보여 이러한 전산화 단층촬영을 통한 간접 측정 방법이 비교적 정확함을 증명하였다.²¹ 또한 Ploder et al²²은 전산화 단층촬영의 관상 단면들의 면적으로부터 위와 같은 계산방법을 통한 측정 방법과 3차원 재건 프로그램을 이용한 측정 방법간에 의미 있는 차이는 없으며, 사용의 간편성과 시간 측면에서, 면적으로부터 계산하는 방법이 더 선호된다고 하였다.

본 연구에서 사용된 안와 부피 측정 방법은 각 관상 단면에서 측정된 안와의 면적들로부터 안와 부피를 계산하였으며, 각 단면 영상에서 안와의 면적을 측정하는 방법으로는 영상 분석 프로그램 중 일반적으로 널리 사용되고 있는 Power Macintosh[®] 시스템에서 구동되는 NIH image[®] (National Institutes of Health, MD, USA)의 Windows[®] 형태인 Scion image for Windows[®] (Scion Corporation, USA) 프로그램을 사용하였다.

연구 결과, 12세 이전의 안구제거는 안와 성장에 저하를 초래함을 알 수 있었으며, 특히 3세 이전에 안구를 제거한 경우 성장 저하율이 더 큰 것을 알 수 있었다. 그러므로, 일반적으로 알려져 있는 안와의 성장 시기와 본 연구의 결과가 대체로 부합되는 것으로 생각된다.

또한 안와삽입물이 없었던 환자 군의 경우, 안와 부피 성장 저하율은 나이 증가에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. 특정 나이의 시점에서 급격하게 감소하는 현상은 관찰할 수 없었으며 각 나이 군 간의 통계적으로 의미 있는 차이도 관찰할 수 없었다. 그러나 3세 이하에 수술을 시행 받은 군과 4세에서 6세에 수술을 시행 받은 군 간에는, 통계적으로 의미 있는 수준에 근접한 두 군간의 차이를 보여(p=0.07), 3세 이전에 수술할 경우, 안와 부피 성장 저하 유발의 정도가 이후 시기에 비하여 고려할 만한 수준으로 큰 것으로 생각된다.

안와삽입물의 크기의 경우, 본 연구에서 12세 이전에 수술을 시행 받은 환자들을 대상으로 분석한 결과, 17 mm 이하의 크기의 안와삽입물이 삽입된 경우는 의미 있는 안와 부피 성장 저하를 나타내었지만, 그 이상 크기의 안와삽입물이 삽입된 경우는 통계적으로 양측 안와 부피 간에 차이가 없었다. 임상적으로 성인의 경우는 20 mm 크기의 안와삽입물이 가장 많이 사용되는데, 소아의 경우는 성인에서와 같은 크기의 안와삽입물을 삽입하기에 수월하지 않으며, 무리하게 큰 안와삽입물을 삽입한 경우, 이후 안와삽입물의 노출 등의 합병증의 발생 가능성이 증가할 수 있다. 따라서, 본 연구의 결과로 소아 환자에서 안구제거 수술 시행 후 안와 부피 성장 저하를 최소화하기 위하여 적어도 18 mm 이상의 안와삽입물을 삽입하는 것이 좋겠다고 할 수 있다.

본 연구 결과와는 달리, 1998년 Fountain et al⁷은 단안 망막모세포종으로 평균 2.3세에 안구적출술을 시행 받은 9명의 환자를 대상으로 한 연구에서 평균 8.3년의 경과 관찰 후에 양측 안와의 높이, 깊이 등의 2차원적인 측정치를 비교한 결과, 의미 있는 차이가 없음을 발표하였다. 하지만, 그들의 연구에서는 모든 환자에서 안구적출술 시행 시에 안와삽입물을 삽입하였으며 그 평균 지름은 자료를 얻을 수 없었던 1예를 제외하고 16.8 mm 이었으므로 비교적 충분한 크기의 안와삽입물을 삽입하였던 것이 그 이유가 된 것으로 해석할 수 있겠다.

그러나 본 연구 결과에서는, 12세 이전에 안구제거 수술을 시행 받은 환자들의 경우, 안와삽입물의 삽입 여부와 관계 없이 의미 있는 정도의 안와 부피 성장의 저하가 관찰되었으며, 같은 수술 나이 군에서 안와삽입물이 있는 군과 없는 군 간에 안와 부피 성장 저하율의 통계적으로 의미 있는 차이가 없었는데, 이러한 결과는

본 연구에 포함된 대상들의 안와삽입물의 지름이 평균 15.4 mm로, 일반적으로 사용되는 안와삽입물보다 작은 크기가 사용되어 안와삽입물을 넣지 않았더라도 안와 부피의 성장 저하 정도가 넣은 군에 비해 유의하게 크지 않았던 것으로 생각된다. 그리고, 4세에서 6세 사이에 수술을 시행 받고 안와삽입물이 있었던 군의 경우, 양측 안와 부피간의 차이가 통계적으로 유의한 수준에 도달하지 못하였는데, 이는 이 군에 사용된 안와삽입물의 평균 크기가 16.2 mm로 다른 연령 군에 비하여 크다는 것도 하나의 요인으로 생각된다.

안구제거 후의 안와 부피 성장 저하 정도는 수술 시행 나이와 연관되어 있음을 본 연구에서 알 수 있었는데, 망막모세포종이나, 심각한 외상 등으로 인하여 최대한의 조기 수술이 고려되는 경우를 제외하고는 적절한 수술 시기를 결정하는데 있어 이와 같은 사항을 고려하여야 할 것이다.

또한 본 연구에서 안구제거 수술 후 전산화 단층촬영 시점까지의 경과기간은 안와의 부피 성장 저하 정도와 통계적으로 의미 있는 관계는 관찰되지 않았는데, 이는 본 연구에서 수집된 환자 군의 평균 경과기간이 19년으로 대부분의 환자에서 전산화 단층촬영 시 이미 안와 성장이 완결되어 안구제거 수술의 영향이 안정된 후의 결과로 해석할 수 있을 것이다.

결론적으로 불가피하게 소아기에 안구제거가 계획되는 경우 향후 안와 부피 성장에 영향을 줄 수 있음을 염두하고, 최대한의 미용적 교정 효과를 얻기 위하여 이와 연관된 변수들을 고려하여 시행하여야 할 것이며, 나이가 어리더라도 충분한 크기의 안와삽입물을 삽입하는 것이 필요하고, 이전에 소아기에 안구제거술을 시행 받은 환자의 2차 수술을 계획함에 있어서도 본 연구의 결과를 바탕으로 환자의 안와 부피에 대한 평가가 필요함을 이해하고 이를 치료에 적용해야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Scott JH. The growth of the human face. Proc R Soc Med 1954;47:91-100.
- 2) Duke-Elder WS. Textbook of ophthalmology. London: Henry Kimpton, 1932:363.
- 3) Kennedy RE. The Effect of early enucleation on the orbit in animals and humans. Trans Am Ophthalmol Soc 1964;62: 459-510.
- 4) Sarnat BG, Shanedling PD. Postnatal growth of the orbit and upper face in rabbits after exenteration of the orbit. Arch Ophthalmol 1965;73:829-37.
- 5) Howard GM, Kinder RS, Macmillan AS, Jr. Orbital growth after unilateral enucleation in childhood. Arch Ophthalmol 1965;73:80-3.
- 6) Osborne D, Hadden OB, Deeming LW. Orbital growth after childhood enucleation. Am J Ophthalmol 1974;77:756-9.
- 7) Fountain TR, Goldberger S, Murphree AL. Orbital development after enucleation in early childhood. Ophthal Plast Reconstr Surg 1999;15:32-6.
- 8) Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography: especially on the growth of the orbit. Jpn J Ophthalmol 2001;45:600-6.
- 9) Une Y, Ogasawara K, Kamiyama T, et al. A simple method for estimation of liver volume using CT-scan after major hepatic resection. Nippon Geka Gakkai Zasshi 1993;94:702-6.
- 10) Kang SU, Lee SY, Kim HB, Kim DI. Computed Tomographic Measurements of the Orbit and Proptosis in Koreans. J Korean Ophth Soc 1989;30:879-86.
- 11) Kim TH, Jun HS, Byun YJ. The Normal Value of Adult Korean Orbital Volume in Three-Dimensional Computerized Tomography. J Korean Ophth Soc 2001;42:1011-5.
- 12) Eppley BL, Holley S, Sadove AM. Experimental effects of intraorbital tissue expansion on orbitomaxillary growth in anophthalmos. Ann Plast Surg 1993;31:19-26.
- 13) Lo AK, Colcleugh RG, Allen L, et al. The role of tissue expanders in an anophthalmic animal model. Plast Reconstr Surg 1990;86:399-408.
- 14) Cepela MA, Nunery WR, Martin RT. Stimulation of orbital growth by the use of expandable implants in the anophthalmic cat orbit. Ophthal Plast Reconstr Surg 1992;8:157-67.
- 15) Heinz GW, Nunery WR, Cepela MA. The effect of maturation on the ability to stimulate orbital growth using tissue expanders in the anophthalmic cat orbit. Ophthal Plast Reconstr Surg 1997;13:115-28.
- 16) Yago K, Furuta M. Orbital growth after unilateral enucleation in infancy without an orbital implant. Jpn J Ophthalmol 2001;45:648-52.
- 17) Lutzemberger L, Salvetti O. Volumetric analysis of CT orbital images. Med Biol Eng Comput 1998;36:661-6.
- 18) Deveci M, Ozturk S, Sengezer M, Pabuscu Y. Measurement of orbital volume by a 3-dimensional software program: an experimental study. J Oral Maxillofac Surg 2000;58:645-8.
- 19) Koppel DA, Foy RH, McCaul JA, et al. The reliability of "Analyze" software in measuring orbital volume utilizing CT-derived data. J Craniomaxillofac Surg 2003;31:88-91.
- 20) Forbes G, Gehring DG, Gorman CA, et al. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. AJR Am J Roentgenol 1985;145:149-54.
- 21) McGurk M, Whitehouse RW, Taylor PM, Swinson B. Orbital volume measured by a low-dose CT scanning technique. Dentomaxillofac Radiol 1992;21:70-2.
- 22) Ploder O, Klug C, Backfrieder W, et al. 2D- and 3D-based measurements of orbital floor fractures from CT scans. J Craniomaxillofac Surg 2002;30:153-9.

=ABSTRACT=

The Effect of Enucleation in Childhood on Orbital Volumetric Growth

Kyoung Hoon Kook, M.D., Jung Bum Choi, M.D.,
Mi In Roh, M.D., Sang Yeul Lee, M.D.

*The Institute of Vision Research
Department of Ophthalmology, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea*

Purpose: To evaluate the effect on the growth rate of orbital volume of those who received enucleation or evisceration with or without implants, according to different sizes and operation periods.

Methods: The subjects comprised 47 patients who had previously undergone evisceration or enucleation. The volumes of both anophthalmic and normal orbit were measured from CT scans of patients and compared. The relationship between the orbital volume growth rate and the operation at young age with different size implants or operation without implants was evaluated.

Results: Five groups, divided by age at operation, were evaluated. Four groups comprising under 12 years of age, had a significant delay in orbital volume growth development ($p < 0.05$). Three groups, divided by size of implants, were evaluated and 17 mm or smaller sized orbital implants showed significant orbital volume growth retardation ($p < 0.05$).

Conclusions: The effect of early enucleation on orbital volume growth should be considered in patients younger than 12 years old. Furthermore, during the operation, implants with sizes larger than 18mm should be used to prevent the retardation of orbital volume growth.

J Korean Ophthalmol Soc 45(11):1790-1798, 2004

Key Words: Anophthalmos, Enucleation, Evisceration, Orbital implant, Orbital growth, Orbital volume

Address reprint requests to **Sang Yeul Lee, M.D.**

Department of Ophthalmology, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine

#134 Sinchon-dong, Seodaeman-ku, Seoul 120-752, Korea

Tel: 82-2-361-8450, Fax: 82-2-312-0541, E-mail: Sylee@yumc.yonsei.ac.kr