

안와파열골절 급성기의 CT영상을 이용한 계측학적인 연구

정성호, 신승환, 박승하, 구상환

고려대학교 의과대학 성형외과학교실

Measurement Analytical Study of Computed Tomography of the Orbital Structure in Acute Blow-out Fracture

Seong Ho Jeong, M.D., Seung Han Shin, M.D.,
Seung Ha Park, M.D., Sang-Hwan Koo, M.D.

Department of Plastic & Reconstructive Surgery, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: Blow-out fracture is one of the most common fractures in facial trauma. It is diagnosed by Computed Tomography(CT) scan, which is considered as the most effective diagnostic tool. Since, the Picture Archiving Communication System(PACS) has been provided recently to many hospitals, doctors are more familiar with imaging software of PACS. Because this software has many useful measuring tools, doctors can measure orbital structure easily and make a plan for treatment with its data. Therefore, authors intended to analyze the data of orbital structure measured with PACS imaging software and evaluate its usefulness.

Methods: The charts and CT images of 100 patients, which were 50 patients with medial wall fracture and 50 patients with floor fracture, were reviewed. Patients were selected by pre-determined criteria and their CT images were measured with image software of PACS. 'Extraocular muscle thickness', 'Defect ratio'(ratio of defect area to normal area) and 'Globe position index' were measured and analyzed statistically.

Results: The thickness of inferior rectus muscle and medial rectus muscle was simultaneously increased in acute-stage of blow-out fracture. The medial rectus muscle was more thickened in medial wall fracture and inferior rectus was more thickened in floor fracture, respectively. In acute blow-out fracture, globe position is

exophthalmic rather than enophthalmic. Especially in floor fracture, numerical value summed up thickness of all extraocular muscle is correlated to the defect ratio and globe position index.

Conclusion: Clinicians can decide globe position or presume defect ratio in inferior wall fracture by measurement of CT image in acute blow-out fracture using PACS.

Key Words: Blow out fracture, CT, PACS

I. 서 론

안면외상중 안와파열골절은 가장 흔한 것 중 하나로써 Computed tomography(CT) 영상이 핵심적인 진단도구로 사용되고 있으며,¹ 임상적으로 외상 초기에 주로 응급실을 통해서 촬영되고 있다. 최근에는 Picture Archiving Communication System(PACS)의 광범위한 보급으로² 이러한 CT영상을 이용해 단순히 병변의 유무나 위치를 확인하는데 그치지 않고, 손쉽게 구조물을 직접 계측하고 수치를 분석할 수 있게 되었다.

그 동안 안와 구조물의 CT영상을 이용해서, 안와 골절 시 구조물의 수치변동과 합병증의 관계를 분석하거나^{3,4} 외안근을 침범하는 갑상선 안병증에 관한 연구 등^{5,6} 다양한 연구가 수행되어 왔다. 하지만 기존의 연구들은 별도의 전문적인 컴퓨터 장비나 프로그램을 이용한 연구로서, 직접 임상에서 그 수치를 측정하거나 임상적으로 적용하는 데에는 한계가 있었다. 따라서 저자들은 안와파열골절 환자의 초기 CT영상을 대상으로 PACS를 이용해 안와구조물을 계측함으로써 실제 임상에서 사용 가능한 계측치를 개발하고, PACS연동 프로그램의 활용도를 확인해 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

가. 대상

2003년 9월부터 2005년 11월까지 본원에 내원한 순 안와파열골절 환자들을 대상으로 하였다. 환자 선택 시에는 측정치의 오류를 최소화하기 위하여 갑상선 안병증이나

Received July 31, 2006
Revised September 21, 2006

Address Correspondence : Sang-Hwan Koo, M.D., Department of Plastic & Reconstructive Surgery, Korea University Medical Center Anam Hospital, 126-1 5th Street, Anam-dong, Sungbuk-gu, Seoul 136-705, Korea. Tel: (02) 920-5698 / Fax: (02) 929-5467 / E-mail: shkoo@korea.ac.kr

* 본 논문은 2006년 제 60차 대한성형외과학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음.

기타의 결체조직질환이 있는 환자, 둘 이상의 안와벽이 골절된 경우를 포함하여 복합적인 안면골절이 동반된 환자는 제외하였고, 자연적인 외안근의 크기변화를 관찰하기 위하여 안구 견인검사상 외안근의 감돈이 의심되는 경우도 배제하였다. 또한 안와의 크기가 가변적인⁷ 14세 이하의 소아도 포함시키지 않았으며, 견측과의 비교 연구를 위하여 양측 안와부 수상 환자도 제외하였다. 이렇게 일차적으로 선택된 환자들을 대상으로 CT영상의 적절성 여부를 기준으로 다시 한 번 평가하여 선택하였다. 일단 수상 초기의 영상을 분석하기 위해 수상 후 하루 이내에 촬영된 CT영상이 없는 환자는 제외하였고, CT영상이 인공물에 의해 왜곡되었거나, 구조물이 비대칭적으로 촬영된 경우, 그리고 타 병원에서 촬영되어 측정 단위가 다른 경우, CT상 외안근 감돈 소견이 명백한 경우에는 제외하였다. 이와 같은 절차를 통하여 안와골 내측벽 및 하벽골절 환자 각각 50명씩 총 100명을 대상으로 후향적인 연구를 수행하였다.

나. 방법

먼저 환자의 의무기록을 검토하여 연령, 성별, 기왕력 및 외상의 원인, 그리고 수상 시점부터 CT촬영 시점까지의 소요시간 등 기초자료를 수집하였다. 또한 이학적검진 소견을 확인하여 복시나 안구운동 장애 소견 유무와 강제당김검사(forced duction test) 결과 및 안구돌출계(exophthalmometer) 측정치를 환자별로 정리하였다.

다음으로 CT(Somatom Volume Zoom, Siemens, Germany) 영상을 분석하였다. 2 mm에서 5 mm 사이의 두께로 중복 없이 단속적으로 촬영된 영상을 PACS (STARPACS, INFINITT, Korea)의 영상 분석 전문 소프트웨어인 PiViewStar(INFINITT, Korea)를 이용하여 분석하였으며, 구조물에 따라 소프트웨어적으로 방사선밀도를 조정하여 골이나 근육이 잘 보이는 영상을 얻은 뒤 각종 계측을 시행하였다. 정상인에서 양안의 구조물간에는 유의한 크기 차이가 없다고 알려져 있으므로,⁸ 견측의 수치를 환측 수치의 참고치로 활용하기 위해 양안의 구조물을 동시에 계측하였다.

1) 외안근 두께 측정

먼저 수평영상에서 안구 렌즈가 가장 넓게 보이는 안구 중앙 단면을 선택한 후, 내직근과 외직근을 확인하고 안와 골로부터 수직방향으로 크기가 가장 큰 직경을 측정하였다(Fig. 1). 상직근과 하직근의 직경은 관상영상에서 그 크기가 가장 두껍게 측정되는 단면을 선택한 후 역시 안와 골로부터 수직방향으로 크기를 측정하였다. 상직근과 눈꺼풀올림근은 CT상에서 구분이 어렵기 때문에 두 근육을 묶어 하나로 합산하여 측정하였다(Fig. 2).

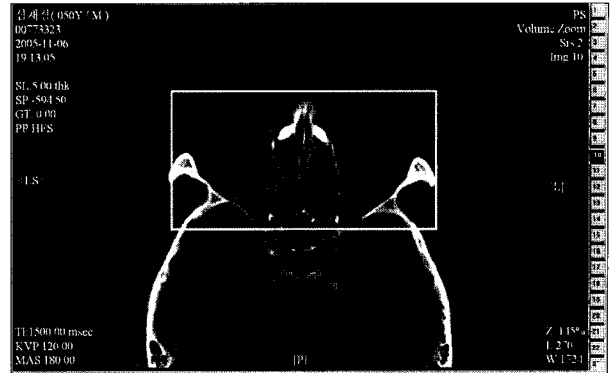


Fig. 1. Method of measurement: thickness of medial and lateral rectus muscle(axial scan, mid-globe level). (Above) PACS view. (Below) Magnified view.

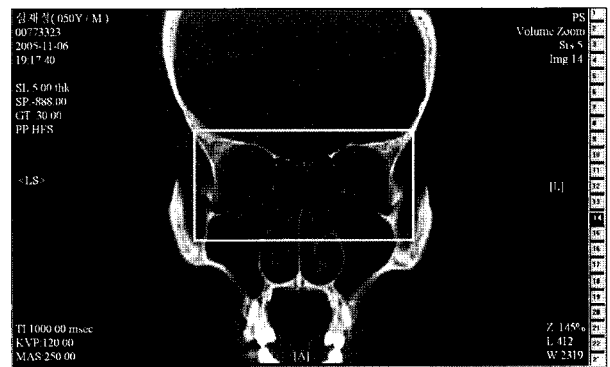


Fig. 2. Method of measurement: thickness of superior muscle complex(superior rectus muscle and levator palpebrae muscle) and inferior rectus muscle(coronal scan). (Above) PACS view. (Below) Magnified view.

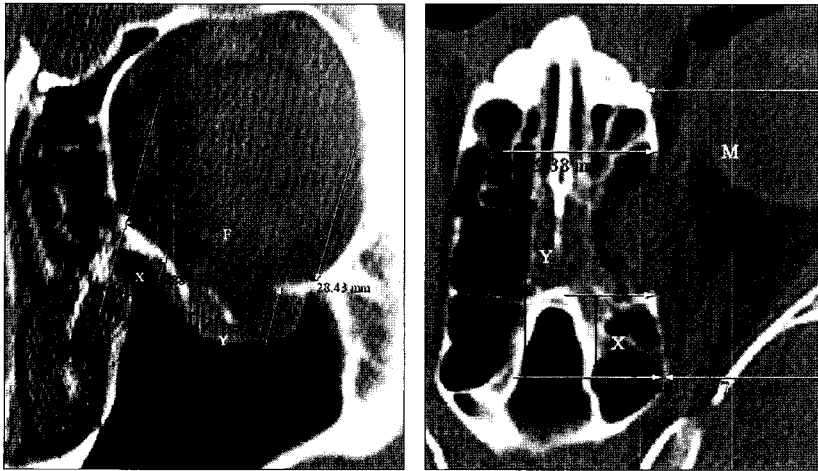


Fig. 3. Method of measurement. (Left) Defect size of floor(Y-X). (Right) Defect size of medial wall(Y-X). X=distance between ethmoidomaxillary suture line(Inferior wall fracture) or orbital apex(medial wall fracture) and proximal margin of defect, Y=distance between ethmoidomaxillary suture line and distal margin of defect, F=normal size of floor, M=normal size of medial wall.

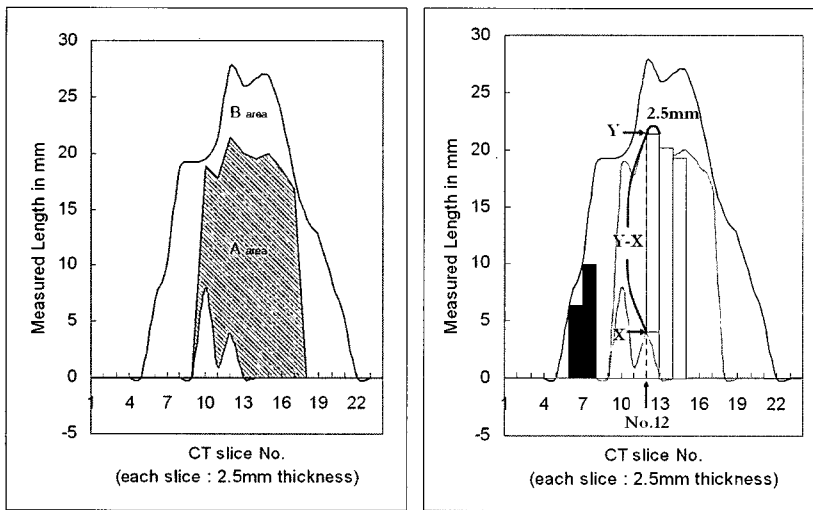


Fig. 4. Method of measurement. (Left) Normal area(B) and defect area(A). (Right) summation of each slice area(Y-X X slice thickness). Blue bar is normal slice area and yellow bar is defect slice area. X,Y=defined same as Fig. 3.

2) 결손 면적 측정

내벽 골절의 경우 촬영상으로부터 안와 내벽의 외측 경계와 안와 침부 사이의 내벽 길이를 측정 한 뒤, 안와 침부로부터 결손의 근위부까지의 거리인 X값과 원위부까지의 거리인 Y값을 각 단면별로 측정하였다. 하벽골절의 경우 관상영상을 이용하여 사골상악봉합으로부터 안와 외측 경계까지의 안와하벽의 길이를 측정 한뒤에 사골상악봉합으로부터 결손의 근위부까지의 거리인 X값과 원위부까지의 거리인 Y값을 각 단면별로 측정하였다(Fig. 3). 그리고 각 단면의 Y값과 X값의 차이를 구한 뒤에 각 CT의 측정 간격을 곱하여 단면별 면적을 구하였고, 이를 합산해서 결손 면적 A를 구하였다. 마찬가지로 안와벽의 정상 면적 B도 측정하였다. 수치분석 시에는 개인차이를 고려하여 결손면적 비율(defect ratio, A/B)을 사용하였다(Fig. 4).

3) 안구 위치 측정

안와의 내외측 경계선C를 그리고 길이를 측정 한 뒤에

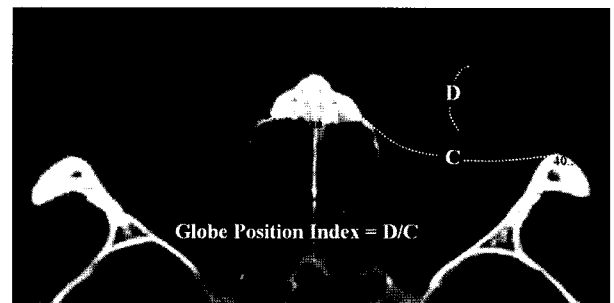


Fig. 5. Method of measurement: ratio of D to C is calculated for determination of globe position. C=size of anterior orbital margin, D=length of line vertical to C

이 선에 대해 각막의 중앙점과 렌즈의 중앙점을 통과하는 수직선 D를 그리고 길이를 측정하였다. 그리고 안구 위치 지수(Globe position index, D/C)를 계산하였다(Fig. 5). 기존의 한국인을 대상으로 한 계측학적인 연구결과 D/C

비율이 0.3보다 크면 안구가 돌출된 것이고, 작으면 안구가 함몰된 소견이라는 보고가 있어서 이 수치를 기준으로 적용하였다.⁹

다. 통계 처리

각 측정치의 평균값과 각각의 표준편차를 구하였으며, 통계적인 유의성은 SPSS(version 12.0 for windows)를 이용하여 독립표본 t검정 및 대응표본 t검정, 이변량상관계수 및 편상관계수 분석, 회귀 분석 등의 방법으로 5% 유의 수준으로 검정하였다.

III. 결 과

100명의 환자의 의무기록을 분석한 결과, 남녀의 빈도는 남자에서 4배정도 높았고 20대와 30대의 환자가 55%로 반 이상을 차지하였다. 발생원인으로는 구타가 제일 많았으며 수상 후 CT촬영시점까지의 평균 소요시간은 8시간이었다. 이학적검사 소견 상 안구운동의 이상 소견을 보인 경우는 내벽골절의 경우 8명, 하벽골절의 경우 16명으로 하벽골절에서 2배정도 많았다. 안구돌출계 측정치는 수상

안이 평균 1.5 mm 정도 함몰된 소견을 보였다.

CT영상의 계측치 중 100명의 정상안 측정치를 먼저 분석하였다. 외안근 두께의 정상치는 남녀나 연령에 따른 유의한 차이는 없었으며, 하직근이 4.43 ± 0.76 mm, 상직근이 3.25 ± 0.50 mm, 내직근이 3.86 ± 0.72 mm, 외직근이 3.21 ± 0.48 mm로 하직근이 가장 두꺼운 것으로 나타났다(Table I, II). 안구위치 지수도 성별이나 연령에 따른 유의한 차이가 없는 것으로 밝혀졌으며, 평균 0.30 ± 0.05 로 계측되었다(Table III).

내벽골절 환자 50명의 계측 결과를 보면 내직근의 두께가 4.30 ± 0.62 mm, 하직근의 두께가 3.99 ± 0.53 mm로 수상안에서 그 수치가 통계학적으로 유의하게 증가하였고, 특히 내직근의 두께가 더 증가하여 평균 27.5% 정도 두꺼워졌다. 안구위치 지표도 0.32 ± 0.065 로 통계학적으로 유의하게 증가하여 안구가 돌출된 소견이었다. 결손면적 비율은 평균 32.7%였다(Table IV).

하벽골절 환자 50명의 계측 결과에서도 내직근의 두께가 3.42 ± 0.52 mm, 하직근의 두께가 4.86 ± 0.72 mm로 내직근과 하직근의 크기가 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 하벽골절의 경우에는 하직근의 두께가 더 증가하여

Table I. Measurements of Normal Extraocular Muscle Thickness as seen on CT according to Sex

Measurement	Mean \pm 2 standard deviation(mm)		
	Male + Female	Male	Female
Medial rectus	3.86 ± 0.72	3.32 ± 0.46	3.34 ± 0.66
Lateral rectus	3.21 ± 0.48	3.20 ± 0.44	3.02 ± 0.51
Superior complex	3.25 ± 0.50	3.30 ± 0.46	3.01 ± 0.32
Inferior rectus	4.43 ± 0.76	3.72 ± 0.48	3.57 ± 0.53

Table II. Measurements of Normal Extraocular Muscle Thickness as seen on CT according to Age

Measurement	Mean \pm 2 standard deviation(mm)					
	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69
Medial rectus	3.60 ± 0.75	3.87 ± 0.67	3.37 ± 0.60	3.49 ± 0.50	3.22 ± 0.32	3.20 ± 0.67
Lateral rectus	3.21 ± 0.57	3.09 ± 0.48	3.23 ± 0.60	3.22 ± 0.28	3.30 ± 0.30	3.45 ± 0.63
Superior complex	3.13 ± 0.54	3.14 ± 0.41	3.38 ± 0.57	3.46 ± 0.49	3.36 ± 0.55	3.22 ± 0.28
Inferior rectus	3.59 ± 0.58	3.60 ± 0.42	3.74 ± 0.41	3.88 ± 0.51	3.72 ± 0.59	3.87 ± 0.54

Table III. Measurements of Normal Globe Position as seen on CT

Measurement	Mean \pm 2 standard deviation(mm)		
	Male + Female	Male	Female
Globe Position index	0.30 ± 0.050	0.30 ± 0.048	0.31 ± 0.054

Table IV. Measurement of Extraocular Muscle Thickness, Globe Position Index and Defect Ratio(Medial wall Fracture)

Medial rectus(F)	Medial rectus(N)	Lateral rectus(F)	Lateral rectus(N)
4.30 ± 0.62	3.33 ± 0.44	3.26 ± 0.43	3.23 ± 0.41
* <i>p</i> =0.000		<i>p</i> =0.510	
Superior complex(F)	Superior complex(N)	Inferior rectus(F)	Inferior rectus(N)
3.37 ± 0.52	3.33 ± 0.49	3.99 ± 0.53	3.84 ± 0.46
<i>p</i> =0.171		* <i>p</i> =0.02	
Globe Position Index(F)	Globe position index(N)	MR Increase(%)	Defect ratio(%)
0.32 ± 0.065	0.31 ± 0.052	27.54 ± 11.66	32.65 ± 8.05
* <i>p</i> =0.01			

MR increase=increasing thickness of medial rectus muscle between fracture side and normal side, F=fracture side, N=normal side, **p* < 0.05

Table V. Measurement of Extraocular Muscle Thickness, Globe Position Index and Defect Ratio(Inferior Wall Fracture)

Medial rectus(F)	Medial rectus(N)	Lateral rectus(F)	Lateral rectus(N)
3.42 ± 0.52	3.31 ± 0.56	3.17 ± 0.53	3.09 ± 0.53
* <i>p</i> =0.01		<i>p</i> =0.122	
Superior complex(F)	Superior complex(N)	Inferior rectus(F)	Inferior rectus(N)
3.15 ± 0.45	3.15 ± 0.39	4.86 ± 0.72	3.53 ± 0.46
<i>p</i> =0.822		* <i>p</i> =0.000	
Globe Position Index(F)	Globe Position Index(N)	IR Increase(%)	Defect ratio(%)
0.32 ± 0.062	0.30 ± 0.052	40.19 ± 11.07	30.73 ± 9.69
* <i>p</i> =0.01			

IR increase=increasing thickness of inferior rectus muscle between fracture side and normal side, F=fracture side, N=normal side, **p* < 0.05

Table VI. Correlation Analysis

Medial wall fracture		Inferior wall fracture	
Partial	Globe position	Partial	Globe position
Defect ratio (Controlled MR increase)	CC=-0.230 <i>p</i> =0.230	Defect ratio (Controlled MR increase)	CC=0.07 <i>p</i> =0.97
MR increase (Controlled Defect ratio)	CC=-0.058 <i>p</i> =0.763	IR increase (Controlled Defect ratio)	CC=0.033 <i>p</i> =0.867

MR or IR increase=increasing thickness of medial or inferior rectus muscle between fracture side and normal side, CC= correlation coefficients

평균 40.2% 정도 두꺼워졌다. 안구위치 지표도 0.32 ± 0.062 로 통계학적으로 유의하게 증가하여 내벽골절과 마찬가지로 안구가 돌출된 소견이었다. 결손면적 비율은 평균 30.7%였다(Table V).

안구위치 지표 및 결손면적 비율, 외안근 두께의 증가율 간의 상관 관계분석을 시행하였으나 특별한 연관성은 없는 것으로 나타났다(Table VI). 그러나 근육 두께의 총 합산치의 경우 안구위치의 돌출정도 및 결손면적간에 양의

Table VII. Correlation Analysis(Inferior Wall Fracture)

Partial	Sum of muscle thickness
Globe position index (Controlled defect ratio)	CC=0.47 p=0.00
Defect ratio (Controlled globe position index)	CC=0.44 p=0.00

CC=correlation coefficients

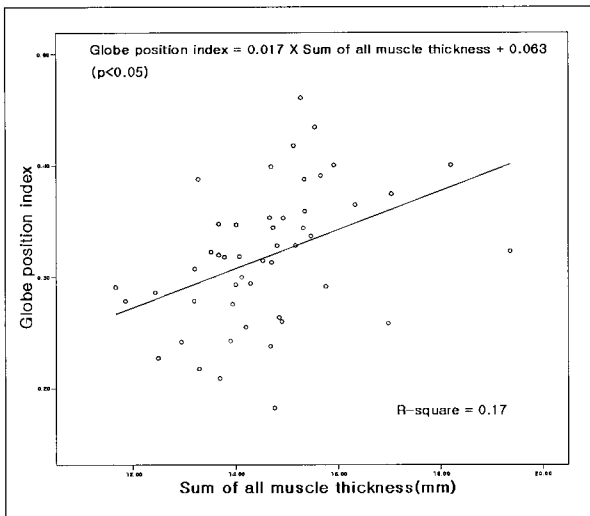


Fig. 6. Linear regression analysis between globe position index and numerical value summed up thickness of all extraocular muscle(inferior wall fracture).

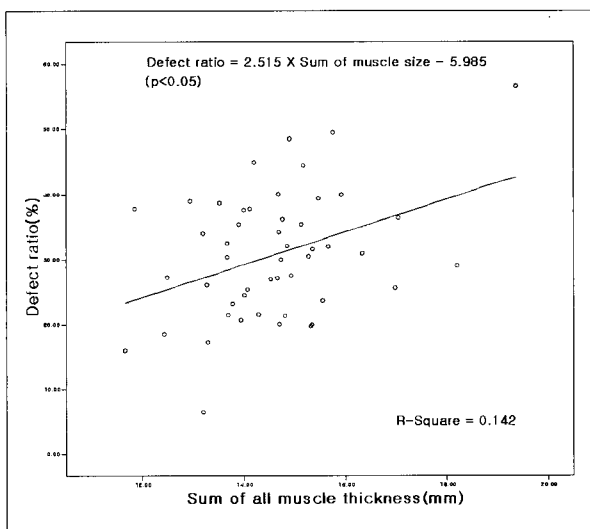


Fig. 7. Linear regression analysis between defect ratio and numerical value summed up thickness of all extraocular muscle (inferior wall fracture)

상관관계가 있는 것으로 나타나(Table VII) 회귀분석을 통해 회귀방정식을 구하였다. 그 결과 '안구위치지표=0.017 (외안근두께총합(smm) + 0.063', '결손면적비율(%)=2.515 (외안근두께총합(mm) - 5.985'로 밝혀졌다(Fig. 6, 7).

IV. 고 찰

안와파열골절의 진단은 병력 청취 및 이학적 검진 소견, 방사선학적 검사 등을 통해 이루어진다. 방사선학적 검사로는 안와 단순 방사선촬영과 CT가 주로 이용되는데 특히 CT는 골절의 위치, 골절편 및 연부조직의 전위 정도를 정확하게 보여줄 뿐만 아니라 안구주위 연조직의 부종이나 혈종, 공기음영, 시신경의 압박소견, 안구의 변형, 외안근의 위치관계 등을 파악하는데 매우 유용하다.¹⁰

그 동안 CT영상을 이용한 안와 구조물의 연구가 많이 시행되어 왔다. 특히 안와파열골절의 경우에는 안구 용적을 CT를 이용해 계산하여 안구함몰과의 관계를 연구한 논문이 다수 발표되고 있으며,^{11,12} 안과 영역에서도 갑상선 안병증에서 외안근의 비후로 나타나는 안구돌출 현상을 CT영상을 통해 연구한 바 있다.¹³ 본 연구에서는 이러한 연구에서 사용된 여러 계측치 중에서 외안근의 두께, 결손면적, 안구의 위치 등의 계측인자를 선정하여 측정하였다.

외안근은 안와 용적의 상당부분을 차지하고 있으며, 안와파열골절 시에는 부종이 발생하여 복시를 유발하기도 한다. 본 연구에서는 안와파열골절의 급성기에는 환측의 내직근 및 하직근이 건측에 비해 모두 두꺼워지는 것으로 나타났으며, 내벽골절에서는 내직근이, 하벽골절에서는 하직근이 더 두꺼워지는 것으로 밝혀졌다. 또한 내벽골절시에는 내직근이 27% 두꺼워지는데 비해, 하벽골절에서는 하직근이 40% 정도로 두꺼워져서 더 두드러진 크기 증가를 보였는데, 이는 내벽보다 하벽에서 안와파열골절이 호발한다는 사실을 고려해 볼 때 근육을 지지하는 골구조가 약한 하벽에서 보다 큰 외력이 하직근으로 전달되기 때문인 것으로 추정된다.

안와파열골절 시에 수술 여부나 방법을 결정하기 위해 결손 면적을 측정해야 하는 경우가 많다. 안와벽은 곡면 구조로 되어 있으므로, 이를 고려하여 수학적 계산을 수행하는 전문 컴퓨터 프로그램을 사용하기도 하지만,¹⁴ 본 연구에서는 PACS를 활용한 계측을 목적으로 하였으므로 적분의 개념을 활용하여 각 단층면의 넓이를 합산하는 방법을 사용하였다. 계측된 결손 면적은 내벽과 하벽골절 모두 평균 30% 정도의 결손률을 보이고 있으며, 두 군간의 유의한 차이가 없었다.

안구 위치를 측정하는 방법으로는 대표적으로 Hertel 안구돌출계를 주로 사용하고 있으나, 계측치가 부정확하

고 반복 측정시 일관성이 없어서 최근 비판의 대상이 되고 있다. 그 대안으로 CT를 이용한 계측이 시행되고 있으며, 안구돌출계를 이용한 계측치에 비해서 보다 정확하다고 보고된 바 있다.¹⁵ 본 연구에서는 한국인을 대상으로 CT를 이용해 안구 위치를 측정할 기존의 연구⁹를 참고하여 안구 위치지수를 계산하여 안구 위치를 결정하였다. 실제 정상안에 대한 안구위치지수의 계측 결과가 기존의 연구와 일치하였으며, 수상안의 계측 결과는 안구 돌출 소견을 보이고 있어서 평균 1.5 mm 함몰된 소견을 보인 안구돌출계의 결과와 일치하지 않았다. 따라서 PACS를 이용해 안구 위치를 결정하는 것이 더 유용한 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다. 한편 내벽 및 하벽골절 모두 안구위치지표는 안구 돌출 소견을 나타내었는데, 이는 외상 초기에 발생하는 부종이 인해 결손 부위로 빠져나간 안와 용적을 보상하기 때문인 것으로 추정된다.

본 연구에서는 외안근의 두께와 안구위치 지표 및 결손 면적 비율간의 상관 관계를 분석하여 임상적으로 의미 있는 계측치를 찾아내고자 계측치간의 상관 관계 분석을 시행하였다. 먼저 내직근이나 하직근의 두께가 커질수록 내벽이나 하벽의 결손 면적이 커지거나, 안구가 보다 돌출된 소견이 나타날 것으로 추정하고 계측치의 상관 관계를 분석하였으나 통계학적으로 유의한 관계가 없었다. 안구 돌출이 나타나는 갑상선 안병증의 경우 외안근 전체가 비후되면서 증상이 나타나므로, 외안근 전체의 합산치와 안구 위치 지표 및 결손 면적 비율간의 관계도 분석하였는데, 이 경우에는 하벽골절의 경우에만 통계학적으로 유의한 양의 상관 관계를 나타내었다. 이는 아마도 내벽 및 하벽의 결손 비율이 30%로 비슷한데 반해서, 근육이 두꺼워진 정도는 하벽골절의 경우에 하직근이 40%, 내직근이 27% 정도 두꺼워지는 것으로 나타난 내벽골절에 비해 그 두꺼워진 정도가 상당히 크기 때문에 안구 위치 및 결손 면적에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

기존의 연구 중 결손 면적과 부종 감소 후에 측정된 안구 함몰간에는 양의 상관 관계가 있어서 2 mm 정도 함몰된 경우 약 1.9 cm²의 결손이 발생한다는 보고가 있었다.³ 하지만 본 연구에서는 결손 면적과 안구 위치간에는 상관 관계가 없는 것으로 밝혀졌는데 이는 아마도 근육의 부종이 심한 수상 초기 CT영상을 통해 안구위치를 결정했기 때문인 것으로 생각된다.

V. 결 론

안와과열골절 환자 급성기 CT영상을 PACS를 이용해 계측한 결과는 다음과 같이 요약된다. 첫째, 외안근 중 내직근 및 하직근이 모두 두꺼워졌으며 내벽골절에서는 내

직근이 하벽골절에서는 하직근이 상대적으로 더 두꺼워졌다. 둘째, 안구의 위치는 돌출되어 있으며 안구 돌출계를 이용한 계측치는 부정확한 것으로 나타나 PACS를 이용한 안구 위치 측정이 더 정확하였다. 셋째, 외안근 두께와 안구위치 지표 및 결손 면적 비율간에는 통계학적으로 유의한 상관 관계가 없었다. 넷째, 하벽골절에서 외안근 전체의 합산치와 안구 위치 지표 및 결손 면적 비율간에는 양의 상관관계가 있었다.

이 같은 결과를 바탕으로 PACS를 이용해 안구 위치를 결정하거나 하벽골절 시 결손면적을 추정하는 등 임상적인 적용도 가능할 것으로 생각된다. 앞으로 각 측정치에 대한 보다 정밀한 계측 표준을 만들고 대규모의 환자를 대상으로 추가적인 연구를 수행하고, 초기 CT 뿐만 아니라 후기CT영상도 확보하여 예후계측인자를 개발하는 연구도 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Finkle DR, Ringler SL, Luttenton CR, Beernink JH, Peterson NT, Dean RE: Comparison of the diagnostic methods used in maxillofacial Trauma. *Plast Reconstr Surg* 75: 32, 1985
2. Chun HJ, Kim YJ, Lee YS, Choi BG: The survey on korean PACS in 2004. *J Korean Soc Picture Archiving Commun Syst* 10: 71, 2004
3. Jin HR, Shin SO, Choo MJ, Choi YS: Relationship between the extent of fracture and the degree of enophthalmos in isolated blow-out fractures of the medial orbital wall. *J Oral Maxillofac Surg* 58: 617, 2000
4. Lee JG, Kweon YD, Kim CS, Ha JW, Kim HC: Orbital volume change measured by computed tomography in blow out fracture. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 27: 437, 2000
5. Holt JE, O'Conner PS, Douglas JP, Byrne B: Extraocular muscle size comparison using standardized A-scan echography and computed tomography scan measurements. *Ophthalmology* 92: 1351, 1985
6. Lutzemberger L, Salvetti O: Volumetric analysis of CT orbital images. *Med Biol Eng Comput* 36: 661, 1998
7. Chau A, Fung K, Yip L, Yap M: Orbital development in Hong Kong Chinese subjects. *Ophthal Physiol Opt* 24: 436, 2004
8. Lee JS, Lim DW, Lee SH, Oum BS, Kim HJ, Lee HJ: Normative measurements of Korean orbital structures revealed by computed tomography. *Acta Ophthalmol Scand* 79: 197, 2001
9. Kim IT, Choi JB: Normal range of exophthalmos values on orbit computed tomography in Koreans. *Ophthalmologica* 215: 156, 2001
10. Choi JY, Park JK, Lim WY, Rho KS, Ko YS, Kim YC, Oh JH: CT findings of orbital blow out fracture. *J Korean Radiol Soc* 38: 229, 1998
11. Manson PN, Grivas A, Rosenbaum A, Vannier M, Zinreich J, Iliff N: Studies on enophthalmos II. The

- measurement of orbital injuries and their treatment by quantitative computed tomography. *Plast Reconstr Surg* 77: 203, 1986
12. Raskin EM, Millman AL, Lubkin V, Lisman RD, Maher EA: Prediction of late enophthalmos by volumetric analysis of orbital fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 4: 19, 1998
 13. Kim DH, Kim SJ, Oh JH: The measurement of size of human extraocular muscles and their changes in thyroid associated ophthalmopathy in Korea. *J Korean Ophthalmol Soc* 42: 321, 2001
 14. Ploder O, Klug C, Voracek M, Backfrieder W, Tschabitscher M, Czerny C, Baumann A: A computer-based method for calculation of orbital floor fractures from coronal computed tomography scans. *J Oral Maxillofac Surg* 59: 1437, 2001
 15. Nkenke E, Maier T, Benz M, Wiltfang L, Holbach LM, Kramer M, Hausler G, Neukam FW: Hertel exophthalmometry versus computed tomography and optical 3D imaging for the determination of the globe position in zygomatic fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 33: 125, 2004