Journal of Radiation Industry 13(3) : 235~242(2019)

쇄골 골절 부위에 따른 축사방향 촬영 최적화 연구

김 상 현[1,*]

[1]신한대학교 방사선학과

Optimization of Axio-oblique Projection according to Clavicle Fracture Site

Sang-Hyun Kim[1,*]

[1]*Department of Radiological Science, Shinhan University, 95, Hoam-ro, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do 11644, Republic of Korea*

Abstract - Treatment of clavicle fractures requires more precise imaging for accurate diagnosis and treatment, depending on the tendency to change from conservative to surgical treatment. In addition, an accurate examination method considering the sigmoidal anatomy and distortion of the clavicle is needed. Therefore, the clavicle study was taken separately before and AP, PA, Oblique, and axial projection. The purpose of the present invention is to provide an accurate imaging method according to the fracture pattern by verifying an examination method simultaneously axial images in a patient's oblique position. Sixteen models of Robison clavicle fracture classification were made using a 3D printer. In the experimental method, an image was obtained by providing an angle of incidence toward the head from 0~30° in units of 10°. Images were acquired from 0 to 30° in 10° increments toward the head of each rotation angle at 10, 20, 30 and 40° rotational angles. In the image evaluation, each radiotechnologist who had more than 10 years of experience evaluated each image three times. Evaluation items are 1) Can you accurately assess the alignment? 2) Are the descriptions of shortening and clavicle fractures well represented? Was evaluated on a 5-point scale. The patient's posture provided an angle of incidence at the oblique position, which was effective in aligning, shortening, and fracture shape of the midshaft and lateral fractures of the clavicle. The midhaft fracture was especially effective for simple and multigragmnetary fractures. Axio-oblique projection of clavicle fractures is an effective test.

Key words : Clavicle, Fracture, Robioson, 3D printer, Axio-oblique

서 론

쇄골은 팔을 몸통에 고정시켜주는 유일한 구조물로 쇄골 골절은 성인에서 흔히 발생하는 골절 중 하나로 전체 골절 중 2.6%~4.0% 가량 차지한다(Court-Brown *et al*. 2015). 쇄골 골절의 방사선적 분류는 Allman 분류 체계를 이용하여 쇄골 간부, 근위, 원위로 분류한다(Moon *et al*. 2014). 또한 중간, 외측, 내측을 각각 type I, II, III으로 기술하였으나 분쇄, 단축 정도를 반영하지 않아서 예후나 치료 방침에 도움을 받을 수 없었다(Allman 1967). 중간 부위에서 약 69~82%가 골절되며, 외측 부위에서 21~28%, 내측 부위에서 약 2~3% 정도 발생한다(Oh 2012). 쇄골의 원위부 골절

* Corresponding author: Sang-Hyun Kim, Tel. +82-31-870-3413, Fax. +82-31-870-3419, E-mail. kbm0821@shinhan.ac.kr

에서 Neer는 골절 부위 및 오구 쇄골 인대(coraco-clavicular ligament), 견봉 쇄골 인대(acromioclavicular ligament)의 손상 여부에 따라 3가지 type으로 나누었으며 인대손상이 없는 I, II형 골절은 오구 쇄골 인대의 손상에 따라 오구 쇄골 인대에 손상이 동반되지 않은 골절의 경우 type IIa, 원추 인대(conoid ligament)가 파열되어 있는 type IIb, 견봉쇄골 관절의 관절면 골절의 제 III으로 분류하였다(Neer 1968). Robinson 등은 예후적 요소를 감안하여 골절 부위에 따라 내측을 type I, 중간을 II, 외측을 III으로 하고, 골절 전위 100% 이하를 subgroup A, 100% 이상을 subgroup B로 정하였으며, type I, III 골절은 관절면 침범 여부에 따라 침범이 없을 시 subgroup 1, 있을 시 subgroup 2로, type II는 분쇄 또는 wedge 여부에 따라 단순 또는 Wedge type은 subgroup 1, 분쇄 또는 segmental type은 subgroup 2로 분류하였다(Robison 1998). 쇄골의 방사선 소견은 중간 및 내측 1/3부위의 골절은, 쇄골의 전후면 촬영과 45도 사방향 촬영으로 쉽게 진단되나, 반드시 정상인 측과 비교하여야 한다. 원위부 골절편은 상지의 무게 및 근육작용으로 내측으로 전위되고, 근위 골절편은 흉쇄유돌근에 의해 상후 방으로 전위된다. 외측 1/3부위의 골절 시에는 견봉 쇄골 인대와 오구쇄골 인대손상을 판단해야 한다. 전위된 쇄골 골절의 치료는 보존적 치료, 관혈적 금속판 고정, 골수강내 고정, 최소 침습 금속판 고정수 등 다양하게 보고되고 있으며 과거 쇄골 골절은 전위된 골절이라도 비수술적인 치료를 시행했었으나 최근 연구에서는 전위된 쇄골 골절에서 보존적인 치료는 쇄골의 길이가 감소함을 보고하였다(Omid 2016). 보존적 방법에서 수술적 치료에 변화하는 경향에 따라 정확한 진단과 치료를 위해 더 정밀한 영상이 요구되어 왔고 쇄골이 갖는 해부학적 구조와 왜곡을 고려하여 정확한 검사법이 필요하다. 이에 기존에 쇄골 검사법인 전후, 후전, 사방향, 축방향 촬영과 다른 환자 사방향 자세에서 축방향 촬영의 검증을 통해 골절의 양상에 정확한 촬영법을 제공하고자 하는 것이 목적이다.

대상 및 방법

1. 실험재료

S 대학의 정형외과 협조를 구해 골절 양상별 쇄골 골절 환자를 대상으로 하였다. 3D 프린터는 오픈소스 형태로 개발된 FDM (fused deposition modeling)방식의 플라스틱 와이어를 재료로 사용하는 보급형을 사용하였으며 제원은 Table 1과 같다. 컴퓨터 단층촬영으로 획득한 1 mm 간격의 단층영상들을 OsiriX에서 쇄골 부위만 남기고 제거한 후 VR (volume rendering)영상으로 표현하였다. 이를 SSD (sharded surface display)영상으로 변환한 후 STL 파일로 저장하였고, 한번에 출력이 가능하게 분할하여 G-code를 생성하여 출력하였으며 Fig. 1과 같다. 모델은 Robison의 분류에 따라 내측, 간부, 외측을 각각 골절의 전이 여부에 따라 A, B, 분쇄, Wedge 여부에 따라 1, 2형으로 총 16가지 형태로 나누어 제작하였고 분류는 Table 2와 같다.

Fig. 1. Clavicle fracture model.

Table 1. 3D Printer mechanical specification

Mechanical specification	
Plate type	FDM
Nozzle diameter	0.4 mm
Max. Model size	180 × 180 × 160 mm (W × D × H)
Layer thickness	0.1~0.35 mm
Materials	ABS, PLA
Bed material	Aluminum
Machine weight	9 kg
Power	100~240 V, 450 W
Machine size	425 × 425 × 400 mm (W × D × H)

2. 실험방법

2.1 영상획득

2.1.1 전후자세에서 축방향 촬영

단순 방사선 촬영 장비로는 Dk medical system (Innovision, • korea)를 사용하였고, 각각의 골절을 수직입사부터 전후 축방향 촬영의 각도인 30°까지 10° 단위로 3번씩 촬영하며 Fig. 3과 같다.

Table 2. Robinson clavicle fractures classification

Type		Classification	
Medial Fracture (type I)	Undisplaced	Extra-articular (A1)	Intra-articular (A2)
	Displaced	Extra-articular (B1)	Intra-articular (B2)
Midshaft Fracture (type II)	Cortical alignment	Undisplaced (A1)	Angulated (A2)
	Displaced	Simple, Wedge (B1)	Multigragmnetary, segmental (B2)
Lateral Fracture (type III)	Undisplaced	Extra-articular (A1)	Intra-articular (A2)
	Displaced	Extra-articular (B1)	Intra-articular (B2)

Fig. 2. Fracture classification radiation image.

Fig. 3. Method of AP axial projection.

2.1.2 사방향자세에서 축방향 촬영

쇄골 전후각도인 평균 10~40°를 10° 단위로 환자측으로 거상하고 머리 쪽으로 거상각도별 0, 10, 20, 30°를 각각 3회씩 촬영하였으며 Fig. 4와 같다.

2.2 평가

영상획득 후 PACS (M-view, Korea)를 사용하여 10년 이상 방사선사 3명이 각각의 영상을 3번씩 평가하였다. 평가기준은 쇄골 골절로 인해 전위나 정렬 상태를 정확히 평가할 수 있는가, 단축현상과 쇄골 골절의 묘사가 잘 나타났는가를 5점 척도를 통해서 평가하였다.

결 과

쇄골의 내측골절에서는 모든 분류에서 머리 쪽으로 각도를 입사한 결과 값이 증가하였으며 특히 전위(Displaced) 골절에서 골절의 정렬 형태와 단축 현상에 대한 결과 값이 증가하였다. 전위골절에서 입사각도가 증가할수록 골절의 정렬 상태와 형태의 구분하는데 효과적이었다. 결과값은 비전위 골절 Extra-articular에서 입사각도 0, 10° 정렬상태 확인에서 3.2점으로 가장 낮았고 전위골절 Intra-articualar의 정렬에서 30°에서 4.2점으로 가장 높았으며 정렬상태는 점수의 차이가 골절의 형태와 입사각도에 따라 차이가 컸으나

Table 3. Statistic value of AP axial in medial fracture

Type	Classification	Incident direction	Alignment (A)	Shortening (S)
			Mean ± SD	Mean ± SD
Undisplaced (U)	Extra-articualar (A1)	0°	3.2 ± 0.3	3.4 ± 0.2
		10°	3.2 ± 0.2	3.4 ± 0.2
		20°	3.4 ± 0.3	3.4 ± 0.1
		30°	3.4 ± 0.1	3.3 ± 0.2
	Intra-articualar (A2)	0°	3.1 ± 0.1	3.2 ± 0.1
		10°	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.1
		20°	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.2
		30°	3.3 ± 0.2	3.1 ± 0.2
Displaced (D)	Extra-articualar (B1)	0°	3.5 ± 0.2	3.5 ± 0.3
		10°	3.5 ± 0.3	3.6 ± 0.2
		20°	3.6 ± 0.3	3.4 ± 0.1
		30°	4.0 ± 0.2	3.4 ± 0.3
	Intra-articualar (B2)	0°	3.3 ± 0.3	3.4 ± 0.2
		10°	3.7 ± 0.2	3.5 ± 0.1
		20°	4.1 ± 0.2	3.5 ± 0.3
		30°	4.2 ± 0.2	3.3 ± 0.2

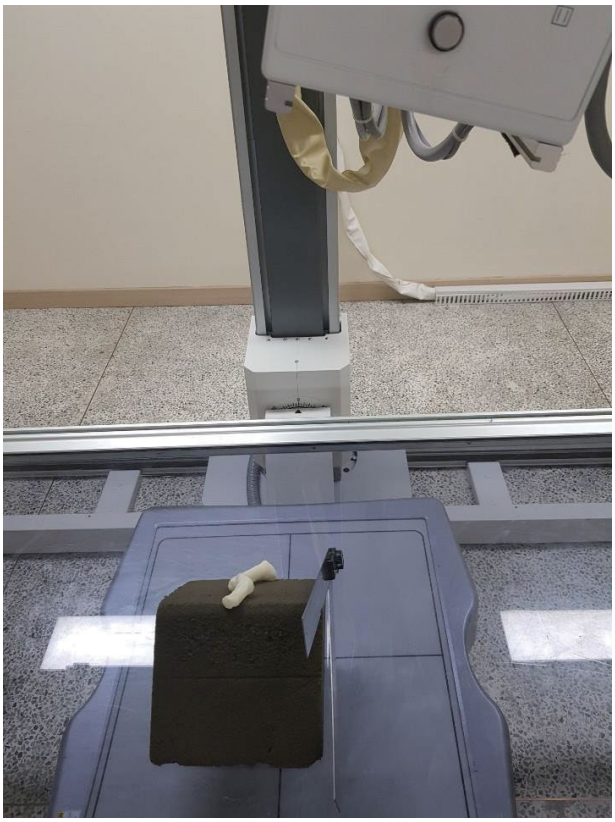

Fig. 4. Method of Axial-Oblique projeciton.

단축이나 골절형태에 대한 구분은 점수 차이가 크지 않았으며 그 결과값은 Table 3과 같다.

쇄골의 간부골절은 다른 부위에 골절에 비해 결과값이 크게 나타났으며, 입사각도가 증가할수록 정렬과 형태 구분에 용이 했다. 특히 전위골절의 intra articular는 정렬과 단축에서 모두 4.0을 넘었다. 정렬과 단축현상은 비전위골절에서 3.1, 3.2점으로 가장 낮았으며 전위 골절 중 복합골절에서 정렬과 단축이 30°에서 4.8, 4.2점으로 가장 높았으며 결과값은 Table 4와 같다.

쇄골의 외측골절에서는 전위되지 않은 골절에서는 입사각도가 증가하여도 평균값의 차이가 많지 않았으나, 전위골절에서는 입사각도가 커질수록 정렬과 단축에 대한 결과값이 증가함을 알 수 있었다. 비전위 골절에서 0°, 10°, 20°에서 정렬과 단축이 각각 3.1, 3.2점으로 가장 낮았으며 전위골절의 intra-articular에서 정렬은 4.2, 단축과 골절형태 관찰은 4.5점으로 가장 높았으며 그 결과값은 Table 5와 같다.

쇄골 내측 골절 축사방향 촬영에서는 전위가 되지 않은 골절에서는 사방향 회전각도에 따라 결과값의 차이가 적었으며 전위골절에서도 사방향 회전각도에 따라 차이가 크지 않았다. 그러나 전위, 비전위 골절 간의 결과값 차이는 전위 골절에서 결과값이 더 높을 알 수 있었다. 비전위 골절에서 사방향 회전각도가 10°에서 정렬이 3.2~3.4, 단축관찰이 3.3~3.4인데 비해 40°에서 3.1~3.2, 3.1~3.2로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 전위골절에도 회전각도에 따라 차이가 없었으며 intra-articular에서는 오히려 결과값이 감소함을 나타냈으며 결과값은 Table 6과 같다.

쇄골 간부 골절 축사방향 촬영에서는 모두 골절의 형태와 관계없이 사방향의 회전각도가 증가할수록 골절의 구분과 정렬 상태의 구분이 용이 했다. 특히 전위 골절에서 단순골절과 복합골절의 결과값이 높았으며 복합골절에서는 모두 결과 값이 4.0 이상으로 축사방향 촬영이 효과적임을 알 수 있었다. 전위골절에서 사방향 회전각도에 따라 10°에서

Table 4. Statistic value of AP axial in midshaft fracture

Type	Classification	Incident direction	Alignment (A)	Shortening (S)
			Mean ± SD	Mean ± SD
Cortical alignment (C)	Undisplaced (A1)	0°	3.2 ± 0.2	3.2 ± 0.1
		10°	3.4 ± 0.3	3.1 ± 0.1
		20°	3.6 ± 0.3	3.1 ± 0.2
		30°	3.7 ± 0.2	3.1 ± 0.2
	Angulated (A2)	0°	3.7 ± 0.2	3.4 ± 0.2
		10°	3.9 ± 0.3	3.4 ± 0.1
		20°	4.0 ± 0.2	3.4 ± 0.3
		30°	4.3 ± 0.3	3.4 ± 0.2
Displaced (D)	Simple, Wedge (B1)	0°	4.1 ± 0.1	3.7 ± 0.2
		10°	4.2 ± 0.2	3.7 ± 0.2
		20°	4.2 ± 0.1	3.9 ± 0.3
		30°	4.4 ± 0.1	3.8 ± 0.2
	Multigragmnetary, segmental (B2)	0°	4.5 ± 0.2	4.0 ± 0.2
		10°	4.6 ± 0.2	4.0 ± 0.1
		20°	4.7 ± 0.1	4.1 ± 0.2
		30°	4.8 ± 0.2	4.2 ± 0.2

Table 5. Statistic value of AP axial in lateral fracture

Type	Classification	Incident direction	Alignment (A)	Shortening (S)
			Mean ± SD	Mean ± SD
Undisplaced (U)	Extra-articualar (A1)	0°	3.1 ± 0.1	3.2 ± 0.2
		10°	3.1 ± 0.2	3.3 ± 0.2
		20°	3.1 ± 0.2	3.2 ± 0.1
		30°	3.2 ± 0.1	3.2 ± 0.2
	Intra-articualar (A2)	0°	3.2 ± 0.2	3.2 ± 0.2
		10°	3.2 ± 0.2	3.4 ± 0.1
		20°	3.2 ± 0.2	3.4 ± 0.3
		30°	3.3 ± 0.2	3.4 ± 0.2
Displaced (D)	Extra-articualar (B1)	0°	3.4 ± 0.3	3.5 ± 0.1
		10°	3.6 ± 0.3	3.5 ± 0.3
		20°	3.7 ± 0.2	3.7 ± 0.2
		30°	3.9 ± 0.3	3.7 ± 0.2
	Intra-articualar (B2)	0°	4.0 ± 0.2	4.0 ± 0.2
		10°	4.3 ± 0.3	4.3 ± 0.2
		20°	4.1 ± 0.1	4.4 ± 0.2
		30°	4.2 ± 0.2	4.5 ± 0.2

3.2, 3.2의 값이 40°에서 4.0, 3.9로 결과값이 상승함을 알 수 있다. 전위골절에서 단순골절에서도 10°에서 4.1, 3.7점에서 40° 회전각도에서 4.9, 4.3점으로 상승한 것을 확인할 수 있었으며 복합골절에서도 4.2, 4.0점에서 4.7, 4.8점으로 상승하였으며 결과값은 Table 7과 같다.

쇄골 외측 골절 축사방향 촬영에서는 전위, 비전위 골절에서 모두 사방향 회전각도에 따라 결과값이 증가하였으며 전위골절에서 보다 효과적이었다. 비전위 골절에서 0°에서 정렬은 3.2, 3.2에서 40° 회전각도에서 3.9점으로 상승하였으며 골절형태 확인은 3.2점에서 3.9점으로 상승하였다. 전위골절에서도 정렬은 0°에서 3.4, 3.5점이며 40°에서 4.0, 4.5점으로 상승하였고 단축과 골절형태 확인은 3.5, 4.0에서 4.2, 4.9점으로 상승하였으며 결과값은 Table 7과 같다.

고 찰

쇄골골절은 골절 부위는 만곡도가 심하고 외력을 받았을 경우에 전단력이 집중되기 쉽기 때문에 중앙 1/3의 골절이 가장 많다. 중간골단은 흉쇄유돌근(sternocleidomatod)에서 상전 방을 전위되며 외측골단은 팔의 무게로 하방으로 전위됨과 동시에 대흉근(pectoralis major) 및 광배근(latissimus)의 힘에 의해 내방으로 끌어당겨진다. 외측 1/3부위의 골절

Table 6. Statistic value of oblique axial in medial fracture

Oblique angel			10°				20°				30°				40°			
Tube angle			0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°
U	A1	A M±SD	3.2±0.1	3.2±0.1	3.3±0.4	3.4±0.1	3.3±0.2	3.4±0.2	3.4±0.2	3.5±0.2	3.4±0.3	3.4±0.4	3.3±0.3	3.2±0.4	3.2±0.2	3.2±0.2	3.1±0.2	3.1±0.2
		S M±SD	3.3±0.4	3.4±0.1	3.4±0.2	3.3±0.2	3.3±0.1	3.3±0.4	3.3±0.1	3.3±0.1	3.2±0.2	3.2±0.3	3.2±0.2	3.2±0.4	3.1±0.1	3.1±0.3	3.1±0.3	3.1±0.2
	A2	A M±SD	3.1±0.4	3.2±0.2	3.2±0.2	3.3±0.1	3.2±0.1	3.3±0.2	3.2±0.1	3.3±0.2	3.1±0.1	3.2±0.3	3.1±0.1	3.2±0.3	3.1±0.1	3.2±0.4	3.1±0.1	3.2±0.4
		S M±SD	3.2±0.2	3.1±0.1	3.1±0.2	3.1±0.1	3.1±0.2	3.1±0.1	3.1±0.1	3.1±0.3	3.1±0.3	3.1±0.4	3.1±0.4	3.1±0.2	3.1±0.2	3.1±0.2	3.1±0.3	3.1±0.4
D	B1	A M±SD	3.2±0.4	3.4±0.1	3.4±0.1	3.4±0.3	3.5±0.1	3.5±0.4	3.5±0.1	3.1±0.4	3.4±0.2	3.5±0.2	3.4±0.2	3.5±0.3	3.4±0.1	3.4±0.1	3.4±0.1	3.3±0.1
		S M±SD	3.5±0.1	3.6±0.1	3.4±0.1	3.4±0.1	3.5±0.4	3.6±0.3	3.4±0.3	3.4±0.3	3.5±0.1	3.6±0.1	3.4±0.1	3.4±0.1	3.5±0.1	3.6±0.4	3.4±0.4	3.4±0.4
	B2	A M±SD	3.6±0.4	3.7±0.4	3.7±0.1	3.7±0.1	3.6±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.4	3.6±0.3	3.7±0.3	3.7±0.2	3.7±0.2	3.6±0.2	3.7±0.4	3.7±0.3	3.7±0.3
		S M±SD	3.4±0.4	3.5±0.4	3.5±0.2	3.3±0.2	3.3±0.2	3.4±0.2	3.4±0.4	3.5±0.3	3.4±0.3	3.4±0.3	3.3±0.1	3.2±0.1	3.4±0.1	3.4±0.1	3.3±0.1	3.2±0.1

Table 7. Statistic value of oblique axial in midshaft fracture

Oblique angel			10°				20°				30°				40°			
Tube angle			0	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°
C	A1	A M±SD	3.4±0.2	3.4±0.2	3.6±0.1	3.7±0.1	3.6±0.1	3.7±0.3	3.6±0.3	3.7±0.1	3.8±0.3	3.8±0.3	3.9±0.3	3.9±0.3	4.0±0.4	4.0±0.4	4.1±0.1	4.2±0.1
		S M±SD	3.2±0.1	3.4±0.2	3.4±0.2	3.4±0.2	3.6±0.3	3.7±0.3	3.7±0.3	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.4	3.8±0.4	3.8±0.4	3.9±0.4	3.9±0.4	3.9±0.1	3.9±0.1
	A2	A M±SD	3.7±0.1	3.9±0.1	4.0±0.3	4.3±0.3	3.6±0.3	3.7±0.1	3.8±0.2	3.8±0.1	3.9±0.2	3.8±0.1	3.9±0.4	3.8±0.4	3.9±0.4	4.0±0.4	4.2±0.1	4.2±0.2
		S M±SD	3.4±0.4	3.4±0.2	3.4±0.2	3.4±0.1	3.5±0.1	3.7±0.4	3.7±0.4	3.7±0.4	3.8±0.4	3.8±0.1	3.9±0.2	3.9±0.3	4.0±0.3	4.1±0.1	4.2±0.2	4.2±0.4
D	B1	A M±SD	4.1±0.1	4.2±0.1	4.2±0.3	4.4±0.1	4.2±0.3	4.4±0.1	4.4±0.3	4.4±0.1	4.5±0.3	4.6±0.1	4.7±0.3	4.7±0.4	4.7±0.4	4.7±0.4	4.7±0.4	4.9±0.4
		S M±SD	3.7±0.1	3.7±0.2	3.9±0.2	3.8±0.1	3.9±0.2	3.9±0.1	3.9±0.3	4.0±0.3	4.0±0.3	3.9±0.3	4.0±0.4	3.9±0.4	4.1±0.4	4.3±0.4	4.3±0.1	4.3±0.1
	B2	A M±SD	4.2±0.1	4.3±0.2	4.3±0.1	4.5±0.3	4.3±0.3	4.3±0.3	4.4±0.2	4.5±0.1	4.5±0.4	4.5±0.4	4.5±0.4	4.6±0.4	4.6±0.4	4.6±0.2	4.7±0.3	4.7±0.3
		S M±SD	4.0±0.1	4.0±0.2	4.1±0.2	4.2±0.1	4.4±0.3	4.4±0.3	4.5±0.3	4.6±0.1	4.6±0.2	4.6±0.2	4.6±0.1	4.7±0.4	4.7±0.4	4.8±0.4	4.8±0.4	4.8±0.4

Table 8. Statistic value of oblique axial in lateral fracture

Oblique angel			0°				20°				30°				40°			
Tube angle			0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°
U	A1	A M±SD	3.2±0.1	3.2±0.1	3.2±0.1	3.2±0.2	3.2±0.3	3.4±0.1	3.4±0.1	3.4±0.1	3.6±0.3	3.7±0.3	3.7±0.1	3.7±0.1	3.8±0.1	3.9±0.3	3.8±0.4	3.9±0.4
		S M±SD	3.2±0.2	3.3±0.2	3.2±0.1	3.2±0.1	3.2±0.1	3.4±0.3	3.4±0.1	3.4±0.1	3.6±0.3	3.6±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.2	3.7±0.2	3.8±0.2	3.8±0.2
	A2	A M±SD	3.2±0.4	3.2±0.2	3.2±0.2	3.3±0.2	3.4±0.2	3.4±0.2	3.4±0.3	3.6±0.3	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.8±0.1	3.8±0.1	3.9±0.1
		S M±SD	3.2±0.4	3.4±0.2	3.4±0.2	3.4±0.2	3.4±0.1	3.5±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.1	3.7±0.3	3.7±0.3	3.9±0.1	3.8±0.1	3.9±0.1	3.9±0.1	3.9±0.4
D	B1	A M±SD	3.4±0.2	3.6±0.4	3.7±0.2	3.9±0.3	4.1±0.1	4.2±0.1	4.2±0.2	4.2±0.1	4.3±0.1	4.3±0.2	4.5±0.1	4.3±0.1	4.5±0.2	4.6±0.2	4.6±0.1	4.6±0.1
		S M±SD	3.5±0.1	3.5±0.1	3.7±0.1	3.7±0.2	3.9±0.4	4.0±0.3	4.0±0.1	3.9±0.1	4.0±0.1	3.9±0.4	4.0±0.2	3.9±0.2	4.1±0.3	4.0±0.1	4.2±0.1	4.2±0.1
	B2	A M±SD	4.0±0.4	4.3±0.2	4.1±0.1	4.2±0.1	4.2±0.1	4.3±0.1	4.3±0.1	4.5±0.3	4.3±0.2	4.3±0.3	4.4±0.1	4.4±0.1	4.5±0.1	4.5±0.1	4.5±0.4	4.5±0.2
		S M±SD	4.0±0.4	4.0±0.2	4.1±0.2	4.1±0.3	4.1±0.3	4.2±0.1	4.4±0.1	4.4±0.1	4.5±0.1	4.6±0.4	4.6±0.2	4.6±0.2	4.7±0.4	4.7±0.1	4.8±0.1	4.8±0.1

시에는 견봉쇄골(acromioclavicular ligament) 인대와 오구쇄골 인대(coracoclavicular ligament) 손상을 판단해야 하며 양측 손목에 일정무게의 추를 매달아 양측 견관절부의 전후면 상을 촬영, 오구쇄골간 간격 및 견봉쇄골간 간격을 측정한다. 중간 및 내측 1/3부위의 골절은, 쇄골의 전후면 촬영과 45° 사면(oblique) 촬영으로 쉽게 진단이 되나, 반드시 건측과 비교하여야 한다.

쇄골은 전위가 뚜렷하고 비관혈적 정복이 불가능한 것, 제 3골편이 날카롭고 피부를 압박하는 것, 오구쇄골인대 단열을 수반한 외측골절 등의 경우가 아닌 경우는 대부분 보존적 치료로도 충분히 치료가 되며 불유합이 오더라도 일상생활에 크게 제한이 없는 것으로 알려져 있다. 하지만 최근에는 비술적 치료에서 부정유합이 발생할 확률이 더 높으며 수술적 치료에서 환자가 받는 통증 등 예후가 좋은 것으로 보고되고 있다(Oh 2012). 응급센터에 내원한 외상 살펴보면 쇄골 골절은 10.2%를 간과하여 늑골, 요천추, 흉추골절 다음을 기록하였다(Park *et al*. 2009). 이는 환자의 의식상태, 외상의 중증도, 손상의 발생부위, 골절의 양상, 손상기전, 영상검사를 판독하는 의사의 전공, 판독자 개인의 숙련도 및 경험, 방사선 촬영기의 해상도, 영상검사 결과의 선명도 등을 열거할 수 있다. 이로 인하여 단순 방사선 촬영만으로는 골절 진단이 어려운 경구가 많으므로 오진을 내릴 가능성이 있으므로, 보다 명확한 쇄골 골절의 형태와 전위 정도를 알아보고, 수술 후에 골절의 정복상태와 내고정술에 상용된 플레이트(contoured plate)의 위치를 확인하여 수술 후 예후를 평가하는데 정밀한 촬영이 요구된다.

연구 결과를 살펴보면 3가지 부위 안쪽, 간부, 외측 골절에서 모두 머리쪽으로 각도가 입사된 축방향 촬영에서 더 평가 결과가 좋았다. 특히 간부 골절에서는 단순, 쐐기형, 복합 골절 등에서의 골절 형태의 파악에서 모두 4.0을 넘음으로써 축방향 촬영이 효과적임을 알 수 있으며 골전의 전위상태에 따른 단축현상의 파악도 3.6~4.2점으로 내측과 외측 골절에 비해서 효과적임을 알 수 있었다. 보다 효과적인 촬영법을 알아보기 위해 축사방향 촬영을 실시한 결과 내측의 골절보다 간부나 외측골절에 정렬상태의 파악과 단축현상의 파악에 더 효과적인으로 나타났다. 이는 사방향의 회전방향이 촬영측 거상 즉 촬영 반대 측으로 회전함으로써 S자형 모양에서 내측 부분의 용적이 작아지므로 사방향 자세에서 촬영 효과가 적었다. 간부와 외측골절에서는 전후방향에서 축방향 촬영보다 사방향 자세에서 축방향 촬영이 더 효과적이었다. 이는 영상에서 골절부위가 거상 되면서 피사체-필름 거리(OFD)가 증가하면서 골절편의 모양과 단축이 더 잘 관찰됨에 있다.

쇄골 골절로 수술할 환자의 골절 부위를 FDM 방식의 3D 프린터로 출력하여 제작모델을 수술 전에 임상의에게 제공하여 수술에 활용할 수 있는 임상적 활용 가능 여부에 대한 검토와 분석의견 결과 정밀도, 해상도가 수술계획에 상용하여도 유용한 것으로 판단되었던 것처럼(Oh 2014) 여러 가지 쇄골 골절 형태를 제작하여 유용한 각도를 찾기 위해 반복적인 실험을 통해 유용성을 찾을 수 있는 것 또한 본 논문의 차별화 된 의의라고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 실제 환자를 대상으로 논문의 결과를 검증하진 못하여 실지로 결과가 임상에서 유용성을 증명하지 못하였다. 둘째 Neer, Lyons, Allman 등 다양한 쇄골 골절 분류에 따른 연구가 누락되어 있어 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

본 실험은 3D 프리터를 이용하여 실제 다양한 골절 모델을 구성하여 쇄골 골절의 효과적인 촬영을 최적화를 구현하였다. 쇄골 골절의 형태에 따라 기존의 전후자세에서 축방향 촬영이나 사방향 촬영을 각각 촬영하였으나 환자자세가 사방향 자세에서 입사각도를 줌으로써 쇄골의 간부와 외측 골절에는 정렬, 단축, 골절 모양 확인에 효과적이었다. 특히 간부골절에서 전위 골절인 단순, 복합 골절에 효과적이었다. 쇄골의 축사방향 촬영은 효과적인 촬영법이다.

사 사

본 논문은 2019년도 신한대학교 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참 고 문 헌

Allman FL and Jr. 1967. Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J. Bone Joint Surg. Am.* **49**(4):774-784.

Court-Browm CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tometta P and Mckee MD. 2015. Rockwood and green's fractures in adults. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Healt: 1427-1429.

Moon SC, Lee CH, Baek JH and Lee YG. 2014. Tension band wiring for disital clavicle fracture: Radiologic analysis and clinical outcome. *J. Korean Fract Soc.* **27**(2):127-135.

Neer CS 2nd. 1968. Fractures of the distal third of the clavicle. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **58**:43-50.

Oh JH and Choi HY. 2012. Recent treatment options for the clavicle fracture. *Clin. Should. Elbow* **15**(1):43-51.

Oh WK. 2014. Evaluation of usefulness and availability for orthopedic surgery using clavicle fracture model manu-

factured by desktop 3D printer. *J. Radiol. Sci. Technol.* **37**(3):203-209.

Omid R, Kidd C, Yi A, Villacis D and White E. 2016. Measurement of clavicle fracture shortening using computed tomography and chest radiography. *Clin. Orthop. Surg.* **8**(4):367-372.

Park DH, Lee SS, Kim DY, Cho HY, Lee YG Kim JS, Jun J, Kim Y, Ha YR and Shin TY. 2009. A cause analysis of missed fractures in an emergency medical center. *Journal of Trauma and Injury*. **22**(1):37-43.

Robinson CM. 1998. Fracture of the clavicle in the adult. *J. Bone Joint Sur. Br.* **80**:476-484.

Received: 2 July 2019
Revised: 18 July 2019
Revision accepted: 3 August 2019