

소아 상완골 골절 치료기준으로서의 방사선학적 지표의 신뢰성

곽윤해 · 신동조 · 박건보*

한림대학교 의과대학 한림대성심병원 정형외과학교실, 연세대학교 의과대학 정형외과학교실*

목 적: 주관절 신전-회외전 위에서 측정된 방사선 지표와 주관절 굴곡-회내전 위에서 측정된 방사선 지표들을 비교하여 가장 신뢰할 수 있는 소아 상완골 골절 치료의 기준을 제시하고자 한다.

대상 및 방법: 상완골 과상부 골절로 수술을 받은 환자 71명을 대상으로 하였다. 술 전 촬영된 건축 주관절 신전 위 및 굴곡 위 방사선에서 바우만 각, 골간단-골간 각, 내상과-골단 각을 비교하였다. 건축 주관절 신전 위를 기준으로 치료한 제1군 (35예)과 굴곡 위를 기준으로 치료를 한 제2군 (36예)의 최종 결과를 비교하였다.

결 과: 바우만 각은 신전 위에서 골간단-골간 각은 굴곡 위에서 관찰자 내 재현성 및 관찰자간 신뢰성이 높게 나타났다. 신전 위에서는 바우만 각과 골간단-골간 각이 운반각과 음의 상관 관계를 보였으나 굴곡 위에서는 골간단-골간 각만이 음의 상관관계를 보였다. 바우만 각은 굴곡 위에서 내상과-골단 각은 신전 위에서 높게 측정되었다. 최종 추사에서 제1군과 제2군의 건축과의 비교 시 의미 있는 차이는 관찰되지 않았다.

결 론: 전완부 회외전-주관절 신전 위에서는 바우만 각의 임상적 효용성이 높으나 전완부 회내전-주관절 굴곡 위에서는 골간단-골간 각의 임상적 효용성이 높으며 두 전후면상에서 간접적 운반각의 측정 시 차이가 있으므로 수술 시 고려하여야 한다.

색인 단어: 상완골, 과상부 골절, 바우만 각, 골간단-골간 각, 내상과-골단 각, 운반각

Reliability of the Radiographic Parameters in Pediatric Supracondylar Fracture

Yoon Hae Kwak, M.D., Dong Jou Shin, M.D., Kun Bo Park, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery, Hallym University College of Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital, Anyang,
Yonsei University College of Medicine*, Seoul, Korea

Purpose: To suggest the most reliable guideline of the treatment for the supracondylar fracture in children by the comparison of the radiographic parameters between forearm supination-elbow extension and forearm pronation-elbow flexion view.

Materials and Methods: A total of seventy-one patients were included in the study. Baumann, metaphyseal diaphyseal and medial epicondylar epiphyseal angle of normal elbow in extension and flexion view were compared. Finally, the results of Group I (operation with elbow extension view) and Group II (operation with elbow flexion view) were compared.

Results: Intraobserver reproducibility and interobserver reliability were better in the Baumann angle with extension view and metaphyseal diaphyseal angle with flexion view. In extension view, Baumann and metaphyseal diaphyseal angle show negative correlation with carrying angle but in flexion view, only metaphyseal diaphyseal angle shows negative correlation. Baumann angle were greater in flexion view and medial epicondylar epiphyseal angle were greater in extension view. There was no statistical difference in the final results of Group I and II.

Conclusion: Baumann angle was more effective in forearm supination-elbow extension view and metaphyseal diaphyseal angle was more effective in forearm pronation-elbow flexion view. The difference between elbow extension and flexion view should be considered during operation.

Key Words: Humerus, Supracondylar fracture, Baumann angle, Metaphyseal diaphyseal angle, Medial epicondylar epiphyseal angle, Carrying angle

통신저자 : 박 건 보

서울시 서대문구 신촌동 134
연세대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 02-2228-2187 • Fax : 02-363-1139
E-mail : kunbopark@gmail.com

Address reprint requests to : Kun Bo Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of
Medicine, 134, Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel : 82-2-2228-2187 • Fax : 82-2-363-1139
E-mail : kunbopark@gmail.com

접수: 2009. 9. 25
심사 (수정): 2009. 11. 30
게재확정: 2009. 12. 29

서 론

상완골 과상부 골절은 소아의 주관절 부위 골절 중 50~60%를 차지하는 가장 흔한 골절이다¹²⁾. 상완골 과상부 골절의 합병증에는 볼크만 구축, 상완 동맥 파열, 화골성 근염, 주관절 운동 장애, 지연성 척골 신경 마비 등이 있을 수 있으나, 해부학적으로 전면은 구상와, 후면은 주두와로 구성되어 매우 얇기 때문에 골절의 정복과 고정 및 유지가 어려워 치료 후에도 주관절의 내반주 변형이 평균 30%에서 발생한다^{5,10,18)}. 상완골 과상부 골절 후 내반주 변형은 수상 후의 성장 장애에 의한 것이 아니라 골절의 부정 유합에 따른 결과이므로^{6,16)} 예방을 위하여 건측의 주관절 운반각을 정확히 측정하여 이에 최대한 근접하게 환측의 골절을 정복하여야 한다.

주관절 운반각에 대한 가장 정확한 측정은 임상적 측정 혹은 방사선상에서 직접적인 상완골-척골 각 (humero-ulnar angle)의 측정이다. 그러나 수술 중에는 정복을 유지하기 위하여 주관절 굴곡 위를 유지하여야 하므로 상완골-척골 각의 측정이 불가능하며, 수상으로 발생한 부종 등으로 인해 주관절의 내외반 변형을 육안으로 평가하는 것 또한 부정확하여 간접적인 측정 방법으로서 바우만 각 (Baumann angle)이 사용되었다^{8,17,19)}. 그러나 과거 연구에서 골절 정복 시 측정한 바우만 각이 최종 추시상의 주관절 상태와 일치하지 않는 경우가 보고되었으며 주관절 굴곡 위에서 바우만 각의 정확도가 낮다는 보고가 있었다^{3,16)}. 또한 방사선 촬영 시 카세트와 상완의 각도에 따라 바우만 각에 변동이 발생하여 수술 전 측정된 건측의 방사선을 기준으로 수술을 시행할 경우 오차를 감안하여야 한다는 연구도 있었다^{2,3)}.

바우만 각의 단점을 보완하고 연령에 따른 주관절의 방사선 소견의 변화를 보완하여 측정의 정확도를 높이기 위하여 골간단-골간 각 (metaphyseal diaphyseal angle), 내상과-골단 각 (medial epicondylar epiphyseal angle) 등^{2,4,8)}이 제시된 바 있으나 각각의 방사선 지표 간의 신뢰도 및 운반각과의 상관 관계에 대한 상호 비교는 연구된 바가 없었다. 또한 임상적으로 환자에 따라 다양하게 나타나는 운반각^{9,13,16)} 때문에 건측의 방사선을 기준으로 정복을 하는데 수술 전 촬영되는 건측의 방사선은 전완부 회외전-주관절 신전 위에서 촬영되나 수술 중 C-자형 영상증폭기하에서 촬영되는 영상은 전완부 회내전-주관절 굴곡 위에서 촬영된다. 그러나 수술 전 측정된 전완부 회외전-주관절 신전 위에서의 방사선 지표와 수술 중 측정되는 전완부 회내전-주관절 굴곡 위에서의 방사선 지표 사이의 차이 혹은 상관 관계에 대해서는 연구된 바가 없었다.

저자들은 일반적인 전완부 회외전-주관절 신전 위에서 측정된 방사선 지표와 수술 중 촬영되는 영상과 유사한 전

완부 회내전-주관절 굴곡 위에서 측정된 방사선 지표들간의 관찰자 내 재현성, 관찰자간 신뢰성, 임상적 운반각과의 상관관계를 비교하여 가장 신뢰도가 높고 임상적 운반각을 대표할 수 있는 방사선 지표를 제시하고자 한다. 또한, 각각의 영상을 기준으로 수술하였을 때 수술 후 건측과의 운반각을 비교함으로써 수술 시 기준으로 사용하는 방사선 영상에 따른 결과의 차이를 분석하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 6월부터 2008년 6월까지 Gartland 분류⁷⁾ Grade III의 상완골 과상부 골절로 본원에 내원한 4~12세의 환아를 대상으로 하였다. 수술 전 보호자가 동의한 환아에 한하여 건측의 전완부 회외전-주관절 신전 위와 전완부 회내전-주관절 굴곡 위에서 전후 방사선 촬영을 시행하였다 (Fig. 1). 깁스수술을 받은 환아는 건측의 주관절 신전 위를, 홀수일 수술을 받은 환아는 건측의 주관절 굴곡 위를 기준으로 수술을 시행하였다. 수술 전 촬영된 영상에서 각각의 방사선 지표를 측정하고 수술 중 C-자형 영상증폭기에서 촬영된 영상에서 각도기를 이용하여 측정된 각각의 방사선 지표가 가장 유사할 시에 핀 고정을 시행하였다. 최소 1년 이상 추시된 환아를 선별하였으며 총 71명의 환아가 선택되었다. 주관절 신전 위를 기준으로 치료한 35예를 제1군



Fig. 1. (A) Forearm supination-elbow extension view. (B) Forearm pronation-elbow flexion view.

으로 주관절 굴곡 위를 기준으로 치료를 한 36예를 제2군으로 분류하였다. 제1군은 남아 26명, 여아 9명이었으며 수술 시 평균 연령은 7년 6개월 (4년 8개월~11년 6개월), 평균 추시기간은 17개월 (12~19개월)이었다. 제2군은 남아 26명, 여아 10명이었으며 수술 시 평균 연령은 6년 2개월 (4년 1개월~12년 7개월), 평균 추시기간은 19개월 (13~21개월)이었다.

모든 환아는 수상 후 48시간 이내에 수술이 이루어졌으며 술 전 신경혈관손상, 개방성 골절, 다발성 골절 등의 손상이 동반된 경우는 없었다. 모든 환아에서 도수 정복 및 경피적 핀 고정술이 시행되었으며 외측에 2개의 K-강선, 내측에 1개의 K-강선을 이용하여 교차 고정하였으며 술 후

신경혈관손상, 구획증후군, 감염 등의 합병증이 발생한 예는 없었다. 2예에서 핀 고정부의 경피적 핀 감염이 발생하였으나 경구 항생제 및 국소 창상 소독으로 완치되었으며 평균 37일 (30~42일)간 핀 고정 및 석고고정이 시행되었다. 술 후 불유합, 지연 유합이 발생한 예는 없었으며 추시 중 정복 소실이 관찰된 예는 없었다. 최종 추시 시 주관절의 운동 범위는 완전히 회복되었으며 주관절의 완전 신전이 가능하였다.

2. 연구 방법

술 전 촬영된 건측 주관절 신전 위 (Fig. 2) 및 굴곡 위

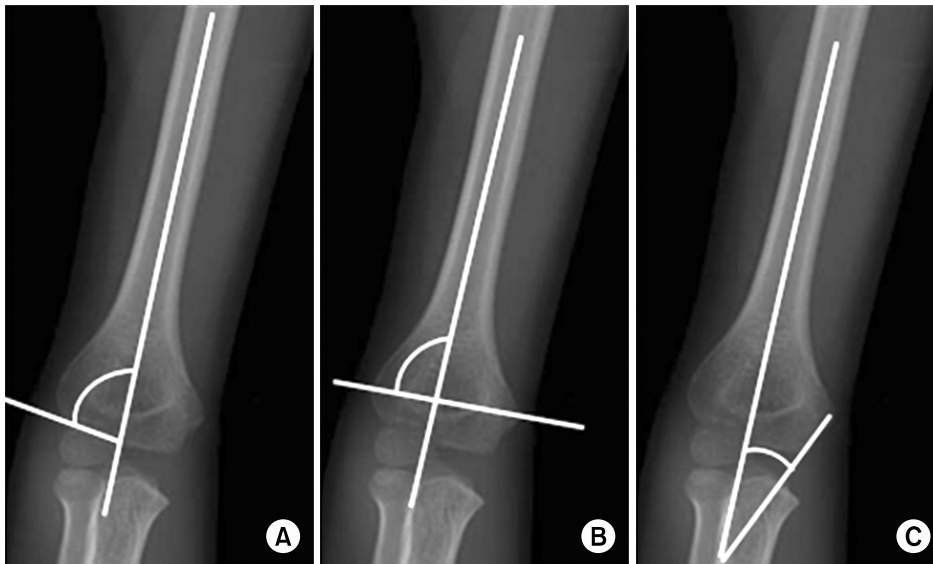


Fig. 2. Measurement in forearm supination-elbow extension view.

- (A) Baumann angle.
- (B) Metaphyseal diaphyseal angle.
- (C) Medial epicondylar epiphyseal angle.

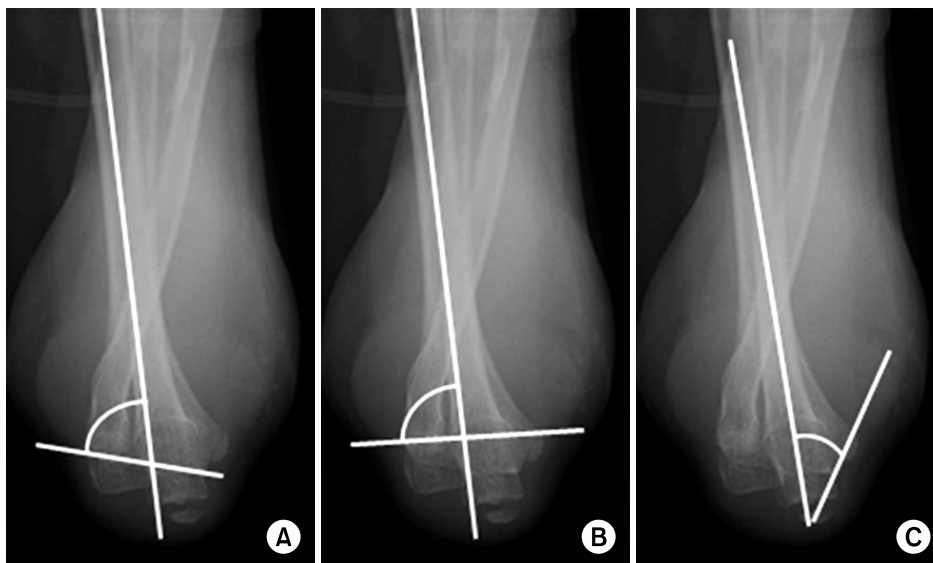


Fig. 3. Measurement in forearm pronation-elbow flexion view.

- (A) Baumann angle.
- (B) Metaphyseal diaphyseal angle.
- (C) Medial epicondylar epiphyseal angle.

방사선 (Fig. 3)에서 바우만 각¹⁹⁾, 골간단-골간 각⁴⁾, 내상과-골단 각²⁾을 측정하였으며 최종 추시일에 양측 주관절의 임상적 운반각을 각도기를 이용하여 측정하였다. 정형외과 전공경력이 1년 (관찰자 1), 4년 (관찰자 2), 8년 (관찰자 3)인 3명의 계측자에게 연구 전 정확한 각도의 측정 방법을 동시에 교육하였으며 각각 2회에 걸쳐 측정하였다. 모든 계측자는 환자에 대한 어떠한 임상적, 방사선학적 사전 정보를 가지지 않았고, 계측 시기에 따른 기억 효과를 배제하기 위하여 2차 계측은 1차 계측 후 최소 2주 이상의 간격을 갖도록 하였으며 2차 계측 전에 다시 한번 정확한 각도의 측정 방법을 교육하였다. 또한 대상 환자의 측정 결과를 따로 보관하여 계측 결과에 대한 정보를 교환하지 못하도록 하였다. 술 전 측정된 지표의 관찰자 내 재현성, 관찰자간 신뢰성, 변수 간의 상관관계를 분석하였다. 술 전 주관절 신전 위와 주관절 굴곡 위에서 측정된 각 방사선학적 지표 간의 차이를 분석하기 위하여 신전 위에서의 측정치에서 굴곡 위에서의 측정치를 감한 후 평균 차이를 비교하였다. 술 전 기준에 따른 최종 결과의 차이를 비교하기 위하여 제1군과 제2군에서 최종 임상적 운반각을 정상군과 비교하였다. 골 유합 기간 동안의 정복의 소실 유무를 평가하기 위하여 수술 직후와 술 후 6주의 방사선 사진 전후 면상에서 바우만 각, 골간단-골간 각, 내상과-골단 각을 측정하여 비교하였다.

3. 통계적 분석

모든 통계적 분석은 통계적 소프트웨어 (SAS software package version 9.1, SAS Institute, Cary, North Carolina)를 이용하였다. 관찰자 내 재현성 및 관찰자간 신뢰성은 Shrout와 Fleiss¹⁵⁾에 의해 소개된 집단 내 상관 계수 (intraclass correlation coefficients, ICCs)를 이용하여 평가하였다. 집단 내 상관 계수는 0에서 1까지의 값을 가지며, 0.00~0.39를 불량 (poor), 0.40~0.74를 보통 (moderate) 그리고 0.75~1.00을 우수 (excellent)로 정의하였다. 변수 간 상관관계 분석은 Pearson correlation test를 시행하였으

며 주관절 신전 위와 주관절 굴곡 위에서의 방사선학적 지표 비교 및 최종 결과 비교는 피험자간 비교에 따른 오차를 최소화하기 위하여 연령, 성별, 좌우를 고려한 Mixed model을 적용하였다.

결 과

1. 관찰자 내 재현성 및 관찰자간 신뢰성

관찰자 내 재현성은 최종 추시상 측정된 임상적 운반각 (ICCs: 0.9584)이 모든 계측자에서 가장 우수한 결과를 얻었다. 바우만 각은 신전 위 (ICCs: 0.8934)에서 굴곡 위 (ICCs: 0.6902)보다 우수한 것으로 측정되었다. 골간단-골간 각과 내상과-골단 각은 신전 위 (ICCs: 0.8841, 0.8058)와 굴곡 위 (ICCs: 0.8849, 0.8382) 모두에서 우수하였다 (Table 1).

관찰자간 신뢰성은 바우만 각은 신전 위 (ICCs: 0.8151)에서 굴곡 위 (ICCs: 0.6500)보다 우수한 것으로 측정되었다. 골간단-골간 각은 굴곡 위 (ICCs: 0.9641)에서 신전 위 (ICCs: 0.7995)보다 우수한 것으로 측정되었다. 그러나 내상과-골단 각은 신전 위 (ICCs: 0.3412), 굴곡 위 (ICCs: 0.3473)로 모두에서 불량한 것으로 측정되었다. 임상적 운반각의 관찰자간 신뢰성 (ICCs: 0.8071)은 우수한 것으로 나타났다 (Table 2).

2. 변수 간 상관관계

신전 위에서 바우만 각과 골간단-골간 각은 임상적 운반각과 음의 상관관계를 보이고 내상과-골단 각은 양의 상관관계가 나타났다. 바우만 각은 $r = -0.1554$ ($p = 0.0493$), 골간단-골간 각은 $r = -0.1290$ ($p = 0.0482$)로서 통계상 유의한 상관관계를 나타내었으나 내상과-골단 각에서는 통계상 유의한 상관관계는 관찰되지 않았다. 굴곡 위에서도 바우만 각과 골간단-골간 각은 임상적 운반각과 음의 상관관계를 보이고 내상과-골단 각은 양의 상관관계가 나타났다. 그러

Table 1. Intraobserver reproducibility of each radiographic parameters

	Extension view			Flexion view			Carrying angle
	Baumann*	MDA [†]	MEEA [‡]	Baumann	MDA	MEEA	
Observer 1	0.7994	0.9471	0.5455	0.4604	0.9040	0.7233	0.9212
Observer 2	0.9139	0.8352	0.9141	0.7027	0.9165	0.8470	0.9643
Observer 3	0.9669	0.8701	0.9578	0.9075	0.8342	0.9442	0.9897
Mean	0.8934	0.8841	0.8058	0.6902	0.8849	0.8382	0.9584

*Baumann: Baumann angle, [†]MDA: Metaphyseal diaphyseal angle, [‡]MEEA: Medial epicondylar epiphyseal angle.

Table 2. Interobserver reliability of each radiographic parameters

	Extension view			Flexion view			Carrying angle
	Baumann*	MDA [†]	MEEA [‡]	Baumann	MDA	MEEA	
1st reading	0.9610	0.7540	0.3810	0.6700	0.9680	0.3091	0.7692
2nd reading	0.6692	0.8450	0.3014	0.6300	0.9601	0.3854	0.8450
Mean	0.8151	0.7995	0.3412	0.6500	0.9641	0.3473	0.8071

*Baumann: Baumann angle, [†]MDA: Metaphyseal diaphyseal angle, [‡]MEEA: Medial epicondylar epiphyseal angle.

Table 3. Correlation between carrying angle and other radiographic parameters

		r	p-value
Extension view	Baumann*	-0.1554	0.0493
	MDA [†]	-0.1290	0.0482
	MEEA [‡]	0.0173	0.8046
Flexion view	Baumann	-0.1064	0.0643
	MDA	-0.1630	0.0260
	MEEA	0.0316	0.6587

*Baumann: Baumann angle, [†]MDA: Metaphyseal diaphyseal angle, [‡]MEEA: Medial epicondylar epiphyseal angle.

나 골간단-골간 각에서만 $r = -0.1630$ ($P = 0.0260$)으로 통계상 유의한 상관관계가 관찰되었다 (Table 3).

3. 신전 위와 굴곡 위의 비교

바우만 각은 굴곡 위에서 평균 2.4도 증가된 것으로 측정되었으며 ($p = 0.0222$), 내상과-골단 각은 신전 위에서 평균 2.4도 증가된 것으로 측정되었다 ($p = 0.0210$). 그러나 골간단-골간 각은 신전 위와 굴곡 위에서 통계상 유의한 차이는 관찰되지 않았다 (Table 4). 수술 직후와 술 후 6주의 방사선 촬영 비교 시 바우만 각, 골간단-골간 각, 내상과 골간 각 모두가 제1군 ($p = 0.4253, 0.3221, 0.1362$)과 제2군 ($p = 0.5829, 0.2397, 0.0821$)에서 통계상 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 최종 추시에서 신전 위를 대상으로 한 제1군에서는 환측의 운반각이 건측보다 증가되었으나 통계상 유의하지 않았으며 ($P = 0.7382$) 굴곡 위를 대상으로 한 제2군에서는 환측의 운반각이 건측보다 감소되어 있었으나 통계상 유의하지는 않았다 ($p = 0.0642$) (Table 5).

고 찰

상완골 과상부 골절 치료 후의 흔한 합병증은 부정확한 정복 혹은 정복의 소실로 인한 내반주 변형이며 이는 수상

Table 4. Mean differences (extension view-flexion view) between extension and flexion views (degrees)

	Mean difference	Standard error	p-value
Baumann*	-2.4	0.4	0.0222
MDA [†]	0.7	0.4	0.4801
MEEA [‡]	2.4	0.5	0.0210

*Baumann: Baumann angle, [†]MDA: Metaphyseal diaphyseal angle, [‡]MEEA: Medial epicondylar epiphyseal angle.

Table 5. Comparison of the final results between groups (degrees)

	Operation	Normal	p-value
Group 1 (Extension view)	8.6±4.8	7.4±5.6	0.7382
Group 2 (Flexion view)	7.7±4.8	8.0±3.6	0.0642

Values are mean±standard deviation.

후의 성장 장애에 의한 것이 아니라 골절의 부정 유합에 따른 결과로 널리 받아들여지고 있다^{6,16)}. 따라서 술 후 내반주 변형의 발생을 최소화하기 위해서는 정확한 정복하에 고정을 시행하고 골유합까지 고정이 유지되어야 한다. 정확한 정복을 평가하기 위한 간접적 방사선학적 지표들의 신뢰도에서는 다양한 결과가 있었다. Camp 등³⁾은 주관절 굴곡의 Jones' view에서 소두 성장판을 확인하기 어렵고, 상완골 원위부 골구조를 확인하기 어려워 측정된 바우만 각의 신뢰도가 의심된다 하였고 Biyani 등은 3세 이하 12세 이상의 소아에서는 내측 골간단의 형태와 내측상과 성장판이 곡선을 띄고 불분명하여 내상과-골단 각이 측정하기 어렵다고 하였다²⁾. 이와 같이 과거의 연구 결과가 다양한 이유는 우선적으로 연구 대상의 나이의 다양성으로 인한 골단, 골간단의 모양 변화에 의한 것이나 그 외에도 골절 형태의 다양성, 수술 방법의 다양성 또한 연구 결과에 영향을 끼칠 수 있다. 도수 정복 후 경피적 핀 고정술의 안정성은 많은 과거 연구에서 입증되었으나 고정에 필요한

K-강선의 개수, 내측 혹은 외측 고정 시 안정성 등에 있어서는 여러 의견이 제시되었다^{1,11,14)}. 내측 핀 삽입 시 합병될 수 있는 척골 신경 손상을 막기 위해 외측에만 2개의 핀 고정¹⁾을 주장한 바도 있었으나 외측 2개의 핀 고정과 함께 내측 핀 고정을 시행하여 확고한 안정성을 얻을 수 있는 방법 또한 안전함이 입증된 바 있다¹⁴⁾. 따라서 본 연구에서는 4~12세의 소아 환아를 대상으로 하였으며 Gartland 분류⁷⁾ Grade III의 상완골 과상부 골절만을 대상으로 외측 2핀, 내측 1핀의 동일 수술 기법을 한 명의 술자가 시행하였다.

건측의 방사선 촬영을 이용하여 분석한 관찰자 내 재현성은 골간단-골간 각, 내상과-골단 각이 모두 굴곡, 신전 위에서 우수하였으나 굴곡 위에서 바우만 각이 보통으로 낮게 나타났다. 이는 주관절 굴곡 위에서 바우만 각의 정확도가 낮다^{3,16)}는 과거의 연구결과와 유사한 바가 있다. 그러나 다른 방사선 지표에 상대적으로 낮은 것이므로 골간단-골간 각과 내상과-골단 각의 관찰자 내 재현성이 높다고 평가하는 것이 적합하다고 생각된다. 관찰자간 신뢰성은 내상과-골단 각에서 가장 불량하게 측정되었는데 이는 내상과-골단 각의 측정이 바우만 각과 골간단-골간 각에 비해 판별이 어려운 내상과에서 측정되기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 위 결과를 종합할 때 굴곡, 신전 위 모두에서 골간단-골간 각이 관찰자의 경험에 관계없이 가장 신뢰도가 높은 지표라고 생각된다.

그러나 이들 계측치의 정확도나 임상적인 효용성을 평가하기 위해서는 임상적 운반각과의 연관성을 평가하여야 한다. Worlock¹⁹⁾은 정상측 주관절부에서 바우만 각 5도 변화에 운반각 2도의 변화가 있다고 인지하고 이를 근거로 손상부의 운반각을 예측할 수 있다고 하였으며 Kang 등⁸⁾은 바우만 각과 골간단-골간 각이 임상적 운반각 사이에서 음의 상관 관계가 나타난다고 하였다. 본 연구에서는 과거 연구와 유사하게 신전 위에서 측정된 바우만 각과 골간단-골간 각이 임상적 운반각과 음의 상관 관계를 보였으나 $r = -0.1554$, -0.1290 으로 매우 낮게 나타났다. 이는 다양한 경력의 관찰자가 반복 측정하여 나타난 오차로 생각된다. 반면 굴곡 위에서는 골간단-골간 각만이 운반각과 유의한 상관관계를 나타냈다. 바우만 각의 관찰자 내 재현성과 관찰자간 신뢰성은 보통 이상으로 측정되었으나 굴곡 위에서는 보통이었고 신전 위에서는 우수한 것으로 나타났다. 반면 골간단-골간 각의 관찰자 내 재현성과 관찰자간 신뢰성은 모두 우수하였고 굴곡 위에서 더 높게 측정되었다. 따라서 굴곡 위에서는 골간단-골간 각의 정확도 및 임상적 효용성이 더 뛰어난 것으로 생각된다. Kang 등⁸⁾은 추시 시 임상적 운반각을 예측하는데 있어서 바우만 각이 골간단-골간 각보다 더 유용한 방법이라 주장한 바 있으나 이는 신전 위에

서의 주관절 전후면 상을 기준으로 하였다. 본 연구에서도 주관절 신전 위에서는 바우만 각이 관찰자 내 재현성, 관찰자간 신뢰성 모두 뛰어나며 운반각과의 상관 관계 또한 유의하게 나타났으나 굴곡 위에서는 골간단-골간 각의 효용성이 더 뛰어나다고 생각된다.

신전 위와 굴곡 위의 비교에서도 바우만 각은 신전 위에서 더 작게 나타나고 내상과-골단 각은 신전 위에서 크게 나타났으나 골간단-골간 각은 신전 위와 굴곡 위에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 신전 위와 굴곡 위에서 모두 골간단-골간 각이 방사선 위치에 따른 차이가 없는 신뢰성이 높은 지표라는 의미이다. 한편 바우만 각의 감소와 내상과-골단 각의 증가는 외반을 의미하므로 신전 위가 굴곡 위보다 더 외반으로 측정됨을 의미하기도 한다. 주관절의 단순 굴곡과 신전에 따라 운반각이 다르게 나타나지는 않는다. 그러나 본 연구에서는 전완부를 회외전 하여 촬영하는 전후면 상과는 반대로 상완골 과상부 골절 시 정복을 유지하기 위한 자세와 같이 전완부를 회내전한 상태로 주관절을 굴곡하여 전후면상을 촬영하였다. 따라서 일반적인 전후면 촬영 시에는 굴곡-회내전근이 긴장되어 원위 상완골의 내상과를 회외전시키지만 주관절의 굴곡, 회내전 시에는 이들 근육이 이완되어 내상과의 회외전이 회복된 결과, 신전 위에서 굴곡 위보다 외반으로 측정된 것으로 생각된다. 그러나 평균 2도가량의 차이이므로 임상적인 의미가 있다고는 생각되지는 않는다. 실제로 최종 추시상 신전위를 기준으로 수술한 군과 굴곡 위를 기준으로 수술한 군 모두 건측과 통계상 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 단, 신전 위를 기준으로 수술한 군은 건측보다 운반각이 다소 증가하고 굴곡 위를 기준으로 수술한 군은 건측보다 운반각이 다소 감소하였다. 따라서 비록 통계적 차이는 관찰되지 않으나 술 전 촬영된 건측의 주관절 전후면상과 수술 중 촬영되는 환측의 전후면상에서의 차이를 상완골 과상부 골절 수술 시 염두에 두어야 할 것이다.

본 연구는 각각의 방사선 영상에서 다양한 경력의 정형외과 임상의로 인해 측정된 방사선학적 지표의 관찰자간 재현성과 관찰자간 신뢰성을 비교하여 가장 신뢰도가 높은 방사선학적 지표를 제시하고자 하였다. 그러나 다양한 경력의 임상의로의 측정으로 인한 오차 또한 고려되어야 할 것이며 같은 경력의 임상의로는 각각의 지표의 신뢰도가 어떻게 나타나는지 또한 추후 연구되어야 할 과제로 생각된다. 비록 같은 Gartland 분류⁷⁾ Grade III의 상완골 과상부 골절을 대상으로 하였으나 이는 완전 전위와 불완전 전위의 평가일 뿐 굴곡형과 신전형 혹은 나선상 골절과 같은 골절선의 형태에 따른 정복의 어려움 혹은 핀 고정의 난이도는 반영하지 않는다. 즉, 수술 시 정복의 어려움으로 인해 건측과 각도 차이가 발생할 수 있으나 본 연구에서는

이에 대한 평가는 이루어지지 않았으며 이에 대하여 추후 각각의 기준에 따른 수술 후 정복의 정확성에 대한 연구가 보완되어야 할 것이다. 또한, 수술 시 기준이 되는 건측의 방사선으로서 신전 위와 굴곡 위를 각각 무작위로 수술일에 따라 선택하였으나 수술자가 이미 연구의 목표를 인지하고 있음으로써 발생하는 오류 또한 감안하여야 한다. 그러나 본 연구는 그간 경험적으로 사용되어 왔던 전완부 회외전-주관절 신전 위와 전완부 회내전-주관절 굴곡 위에서 측정된 방사선 지표의 신뢰도 및 이에 따른 수술 결과의 차이를 객관적으로 비교한 연구이며 본 연구에서 나타난 바와 같이 술 전 측정된 건측의 방사선 사진과 술 중 촬영되는 환측의 방사선 사진 사이의 차이를 고려할 시에 정복의 정확도를 더욱 높일 수 있다고 생각된다.

결 론

전완부 회외전-주관절 신전 위의 방사선 전후면상에서는 바우만 각의 임상적 효용성이 높으나 전완부 회내전-주관절 굴곡 위의 방사선 전후면상에서는 골간단-골간 각의 임상적 효용성이 높으며 두 전후면상에서 간접적 운반각의 측정 시 차이가 있을 수 있으므로 수술 시 고려하여야 한다.

참 고 문 헌

- 1) Ariño VL, Lluch EE, Ramirez AM, Ferrer J, Rodriguez L, Baixauli F: Percutaneous fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*, **59**: 914-916, 1977.
- 2) Biyani A, Gupta SP, Sharma JC: Determination of medial epicondylar epiphyseal angle for supracondylar humeral fractures in children. *J Pediatr Orthop*, **13**: 94-97, 1993.
- 3) Camp J, Ishizue K, Gomez M, Gelberman R, Akesson W: Alteration of Baumann's angle by humeral position: implications for treatment of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop*, **13**: 521-525, 1993.
- 4) Canale ST: Fractures and dislocations in children. In: Canale ST ed. *Campbell's operative orthopaedics*. 10th ed. Philadelphia, Mosby Inc: 1391-1565, 1998.
- 5) Cho HO, Kwak KD, Cho SD, Kim BY: Change in carrying angle after supracondylar fracture of the humerus in children. *J Korean Fracture Soc*, **7**: 65-71, 1994.
- 6) Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL: Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Sixteen years' experience with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, **56**: 263-272, 1974.
- 7) GARTLAND JJ: Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surg Gynecol Obstet*, **109**: 145-154, 1959.
- 8) Kang JS, Kim HS, Park SR, Lee WH, Kim SH: Assessments of reduction for supracondylar humerus fractures in children: comparison of clinical carrying angle, baumanns angle and metaphyseal-diaphyseal angle. *J Korean Fracture Soc*, **12**: 660-666, 1999.
- 9) Kim ID, Lee SY, Kim PT, Park BC, Choi YW, Park SJ: Change of Carrying Angle in Fracture of the Lateral Humeral Condyle in Children. *J Korean Orthop Assoc*, **22**: 1257-1264, 1987.
- 10) Labelle H, Bunnell WP, Duhaime M, Poitras B: Cubitus varus deformity following supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop*, **2**: 539-546, 1982.
- 11) Lee SS, Mahar AT, Miesen D, Newton PO: Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *J Pediatr Orthop*, **22**: 440-443, 2002.
- 12) Nacht JL, Ecker ML, Chung SM, Lotke PA, Das M: Supracondylar fractures of the humerus in children treated by closed reduction and percutaneous pinning. *Clin Orthop Relat Res*, **177**: 203-209, 1983.
- 13) Park DM, Lee JY, Kim KT, Sohn SK, Kim SS: Change of carrying angle in fracture of the lateral humeral condyle in children. *J Korean Fracture Soc*, **8**: 140-151, 1995.
- 14) Shim JS, Lee YS: Treatment of completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children by cross-fixation with three Kirschner wires. *J Pediatr Orthop*, **22**: 12-16, 2002.
- 15) Shrout PE, Fleiss JL: Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*, **86**: 420-428, 1979.
- 16) Smith L: Deformity following supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, **47**: 1668, 1965.
- 17) Song YS, Yun SH: A study of the treatment and the measurements of carrying angle on the supracondylar fracture of the humerus in children. *J Korean Fracture Soc*, **10**: 956-963, 1997.
- 18) Webb AJ, Sherman FC: Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop*, **9**: 315-325, 1989.
- 19) Worlock P: Supracondylar fractures of the humerus. Assessment of cubitus varus by the Baumann angle. *J Bone Joint Surg Br*, **68**: 755-757, 1986.