

## 6미터 이하 저고도 추락 환자의 안전성 여부

울산대학교 의과대학 응급의학교실

서영우 · 홍정석 · 김우연 · 안 력 · 홍은석

— Abstract —

### Are Falls of Less Than 6 Meters Safe?

Young Woo Seo, M.D., Jung Seok Hong, M.D., Woo Yun Kim, M.D.,  
Ryeok Ahn, M.D., and Eun Seok Hong, M.D.

*Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Ulsan University Hospital*

**Purpose:** The committee on trauma of the American College of Surgeons, in its manual resources for optimal care of the injured patients involved in falls from less than 20 feet need not be taken to trauma centers. Because triage criteria dictate less urgency for low-level falls, this classification scheme has demerits for early detection and treatment of serious problems in the emergency room.

**Methods:** A prospective analysis was conducted of 182 patients treated for fall-related trauma from June 2003 to March 2004. Falls were classified as group A (<3 m), group B (≥3 m, <6 m), and group C (≥6 m). Collected data included the patient's age, gender, site and height of fall, surface fallen upon, body area of first impact, body regions of injuries, Glasgow Coma Scale (GCS), Revised Trauma Score (RTS), and Injury Severity Score (ISS).

**Results:** The 182 patients were classified as group A (105) 57.7%, group B (61) 33.5%, and group C (16) 8.8%. There was a weak positive correlation between the height of fall and the patients' ISS in the three groups ( $p < 0.001$ ). There were significant differences in GCS ( $p = 0.017$ ), RTS ( $p = 0.034$ ), and ISS ( $p = 0.007$ ) between group A and B. In cases that the head was the initial impact area of the body, the GCS ( $p < 0.001$ ) and the RTS ( $p = 0.002$ ) were lower, but the ISS ( $p < 0.001$ ) was higher than it was for other type of injuries. Hard surfaces as an impact surface type, had an influence on the GCS ( $p < 0.001$ ) and the ISS ( $p = 0.025$ ).

**Conclusion:** To simply categorize patients who fall over 6 meters as severely injured patients doesn't have much meaning, and though patients may have fallen less than 6 meters, they should be categorized by using the dynamics (impact surface type, initial body - impact area) of their fall. (K Korean Soc Traumatol 2006;19:54-58)

**Key Words:** Falls, Height, ISS

---

\* Address for Correspondence : **Jung Seok Hong, M.D.**

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Ulsan University, Hospital, Ulsan Korea

293-3 Jeonha-dong, Dong-gu, Ulsan 682-714, Korea

Tel : 82-52-250-7112, Fax : 82-52-250-8071, E-mail : skdosada@hanmail.net

접수일: 2006년 6월 1일, 심사일: 2006년 6월 7일, 수정일: 2006년 6월 28일, 승인일: 2006년 7월 5일

## I. 서 론

추락이란, 물체가 어떤 지점에서 충돌하는 지점까지 자유 낙하 하는 것으로 정의되며, 도심에서 발생하는 둔상의 원인 중 많은 부분을 차지하고 있다(1-3). 높은 높이에서의 추락은 사망과 불구의 흔한 원인이 되며(2,4,5), 추락환자에 대한 처치는 외상 분야의 큰 도전 영역 가운데 하나이다(6).

고도 추락의 경우에는 추락의 높이, 속도, 충돌 바닥의 종류에 따른 손상의 정도와 형태에 관한 많은 연구가 이루어져 왔으나(2-4,7,8), 실제 흔히 접하게 되는 낮은 높이에서의 추락에 관한 연구는 많이 이루어지지 않은 실정이다. 또한 미국 외과학 외상협회의 입문서에 따르면 약 6 m 이하의 높이에서 추락한 환자는 외상센터로 이송하지 않고서도 적절한 치료를 할 수 있다고 기술되어 있어서(9) 그 심각성이 간과되고 있다.

울산은 공업단지라는 특수한 환경으로 인해 추락 사고가 빈번하며, 저자들의 경험상으로 6 m이하의 추락에서도 활력징후의 불안정 및 신경학적 장애를 동반하는 경우가 많아, 추락 높이에 따른 중증도와 추락에 따른 매개 변수들을 비교 분석하여 위험요인들을 알아보고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

2003년 6월부터 2004년 3월까지 추락과 관련된 증상을 주소로 본원 응급센터에 내원한 182명의 환자를 대상으로 추락 높이에 따른 중증도 분류를 전향적 방법으로 연구하였다. 환자는 지역의 특성상 산업재해로 인해 대부분 발생

하였으며, 모든 자료는 작업일지와 안전요원, 보호자 및 환자의 증언 등을 바탕으로 수집하여 기록하였다.

추락 높이에 따라 3 m 미만, 3 m 이상부터 6 m 미만, 6 m 이상을 각각 그룹 A, B, C 로 분류하여 추락 높이에 따른 손상 정도를 비교하였다. 매개 변수로는 성별, 나이, 활력 징후, Glasgow Coma Scale (GCS), 충돌 평면의 특성, 최초 충돌 신체 부위 등을 조사하였으며, 손상정도는 Revised Trauma Score (RTS)와 Injury Severity Score (ISS)로 측정하여 객관성을 확보 하였다. 소아의 추락은 성인과 달라 18세 이상의 환자로 제한하였으며(10), 추락 당시에 중간 구조물에 의한 손상 및 완충이 있는 경우는 제외하였다.

자료 분석은 SPSS 12.0 프로그램의 Fisher's exact test, Student t-test, 다중비교 분석, Pearson 상관계수 등의 통계 방법을 이용하였다. p 값이 0.5 미만인 경우 통계학적으로 의의가 있다고 정의하였다.

## III. 결 과

연구기간 동안 분석대상에 포함된 환자는 182명이며, 구성은 남자 163명 여자 19명이었는데, 이는 작업장의 특성상 주로 남자가 대부분이었기 때문이다. 평균 나이는 남자 41.1±12.9 세, 여자 47.6±13.5 세였다. 추락은 주로 작업 중 실족에 의해 이루어진 경우가 많았다.

1 m 간격으로 추락 높이에 따라 환자를 분류한 뒤에 (Fig. 1), 다시 3 m 미만인 그룹 A 105명 (57.7%), 3 m 이상에서 6 m 미만인 그룹 B 61명 (33.5%), 6 m 이

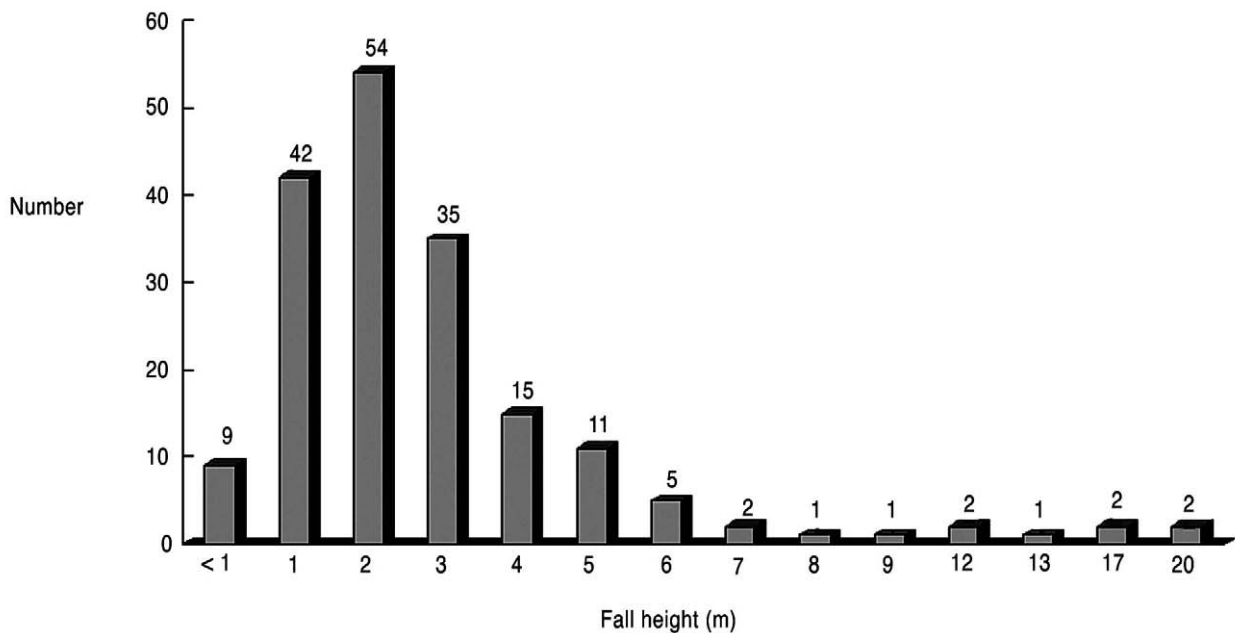


Fig. 1. Numbers of heights of falls.

상인 그룹 C 16명 (8.8%)으로 분류하였다(Fig. 2).

추락 높이에 따른 손상 특징과 손상 정도를 분류하였으며, 그룹 A에서는 사지(49%), 두부(15%), 척추(12%), 안면부(8%), 호흡기계(7%), 골반부(6%), 복부(3%) 순으로 측정되어 사지, 두부와 척추 손상이 주된 손상이었다. 그룹 B에서는 사지(35%), 두부(20%), 척추(14%), 호흡기계(11%), 복부(8%), 골반부(7%), 안면부(5%)로 측정되었고, 그룹 A와 동일하게 사지, 두부와 호흡기계가 주된 손상이었지만, 전체 비율은 감소된 것으로 나타났다. 그룹 C에서는 사지(30%), 두부(22%), 호흡기계(15%), 복부(11%), 척추(11%), 골반부(7%), 안면부(4%)로 나타나 그룹 A, B와는 달리 두부, 호흡기계 및 복부 손상이 상대적으로 증가된 양상을 보였다(Fig. 3).

다음은 각 그룹의 나이, GCS, RTS와 ISS를 분석하였다. 나이는 그룹 A ( $41.5 \pm 14.4$ ), 그룹 B ( $42.3 \pm 11.7$ ),

그룹 C ( $40.8 \pm 9.3$ )으로 그룹 간에 유의한 차이가 없었다. GCS는 그룹 A ( $14.8 \pm 1.0$ ), 그룹 B ( $14.1 \pm 2.7$ ), 그룹 C ( $14.3 \pm 1.7$ )였고, RTS는 그룹 A ( $11.8 \pm 0.4$ ), 그룹 B ( $11.4 \pm 1.8$ ), 그룹 C ( $11.7 \pm 0.6$ )였으며, ISS는 그룹 A ( $9.2 \pm 5.4$ ), 그룹 B ( $12.4 \pm 8.8$ ), 그룹 C ( $15.8 \pm 9.1$ )로 측정되었다(Table 1).

추락의 높이가 높아짐에 따라 세 그룹 간의 ISS는 통계적으로 의미 있는 범위( $p < 0.001$ )내에서 증가하였으나, 약한 양의 상관관계를 보였다. 하지만, 그룹 A와 C사이에는  $p < 0.001$  수준에서 ISS에 유의한 차이를 보였다(Table 1). 또한, 그룹 C를 제외한 6 m 이하의 A와 B 두 그룹만을 비교했을 때는 GCS ( $p = 0.017$ ), RTS ( $p = 0.034$ ), ISS ( $p = 0.007$ )에 유의한 차이를 보였다.

추락높이에 따른 ISS분포를 16이상과 미만으로 분류하였으며, ISS가 16이상으로 측정되는 비율은 그룹 A의 경우 약 9%, 그룹 B는 18%, 그룹 C는 25%로 점차 증가하

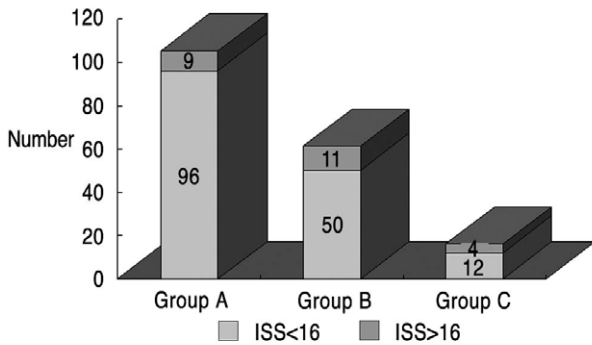


Fig. 2. Numbers of each groups.

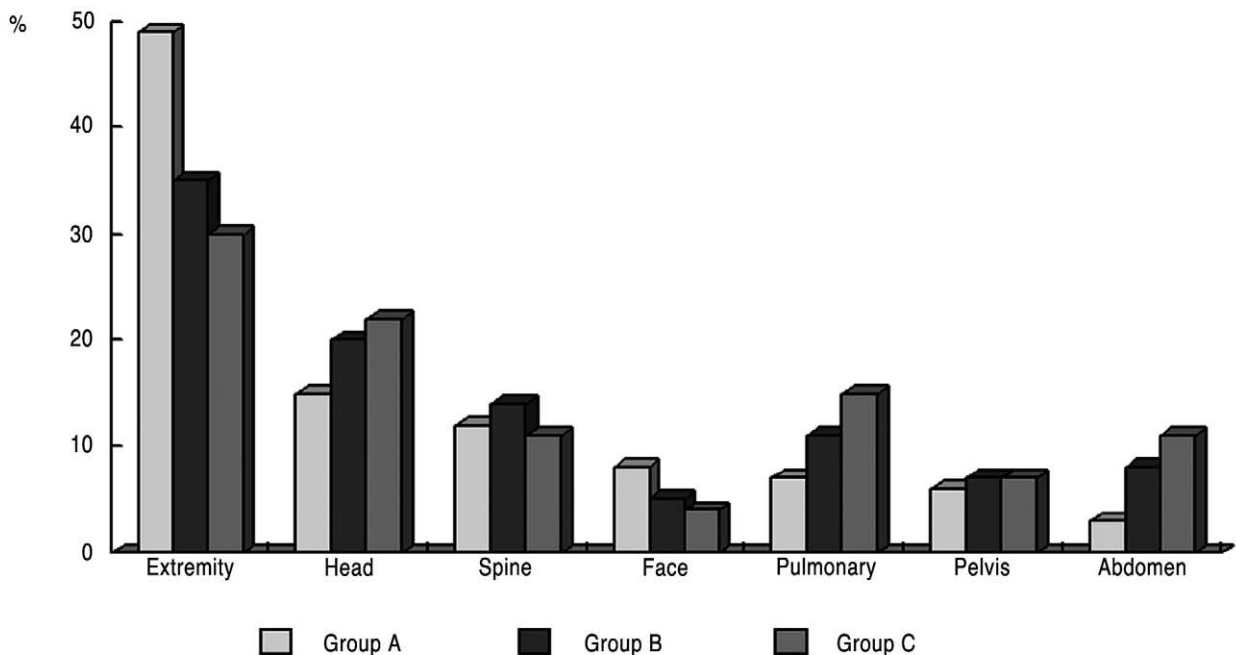


Fig. 3. Distribution of injuries seen in each groups.

Table 1. Comparison of age, GCS, RTS, ISS by heights of falls

	Group A (n=105)	Group B (n=61)	Group C (n=16)	p-value
AGE	41.5±14.4	42.3±11.7	40.8±9.3	
GCS	14.8±1.0	14.1±2.7	14.3±1.7	0.051
RTS	11.8±0.4	11.4±1.8	11.7±0.6	0.091
ISS	<b>9.2±5.4</b>	12.4±8.8	<b>15.8±9.1</b>	<0.001

GCS: Glasgow Coma Scale  
 RTS: Revised Trauma Score  
 ISS: Injury Severity Score

는 양상이었으나,  $p=0.054$ 로 그룹들 간에 통계학적인 차이는 없었다(Fig. 2).

전체 대상 환자들 가운데 먼저 부딪히는 신체부위가 양손, 발끝, 엉덩이, 옆구리에 비해 머리인 경우 GCS ( $p<0.001$ )와 RTS ( $p=0.002$ )가 낮았고, 양손, 발끝, 엉덩이로 떨어진 경우에 비해 머리로 떨어진 경우의 ISS가 상대적으로 높았으며( $p<0.001$ ), 추락 지면이 시멘트 바닥과 같이 딱딱한 경우에 GCS는 낮고( $p=0.037$ ), ISS는 높았다( $p=0.025$ ) (Table 2). 그룹 A의 경우 다른 부위들보다 머리로 떨어진 경우에 GCS ( $p<0.001$ )와 RTS( $p=0.006$ )가 낮았다. 그룹 B의 경우 다른 부위들보다 머리로 떨어진 경우에 GCS가 낮고( $p<0.001$ ), ISS가 높았다( $p<0.001$ ).

#### IV. 고 찰

추락은 응급실에서 볼 수 있는 둔상의 많은 원인이며, 유아에서는 사고, 성인에서는 자살 및 사고가 추락의 가장 많은 원인으로 보고 되고 있다(6). 응급실에서는 효과적인 처치를 위해 손상의 정도를 예측하는 것이 중요한 일이다. 손상의 정도 및 사망율에 영향을 주는 요인들을 분석함으로써, 의료자원의 배분과 생존을 향상을 기대 할 수 있기 때문이다.

추락 시 직접 충돌에 의한 손상과 감속에 의한 손상이 발생 한다(4,11,12). 직접 손상에 의해 골절이 주로 발생하고, 감속 손상에 의해 내부 장기 손상이 주로 발생한다. 손상은 많은 요인에 의해 그 정도가 결정 되게 되는데, 바닥의 성질, 조직의 유연성, 충돌 속도, 충돌 신체 부위, 충돌 지속 시간 등이 그것이다(7,1315).

많은 연구에서 손상 정도를 결정하는 가장 큰 요인은 추락의 높이임을 입증하고 있다(3,4).  $V=2gs$  ( $V$ : 속도,  $g$ : 중력,  $s$ : 높이) 공식을 보면 바닥에 부딪힐 때의 힘인 추

락속도를 추락의 높이로 결정하게 된다(12).

Mathis 등(4)은 15 m이상의 높이에서 추락한 경우 높은 사망률이 나타난다고 보고하고 있으며, Gorena 등(16)은 5 m미만일 경우에는 20.5%였던 치명적 손상이 5 m이상일 경우에는 58.3%로 눈에 띄게 증가한다고 보고하고 있다. 하지만 실제 상황에서는 주로 낮은 높이에서 추락이 발생한다. 본 연구에서도 3 m 미만인 그룹과 6 m 이상인 그룹 사이에 ISS의 차이가 있었다. 하지만, 6 m를 기준으로 그 이상과 그 미만으로 분류하여 비교했을 때는 의미가 없었다.

본 저자들은 6 m미만의 추락을 다시 3 m이상과 3 m미만인 그룹으로 분류하여 손상의 중증도를 조사하였고, 이들 서로 간에 유의한 차이가 있음을 보여주었다. 하지만, 3 m 미만 추락의 경우에도 신체의 충돌 부위에 따라 심한 손상이 발생하는 것으로 나타나, Yagmur 등(17)이 어떠한 높이의 추락도 심각한 손상, 또는 사망을 야기할 수 있다는 주장과 일치했다. 본 연구에서는 나타나지 않았지만, 50세 이상의 경우에는 5 m미만의 높이에서도 사망률이 높다는 보고가 있다(18).

본 저자들의 연구에서는 모든 높이에서 머리가 먼저 떨어졌을 경우 손상의 중증도가 높게 나타났지만, 그룹 B의 경우 머리 외에 옆구리로 먼저 떨어졌을 때도 손상의 중증도가 높게 나왔다. 이는 그룹 A의 경우 다른 그룹들보다 먼저 충돌된 머리와 같은 특정 신체 부분이 손상의 중증도를 결정하는데 중요한 역할을 하고 있다는 것을 보여주고 있다. 과거 연구에서도 3 m 미만의 높이에서 추락할 때 머리가 먼저 떨어졌을 경우 생존율이 50% 정도였던 반면에 발이 먼저 떨어졌을 경우 15 m정도의 높이에서도 생존율이 50% 였다는 것을 보여준다. 하지만 손상 당시 충돌 신체 부위에 대한 정확한 정보를 얻기 힘들며, 손상이 심할 경우에는 더욱 그러하여 연구결과의 신뢰도가 떨어지는

**Table 2.** Mean value of ISS according to the parameters

	Impact Surface		First Impact Body Area						
	Ground	Hard	Head	Trunk	Buttock	Hand	Foot	Others	
Group A	GCS	15±0.0	14.7±1.2	13.5±2.5	14.9±0.5	15±0.0	15±0.0	15±0.0	15±0.0
	RTS	11.9±0.4	11.8±0.5	11.4±0.8	11.8±0.4	11.9±0.3	11.9±0.3	12±0.2	12±0.0
	ISS	7.9±3.4	9.8±6.2	10.9±8.0	10.1±4.8	8.7±6.6	8.4±2.5	7.3±3.9	6±0.0
Group B	GCS	14.8±0.8	13.8±3.1	10.1±3.4	14.2±3.2	14.9±0.4	15±0.0	15±0.0	0
	RTS	11.8±0.5	11.3±2.0	9.8±1.4	11.4±2.6	11.9±0.4	12±0.0	11.9±0.2	0
	ISS	10.3±5.9	13.2±9.6	24.8±11.6	13.4±9.2	9.7±2.9	7±3.1	8.7±2.8	0
Group C	GCS	15.0±0.0	14.1±2.0	14±0.0	14.1±2.3	15±0.0	15±0.0	12.2±1.8	15±0.0
	RTS	12±0.0	11.6±0.7	12±0.0	11.6±0.8	11.5±0.7	12±0.0	11.8±0.4	12±0.0
	ISS	14±11.3	16±8.7	14±0.0	19.7±12.0	10.0±5.7	11±0.0	13.8±5.3	6±0.0

GCS; Glasgow Coma Scale

RTS; Revised Trauma Score

ISS; Injury Severity Score

문제점이 있었다(4, 12, 19).

충돌평면의 특성도 손상 정도를 결정하는 중요한 요소이다(20). 3 m 이상의 높이에서 딱딱한 지면에 머리를 충돌하게 되면 두개골절이나 뇌진탕의 발생을 예측할 수 있다(21). 본 연구에서는 다른 지면에 비해 시멘트 바닥에 떨어졌을 때 손상 중증도에 유의한 차이가 있었다.

## V. 결 론

본 연구는 연구대상의 특성상, 산업현장에서 발생한 추락환자가 대부분이었고 소아가 배제되어 있어 모든 추락환자에게 적용하기 힘든 문제점이 있으나, 추락환자의 중증도를 단순히 '높이가 6 m 이상에서의 추락'에만 중점을 두어 외상팀이 준비된 병원에서 치료 받아야 할 중환자로 분류하는 것은 바람직하지 않다는 것을 보여주었다. 본 연구에서는 6 m 미만의 추락 환자군을 추락 높이에 따라 3 m 미만과 3 m 이상으로 세분하여 중증도를 비교하였다. 6 m 미만의 환자군에서도 ISS>16 이상의 중증도 외상 환자가 다수 분포하였고, 추락 높이에 따른 ISS의 증가가 관찰되었다. 결론적으로, 6 m 미만의 저고도 추락일지라도 추락 지면이 콘크리트와 같이 딱딱하거나, 지면과 충돌한 주된 신체 부위가 두부일 경우에는 환자의 중증도가 높아진다는 것을 보여 주었다.

중증도 분류를 위해서는 높이뿐만 아니라, 추락에 따른 역학관계를 고려해야 하며, 특히 낮은 높이의 추락에서는 이러한 역학관계가 손상의 중증도에 미치는 영향이 크기 때문에 더욱 주의 깊은 병력청취가 필요하다고 사료 된다.

## REFERENCES

- 1) Layton TR, Vilella ER, Kelly EG. High free fall with survival. *J Trauma* 1981;21:983-5.
- 2) Scalea T, Goldstein A, Phillips T, Sclafani SJ, Panetta T, McAuley J, et al. An analysis of 161 falls from a height: the 'jumper syndrome'. *J Trauma* 1986;26:706-12.
- 3) Reynolds BM, Balsano NA, Reynolds FX. Falls from heights: a surgical experience of 200 consecutive cases. *Ann Surg* 1971;174:304-8.
- 4) Mathis RD, Levine SH, Phifer S. An analysis of accidental free falls from a height: the 'Spring Break' syndrome. *J Trauma* 1993;34:123-6.
- 5) Steedman DJ. Severity of free-fall injury. *Injury* 1989;20:259-61.
- 6) Beale JP, Wyatt JP, Beard D, Busuttill A, Graham CA. A five year study of high falls in Edinburgh. *Injury* 2000;31:503-8.
- 7) Snyder RG. Human tolerances to extreme impacts in free-fall. *Aerosp Med* 1963;34:695-709.
- 8) Gupta SM, Chandra J, Dogra TD. Blunt force lesions related to the heights of fall. *Am J Forensic Med Pathol* 1982;3:35-43.
- 9) Eastman AB. Resources for Optimal Care of the Injured Patient. *Bull Am Coll Surg* 1994;79:21-7.
- 10) Michael Sung Pil Choe, Jung Bae Park. Clinical Analysis of Pediatric Falls. *Kor J Em Med* 2003;14:555-9.
- 11) Chadwick DL, Chin S, Salerno C, Landsverk J, Kitchen L. Deaths from falls in children: how far is fatal? *J Trauma* 1991;31:135.
- 12) Warner KG, Demling RH. The pathophysiology of free-fall injury. *Ann Emerg Med* 1986;15:1088-93.
- 13) Snyder RG, Snow CS. Fatal injuries resulting from extreme water impact. *Aerosp Med* 1967;38:779-83.
- 14) Lowenstein SR, Yaron M, Carrero R, Devereux D, Jacobs LM. Vertical trauma: injuries to patients who fall and land on their feet. *Ann Emerg Med* 1989;18:161-5.
- 15) Lukas GM, Hutton JE Jr, Kim RC, Mathewson C Jr. Injuries sustained from high velocity impact with water: an experience from the Golden Gate Bridge. *J Trauma* 1981;21:612-7.
- 16) Goren S, Subasi M, Tyrasci Y, Gurkan F. Fatal falls from heights in and around Diyarbakir, Turkey. *Forensic Sci Int* 2003;137:37-40.
- 17) Yagmur Y, Guloglu C, Aldemir M, Orak M. Falls from flat-roofed houses: a surgical experience of 1643 patients. *Injury* 2004;35:425-8.
- 18) Berghaus G. Mathematic-statistical discrimination between suicide and accident in falls from height. *Z Rechtsmed* 1978;80:273-86.
- 19) Isbister ES, Roberts JA. Autokabalesis: a study of intentional vertical deceleration injuries. *Injury* 1992;23:119-22.
- 20) Bertocci GE, Pierce MC, Deemer E, Aguel F, Janosky JE, Vogeley E. Influence of fall height and impact surface on biomechanics of feet-first free falls in children. *Injury* 2004;35:417-24.
- 21) Foust, Bowman B, Snyder R. Study of human impact tolerance using investigations and simulations of free falls. SAE No. 770915, 1977.