

외상환자의 전산화 단층촬영소견에서 나타난 달무리 소견의 임상적 유용성

한림대학교 의과대학 응급의학교실

이승용 · 손유동 · 안희철 · 강구현 · 최정태 · 안무업 · 서정열

— Abstract —

The Clinical Usefulness of Halo Sign on CT Image of Trauma Patients

Seung Yong Lee, M.D., You Dong Sohn, M.D., Hee Cheol Ahn, M.D.,
Gu Hyun Kang, M.D., Jung Tae Choi, M.D., Moo Eob Ahn, M.D., Jeong Youl Seo, M.D.

Department of Emergency Medicine, Hallym University College of Medicine

Purpose: The management of hemorrhagic shock is critical for trauma patients. To assess hemorrhagic shock, the clinician commonly uses a change in positional blood pressure, the shock index, an estimate of the diameter of inferior vena cava based on sonography, and an evaluation of hypoperfusion complex shown on a CT scan. To add the finding for the hypoperfusion complex, the 'halo sign' was introduced recently. To our knowledge, this 'halo sign' has not been evaluated for its clinical usefulness, so we designed this study to evaluate its usefulness and to find the useful CT signs for hypoperfusion complex.

Methods: The study was done from January 2007 to May 2007. All medical records and CT images of 124 patients with trauma were reviewed, of which 103 patients were included. Exclusion criteria was as follows: 1) age < 15 year old and 2) head trauma score of AIS \geq 5.

Results: The value of kappa, to assess the inter-observer agreement, was 0.51 ($p < 0.001$). The variables of the halo-sign-positive group were statistically different from those of the halo-sign-negative group. The rate of transfusion for the halo-sign-positive group was about 10 times higher than that of the halo-sign-negative group and the rate of mortality was about 6 times higher.

Conclusion: In the setting of trauma, early abdominal CT can show diffuse abnormalities due to hypoperfusion complex. Recognition of these signs is important in order to prevent an unwanted outcome in hemorrhagic shock. We conclude that the halo sign is a useful one for hypoperfusion complex and that it is useful for assessing the degree of hemorrhagic shock. (J Korean Soc Traumatol 2007;20:144-148)

Key Words: Shock index, Hypoperfusion complex, Halo sign, Hemorrhagic shock

* Address for Correspondence : **You Dong Sohn, M.D.**

Department of Emergency Medicine, Hallym University College of Medicine

896, Pyeongchon-dong, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do, 431-070 Korea

Tel : 82-31-380-4139, Fax : 82-31-380-4131, E-mail : medysohn@hallym.or.kr

접수일: 2007년 12월 12일, 심사일: 2007년 12월 17일, 수정일: 2007년 12월 19일, 승인일: 2007년 12월 24일

I. 서 론

응급실에서 예방 가능한 외상환자의 사망원인 중 하나인 저혈량 쇼크를 인지하는것은 응급실 의사들에게 중요하다. 하지만, 임상에서 부딪히는 상황은 불안정한 생체징후를 보이는 환자에게는 적극적인 처치를 시도하지만, 겉으로 보기에 안정된 듯한 생체징후를 보이는 경우에 임상경험이 풍부하지 못한 의사들이 지속되는 복강 내 출혈과 같은 위험성을 보지 못하는 경우를 접한다. 따라서 외상환자에게서 외형적으로 나타나지 않는 출혈을 찾기 위한 방법으로 위치변화에 따른 혈압 및 맥박의 변화를 살펴거나, 수축기 혈압을 심박동수로 나눈 shock index를 계산하는 등 생체징후를 이용한 간접적인 방법과 초음파를 이용해 자유 체액(free fluid)을 찾거나, 전산화 단층촬영술을 이용해 출혈의 유무 및 부위까지 확인을 하는 직접적인 영상의학적인 진단법이 있다.(1,2)

특히 외상환자의 수술적 처치를 결정하기 위해 전산화 단층촬영은 영상의학 기술의 진보로 보다 적은 양의 조영제로 빠른 시간 이내에 촬영이 가능하기 때문에 대부분의 외상환자에게 많이 이용된다. 그리고 얻어진 영상정보를 통해 외과의사에게 수술적 치료계획뿐만 아니라 응급실 의사에게 저혈량 쇼크환자의 수액처치가 적절히 이루어지고 있는지 평가할 수 있게 되었다. 이러한 전산화 단층촬영에서의 저혈량 쇼크의 소견에 대해 'hypoperfusion complex'로 여러 논문에서 소개되었으며, 최근 문헌에서는 앞선 소견 이외에 하대정맥의 주변에 나타나는 저음영의 달무리 소견(halo sign)을 저혈량 쇼크의 주요한 전산화 단층촬영의 소견으로 설명하고 있다.(3-5) 하지만 저자들이 알기로는 달무리 소견의 임상적 유용성에 대해서는 아직 알려지지 않았다. 따라서 저자들은 외상환자에서 저혈량 쇼크의 처치에 있어 달무리 소견의 임상적 유용성을 평가해 보고자 한다.

II. 대상 및 방법

본원은 경기도 남부에 위치한 800병상 대학병원으로서 2006년 기준으로 하루 평균 응급실 방문환자는 151명, 응급실에서 하루 평균 입원환자는 26명의 규모이며, 연구조사는 2007년 1월 1일부터 5월 31일까지 본원 응급센터를 내원한 외상환자 중 외상의 평가를 위해 복부 전산화 단층촬영을 시행한 124명을 대상으로 의무기록과 영상기록에 대해 후향적으로 이루어졌다. 모든 환자는 의무기록을 통해 내원 당시의 나이, 성별, 응급실에서 수혈의 여부, 병원 내 사망률, 복부전산화 단층 촬영 시행 직전 측정된 혈압과 맥박수를 통해 평균 동맥압(mean arterial pressure)과 shock index를 계산하였으며, AIS (Abbreviated Injury Scale) score를 이용해 ISS (Injury Severity Score)도 측정하였다. 모든 항목에 대한 결측값은 없었다. 하지만 이중 15세 미만의 소아환자와 AIS중 두부손상지수가 5점 이상인 경우는 연구조사대상에서 제외하고, 복부 전산화 단층 촬영 소견에서 달무리 소견이 보이는 군을 연구군으로 정하였으며, 보이지 않는 군은 대조군으로 정하였다.

검사에 이용된 전산화 단층촬영기는 Philips MX8000 (Philips Medical System, Eindhoven, The Netherlands)이었으며, 총 120 ml의 비이온성 조영제를 상완의 표재정맥을 통하여 급속히 주입하면서 횡격막 상부에서 골반 하부까지 절편두께 2 mm, 간격 1 mm로 스캔하였다.

달무리 소견은 복부 전산화 단층촬영 결과에서 허탈된 간내 하대정맥주변에 저음영의 주위부가 보이는 경우를 양성으로 정하였다(Fig. 1).(5) 그리고 하대정맥의 직경은 감소된 정맥압 또는 호흡에 따른 복압의 차이로 나타나는 일시적인 직경의 변화를 줄이기 위해 복강동맥(celiac trunk) 부위와 2 cm 하방에서 측정된 값의 평균으로 하였다.(6)

통계분석은 SPSS version 14.0을 이용하여 연속형 변수

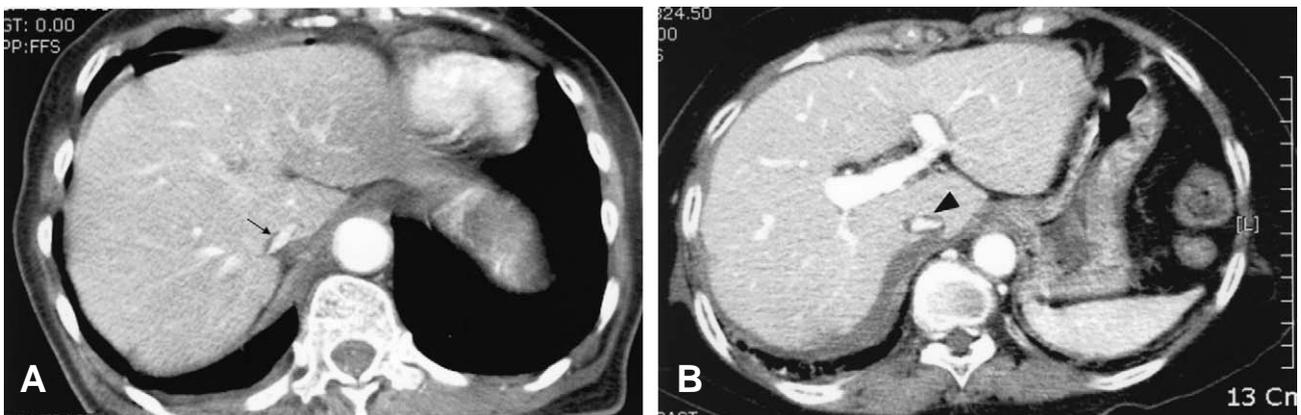


Fig. 1. Examples of the “halo sign” (A) This CT image of 73-year-old female with a fall-down injury shows halo sign (arrow) which is a rim of edema surrounding a collapsed intra-hepatic IVC. (B) This is CT image of the upper abdomen in a 60-year-old female involved in a motor vehicle accident. This shows the halo sign (arrow head) with a flat IVC and a mild hemoperitoneum.

(continuous variable)은 평균±표준편차로 표기 후 연구군과 대조군을 모수적으로는 T-test 검정법으로, 비모수적으로는 Mann-Whitney 검정법을 통해 비교하였으며, 범주형 변수(categorical variable)의 비교는 chi-square 검정법을 이용하였으며, p 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의의 있는 것으로 정의하였다. 또한 조사자간의 일치도를 보기 위해 kappa 값을 측정하였으며, 검사자는 응급의학과 전문의 2인을 대상으로 하였으며, 두 명의 검사자에게 달무리 소견에 대해 설명을 하고, 외상환자 30명의 복부전산화 단층촬영 영상을 보여주고, 달무리 소견의 양성 및 음성을 판정토록 하였다.

III. 결 과

1. 대상환자의 일반적 특성

대상환자는 모두 103명이었으며, 평균 나이는 44.7±16.5세였으며, 남자가 76명(73.8%)을 차지하였다. 복부 전산화 단층촬영 직전의 평균동맥압은 91.7±16.3 mmHg, shock index는 0.7±0.2, ISS는 15.7±11.5 점이었으며, 하대정맥의 평균 직경은 17.0±6.4 mm이었다. 응급실 내 수혈은 14명(13.6%)에서 이루어 졌으며, 조사 기간 동안 외상환자에 대한 특별한 지침이나 수혈에 대한 제한은 없었다.

2. 일치도 평가

달무리 소견의 임상적 유용성을 보기 전에 검사자간의 일치도를 조사하였다. 이때 검사자간의 서로의 결과를 알 수 없도록 하였으며, 조사결과 kappa 값은 0.51(p<0.001)이었다. 이후에 시행된 연구에서 검사자간의 불일치가 있는 경우 검사자간의 합의된 결과를 내도록 하였다.

3. 달무리 소견 양성군과 음성군의 비교

전체 103명중 달무리 소견이 양성인 경우는 37명(36%)이었다. 달무리 소견의 양성군과 음성군으로 나누어 비교하면, 나이를 제외한 다른 모든 조사항목들이 통계학적 유의성을 가졌다. 특히 음성군에 비해 양성군이 수혈률은 약 10배, 사망률이 약 6배 가량 더 높음을 알 수 있었다(Table 1).

4. 하대정맥 직경, shock index, 달무리 소견 간의 수혈률 비교

연속형 변수인 하대정맥의 평균 직경과 shock index를 각각 15 mm 이하, 0.9 초과를 쇼크로 정의하여 범주형 변수로 바꾸고,(2,7,8) 달무리 소견의 양성군과 비교하여 수혈률의 민감도, 특이도, 음성예측률, 양성예측률, 양성결과에 관한 가능도비를 조사하였다(Table 2).

Table 1. Comparison of variables of halo sign positive and negative group*

	Halo Sign (+) (n=37)	Halo Sign (-) (n=66)	p-value
Age (Y/O)	49.1 ± 19.0	42.3 ± 14.6	0.065
MAP (mmHg)	85.1 ± 16.6	95.4 ± 15.0	0.002
IVC diameter (mm)	14.8 ± 7.3	18.3 ± 5.5	0.012
Shock Index	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.2	0.001
Injury Severity Score	22.7 ± 13.1	11.7 ± 8.4	<0.001
Mortality rate	7 (18.9%)	2 (3.0%)	0.010
Transfusion rate	12 (32.4%)	2 (3.0%)	<0.001

* Data are given as means ± SD except categorical variables which is showed as number (%)

Table 2. Statistic values in focused on transfusion rate of three predictive factors

	Sensitivity	Specificity	NPV*	PPV†	LR‡
Halo sign	0.86	0.72	0.32	0.97	3.07
IVC diameter	0.71	0.69	0.94	0.26	2.29
Shock Index	0.64	0.90	0.50	0.94	6.40

* Negative predictive value

† Positive predictive value

‡ Likelihood ratio

IV. 고 찰

응급환자 진료정보망 통계에 따른 국내의 외상환자 수는 2007년 5월 현재 전체 응급실 방문환자의 24.9%를 차지하고 있으며, 외상환자의 사망률은 응급실 방문환자의 0.7%를 보이고 있다.(9) 하지만 김 등이(10) 보고한 국내의 예방 가능한 외상의 사망률은 2002년 50.4%에서 2006년 39.6%로 줄었지만, 여전히 외국의 보고에 비해 상당히 높았다. 그리고 이러한 응급의료체계의 문제점에 대해 응급실 단계에서 차지하는 문제점이 가장 높으며, 수혈을 포함한 외상환자의 소생술 부분을 가장 큰 문제점으로 지적하였다.

이처럼 예방이 가능한 외상 사망의 주요원인으로 저혈량 쇼크의 부적절한 처치라는 것은 명백한 사실이다. 따라서 저혈량 쇼크의 조기 발견은 모든 응급실 의사에 중요한 처치이며, 이때 출혈의 원인을 인지함과 동시에 치료가 시행되어야만 한다. 하지만 경험이 부족한 의사일수록 걸음으로 들어나지 않은 외상의 경우 저혈량 쇼크의 처치에 소홀하기 쉽다. 따라서 이러한 문제점을 개선하고자 전세계적으로 이용되고 있는 ATLS (Advanced Trauma Life Support)의 치료지침에서는 환자의 의식이 저하되거나, 소변량이 시간당 5~15 ml로 줄거나, 수축기 혈압이 90 mmHg미만 이거나, 심박동수가 분당 120회 이상이면 임상적으로 저혈량 쇼크로 간주하고 응급 수혈을 실시할 것을 권고하고 있다.(11)

일반적으로 저혈량 쇼크를 조기에 진단하기 위한 방법으로는 임상적으로 측정이 쉬운 생체징후를 이용한 자세변화에 따른 변화를 관찰하거나 shock index를 이용하고 있다.(2) 하지만 전자의 경우 다발성 외상 환자에게 적용하기는 거의 불가능하다. 따라서 수축기 혈압을 심박동수로 나눈 shock index를 주로 이용하고 있다. Rady 등은(12) shock index가 0.9 이상인 군과 미만인 군 사이에 저혈량 쇼크를 구분하는데 의미있는 차이가 나타나는 것으로 보고하였다. 그러나 Shippy 등은(13) 중증 질환에서 심박동수와 평균 동맥압이 순환 혈액량과 연관이 없다고 보고하여 급성기 저혈량 쇼크에서 제시되었던 shock index의 의의와 상반된 결과를 보고하였다. 따라서 shock index는 급성 출혈로 인한 저혈량 상태를 보이는 외상 후 저혈량 쇼크의 경우에 적용되고 있으며, 그 외의 쇼크에서는 유용성이 제한되고 있다.(14) 또한 응급실에서 초음파를 이용하여 저혈량 쇼크의 숨은 혈역학적 생리상태를 반영하는 하대정맥의 직경을 측정해서 쇼크 가능성을 평가하는 인자로 널리 사용하고 있다. 하지만 환자가 비만하거나 장내 가스에 의해 초음파 빔이 투과되지 못하거나, 명치부위에 관통상이 있는 경우 초음파 사용의 제한이 있다.(7,15) 그러나 외상환자 중 안정된 생체징후를 보이는 경우에는 전산화 단층촬영을 시행할 경우 초음파에서 보인 제한점에 제약을 받

지 않기 때문에 하대정맥 직경의 측정이 보다 쉽다. 하지만 불안정한 생체징후를 보이는 경우에는 전산화 단층촬영을 시행하기 보다 생체징후를 안정화시키기 위한 적극적인 소생술이 먼저 시행되어야 함을 잊지 말아야 한다.

최근에는 영상진단학적인 기술의 발전으로 다중검출기를 이용한 전산화 단층촬영기가 널리 이용되고 있다. 또한 다중검출기를 이용한 전산화 단층촬영기술은 이전의 기술에 비해 보다 짧은 시간에 검사를 시행할 수 있어, 다발성 외상환자와 같이 자주 혈역동학적 모니터링이 필요한 중환자에게 유용한 검사법이다. 특히 전산화 단층촬영이 이루어지는 동안 검사실의 조정대(console)에서 응급실 의사들이 혈역동학적으로 불안정한 소견을 확인할 수 있다면 앞으로 환자의 상태가 나빠지는 것을 예견할 수 있을 것이다(16). 이러한 소견들은 Taylor 등(3)이 소아외상환자를 대상으로 조사하여, 'hypoperfusion complex'로 불렀으며, 이러한 소견을 나타낼 경우 그렇지 않은 경우보다 외상의 정도가 심하였고, 사망률도 높았다고 하였다. 이후 여러 문헌에서 hypoperfusion complex를 크게 혈관소견(vascular finding)과 내장소견(visceral finding)으로 나누어 소개하고 있으며, 혈관 소견으로는 주요 혈관의 직경의 감소, 장관벽의 조영증강 등이 있으며, 내장 소견으로는 장관벽의 비대, 부신 및 콩팥결질의 조영증강 등이 알려져 있다.(1,16) 또한 Ryan 등(5)은 저혈량 쇼크환자의 전산화 단층촬영 소견에서 간의 상부에서 허탈된 하대정맥의 주변에 저음영의 주변부를 '달무리 소견(halo sign)'으로 부르며, 이러한 징후를 hypoperfusion complex의 하나로 소개하며, 달무리 소견이 저혈량 쇼크에서 자주 나타난다고 기술하였으나, 그 유용성에 대한 평가는 이루어지지 않은 한계가 있었다.

저자들은 달무리 소견의 임상적 유용성을 조사하기 전에 평가자간의 일치도를 조사하였으며, 그 결과로 적당한 크기의 일치도($\kappa=0.51$)을 보여, 달무리 소견의 임상적 평가를 시행할 수 있었다. 이번 연구에서 달무리 소견은 연구군의 36%에서 양성으로 나타났으며, 달무리 소견 음성군과 비교하였을 때 ISS, 하대정맥 직경, shock index, 수혈량, 생존율이 통계학적 차이를 보였다. 그리고 조기에 저혈량 쇼크를 예측하는 인자로 알려진 shock index가 0.9보다 큰 경우와 하대정맥의 직경이 15 mm 이하인 경우를 달무리 소견 양성군과 비교해 수혈에 대한 민감도, 특이도 등을 조사한 결과, 달무리 소견 양성군의 경우 민감도 86%, 특이도 72%로서 다른 예측 인자에 비해 나쁘지 않았으며, 양성결과에 관한 가능도비(likelihood ratio)를 비교하였을 때, shock index가 6.4, 하대정맥의 직경이 2.29, 달무리 소견이 3.07로 나타났는데, 이는 shock index가 0.9 보다 큰 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 수혈이 약 6배 많았다는 의미로, shock index가 0.9 보다 큰 경우가 응급실에서 응급수혈의 예측인자로서 가장 유용성을 보였으며, 달무리

소견이 하대정맥의 직경이 15 mm 이하인 경우보다 높은 유용성을 보여주었다.

V. 결 론

이번 연구에서 저자들은 외상환자의 사망률과 연관이 있다고 알려진 전산화 단층촬영 소견인 hypoperfusion complex에 달무리 소견을 추가할 수 있음을 확인하였고, 달무리 소견이 있는 경우 그렇지 않은 경우보다 사망률과 응급실에서 수혈률이 높음을 알 수 있었다.

하지만 달무리 소견은 외상으로 인한 저혈량 쇼크뿐만 아니라 비외상성 질환인 쓸개관 간경화, 간염과 같은 간질환이 있거나, 중양으로 인해 림프유출이 막히는 경우에도 나타나기 때문에 임상상황에 따라 해석에 주의를 해야 한다.(5) 뿐만 아니라 이번 연구는 한 개의 병원에서 한정된 기간 동안 얻은 자료이므로 병원 및 지역의 특수성을 고려하여야 하며, 전산화 단층촬영 도중 일정한 프로토콜에 의해 조영증강이 이루어 졌지만, 심근경색과 같은 심장기출출이 떨어진 병력을 고려하지 않을 경우 적절한 조영증강의 결과를 얻을 수 없는 점을 고려하지 않았던 것은 이번 연구의 제한점이다.

REFERENCES

- 1) Park GC, Cho SH, Cho NS, Park J, Beun JN. A Significance of Abdominal CT Manifestation Associated with Hypovolemic Shock in Blunt Abdominal Trauma of Children. *J Korean Soc Emerg Med* 2000;11:570-8.
- 2) Birkhahn RH, Gaeta TJ, Terry D, Bove JJ, Tloczkowski J. Shock index in diagnosing early acute hypovolemia. *Am J Emerg Med* 2005;23:323-6.
- 3) Taylor GA, Fallat ME, Eichelberger MR. Hypovolemic shock in children: abdominal CT manifestations. *Radiology* 1987;164:479-81.
- 4) Sivit CJ, Taylor GA, Bulas DI, Kushner DC, Potter BM, Eichelberger MR. Posttraumatic shock in children: CT findings associated with hemodynamic instability. *Radiology* 1992;182:723-6.
- 5) Ryan MF, Hamilton PA, Sarrazin J, Chu P,

- Benjaminov O, Lam K. The halo sign and peripancreatic fluid: useful CT signs of hypovolaemic shock complex in adults. *Clin Radiol* 2005;60:599-607.
- 6) Hewett JJ, Freed KS, Sheafor DH, Vaslef SN, Kliever MA. The spectrum of abdominal venous CT findings in blunt trauma. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:955-8.
- 7) Yanagawa Y, Nishi K, Sakamoto T, Okada Y. Early diagnosis of hypovolemic shock by sonographic measurement of inferior vena cava in trauma patients. *J Trauma* 2005;58:825-9.
- 8) Yim SI, Lee SW, Hong YS, Choi SH, Moon SW, Kim SJ, et al. Shock Index, Serum Lactate Level, and Arterial-End Tidal Carbon Dioxide Difference as Hospital Mortality Markers and Guidelines of Early Resuscitation in Hypovolemic Shock *J Korean Soc Emerg Med* 2007;28:287-93.
- 9) Korea center for Disease Control and Prevention, National Emergency Medical Center. Injury Surveillance monthly report 2007;3:16-35.
- 10) Kim Y, Jung KY, Cho KH, Kim H, Ahn HC, Oh SH, et al. Preventable Trauma Deaths Rates and Management Errors in Emergency Medical System in Korea. *J Korean Soc Emerg Med* 2006;17:385-94.
- 11) American College of Surgeons. Advanced Trauma Life Support Program for Doctors. Chicago; 2004.
- 12) Rady MY, Smithline HA, Blake H, Nowak R, Rivers E. A comparison of the shock index and conventional vital signs to identify acute, critical illness in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1994;24:685-90.
- 13) Shippy CR, Appel PL, Shoemaker WC. Reliability of clinical monitoring to assess blood volume in critically ill patients. *Crit Care Med* 1984;12:107-12.
- 14) Lee BA, Jung SH, Han GS, Lee SW, Hong YSH. Significance of Shock Index in Hemorrhagic Shock and Septic Shock Patients *J Korean Soc Traumatol* 2004;17:20-6.
- 15) Sefidbakht S, Assadsangabi R, Abbasi HR, Nabavizadeh A. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a predictor of shock in trauma patients. *Emerg Radiol* 2007;14:181-5.
- 16) Lubner M, Demertzis J, Lee JY, Appleton CM, Bhalla S, Menias CO. CT evaluation of shock viscera: a pictorial review. *Emerg Radiol* 2008;15:1-11.