

유리공기나 경구 조영제 누출이 없는 외상성 소장 천공의 CT 진단¹

이 진 희·김 홍·김 정 식

목 적: 복부 외상후 유리공기나 경구 조영제의 누출이 없는 경우 공·회장 천공의 전산화단층촬영(Computed tomography : CT) 소견들 중 가장 진단적 가치가 큰 소견을 찾아보자 하였다.

대상 및 방법: 복부 외상후 실시한 복부 CT상 공·회장 천공이라고 진단한 환자 중 복강내 유리공기와 경구 조영제의 누출이 없었던 51예를 대상으로 하였다. CT 소견상 국소성 혹은 미만성 장관벽의 비후가 5mm 이상이거나 조영증강이 확실하면 각각 2점, 의심되면 각각 1점, 기타 장간막 침습, 손상주위 국소 혈괴(sentinel clot), 장간막간 액체 및 장관 확장은 각각 1점으로 채점하여, 총 8점 중 5점 이상은 천공이 강하게 의심되는 경우, 3-4점은 가능성이 많은 경우, 2점 이하는 가능성이 적은 경우로 분류하여 각 점수대의 진단율의 정확도를 수술 및 임상경과 등과 비교 분석하였다. 또한 모든 소견을 합했을 때와 장관벽의 비후 및 조영증강만을 기준으로 했을 때의 진단율을 비교하여, 어느 기준이 천공의 진단에 더 유용한지 알아보았다.

결 과: 총 51예 중 45예에서 수술을 시행하였고 이중 소장 천공이 41예(80.4%), 장간막 손상이 4예(7.8%) 있었으며, 총 8점 중 5점 이상인 20예는 모두 수술상 천공이 확인 되었다. CT상 장관벽의 비후와 조영증강은 천공이 있었던 군에서는 각각 88%, 81%, 없었던 군에서는 각각 20%, 40%로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 천공의 기준으로 모든 소견을 합한 점수가 3점 이상으로 했을 때의 민감도 특이도 정확도는 각각 82.9% 40% 74.5%였고, 장관벽의 비후와 조영증강 점수만을 합한 점수가 2점 이상으로 했을 때의 민감도 특이도 정확도는 각각 82.9% 80% 82.4%로 후자에서 더 좋은 결과를 나타냈다. 또한 두 기준에 대한 각각의 점수를 cut-off value로 한 ROC curve상 후자의 곡선이 더 위쪽으로 치우쳐 있어 더 좋은 지표임을 알 수 있었다.

결 론: 복부 외상후 복강내 유리공기나 경구 조영제의 누출이 없는 공·회장 천공의 진단을 위한 복부 CT에서, 모든 소견을 종합한 평가보다는 장관벽의 비후와 비정상적 조영증강 소견만을 기준으로 할 경우 단순하나 더욱 유용했다.

복부 외상은 비장, 간, 신장, 혀장 등의 고형 장기 손상 이외에 장관 및 장간막 파열을 동반할 수 있고, 이중 소장 손상은 약 5% 정도 되며 장관 천공이 있는 경우 치명적인 복막염을 초래 할 수 있다(1-3). 그러나 소장 천공시 소장 내용물이 비자극성이고 세균수가 많지 않기 때문에 장관 손상이 늦게 발견되며, 따라서 치료가 늦어져 사망율이 크게 증가한다(2, 3).

전산화단층촬영(Computed Tomography : CT)상 복강 또는 후복막강내 유리공기나 경구 조영제 누출 등이 보이면 소장 천공을 직접적으로 시사하는 소견으로 진단이 쉬우나, 모든 환자에서 나타나는 것은 아니고 저자에 따라 32%에서 83%까지

보고가 다양하다(1-5).

저자들은 복부 외상 후 장관 천공의 직접적인 소견인 복강내 유리공기나 조영제 누출이 없는 소장 천공의 CT 소견을 후향적으로 분석하여, 소장 천공의 진단에 가장 유용한 CT 소견을 찾아 보고자 하였다.

대상 및 방법

1989년 9월부터 1997년 7월까지 복부 외상후 실시한 CT상 복강내 유리 공기, 경구 조영제의 누출, 장관벽의 비후나 조영증강, 장간막 침습, 손상주위 국소 혈괴(sentinel clot), 장간막간 액체, 장관 확장, 또는 고형장기의 손상없이 중등도 이상의

¹ 계명대학교 의과대학 진단방사선과학교실
이 논문은 1998년 4월 14일 접수하여 1998년 7월 14일에 채택되었음.

복강내 유리액체 등의 소견을 보여 공·회장 천공이라고 판독했던 142예 중 복강내 유리공기나 경구 조영제의 누출이 있었던 91예를 제외한 51예(36%)를 대상으로 하였고, 수술은 45예에서 실시하였다. 연령분포는 20세에서 70세 사이로(평균 41세), 남자 39예 여자 12예였다. 외상의 원인으로는 교통사고가 47예로 가장 많았고, 폭행 3예 및 낙상 1예였다.

사용한 CT는 SCT-5000TE(Shimadzu, Kyoto, Japan), Somatom DRH 및 Somatom Plus(Siemens, Erlangen, Germany) 등으로, 경구 조영제는 18예에서 2% Gastrograffin(Schering, Korea) 800–1000 ml를 사용하였다. 정맥 조영증강은 전예에서 Conray(Mallinckrodt, St. Louis, US) 또는 Ultra-vist(Schering, Korea) 100–150 ml를 상지정맥을 통하여 급속 주입하면서 절편 두께 및 간격은 8 또는 10 mm로 횡경막에서부터 치골까지 촬영하였다. 복부 외상후 CT 촬영을 시행하기까지 경과시간은 1시간에서 24시간 사이로 평균 8시간이었다.

CT 소견의 분석은 결과를 모른채 3명의 판독자(진단방사선과 전문의 2명, 전공의 1명)가 합의하에, 장관벽의 5mm 이상 비후(1, 3)가 확실하면 2점 의심되면 1점, 소장벽의 조영증강이 확실하면 2점 의심되면 1점, 기타 장간막 침습, 손상주위 국소 혈괴, 장간막간 액체 및 장관 확장 등을 각각 1점으로 채점하였다. 미만성 복강내 체액 저류는 비특이적이고 다른 원인에 의해 서도 보일 수 있으므로 평가 대상에서 제외하였다. 각각의 소견에 대한 점수를 합하여 5점 이상은 천공의 가능성이 큰 경우, 3–4점은 가능성이 작은 경우, 2점 이하는 가능성이 없는 경우로 분류하여 수술소견 및 임상경과 등과 비교 분석하였다. 모든 소견을 합한 점수가 3점 이상인 경우와 장관벽의 비후 및 조영증강 소견만을 합한 점수가 2점 이상인 경우로 나누어 민감도,

특이도, 정확도를 구하고, 또한 두 기준에 대한 각각의 점수를 cut-off value로 하여 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선을 작성하여 두 방법을 비교 분석하였다.

결 과

CT상 소장 천공의 가능성 있는 것으로 판독한 환자중 복강내 유리공기나 경구 조영제의 누출이 없었던 51예의 CT 소견을 천공 유무에 따라 분류하였고 Table 1과 같다. 이중 45예는 수술하여 41예에서 천공을 확인하였으며, 나머지 10예 중 4 예는 수술 소견상 장간막 손상만 있었고, 6예는 입원 및 대증요법 후 이상 소견 없이 3–5일만에 퇴원하여 소장 천공이 없이 장간막의 손상만 있는 것으로 분류하였다. 수술로 소장 천공이 확인된 41예 가운데 공장 천공 21예, 회장 천공 19예, 공 회장

Table 1. CT Findings of 51 Patients with Suspected Small Bowel Perforation without Pneumoperitoneum or Oral Contrast Leakage

	Perforation (+)(n=41)	Perforation (-)(n=10)	Total (n=51)
Peritoneal fluid	40(97.6)	8(80)	48(94)
Thickening, Bowel	36(87.8)	2(20)	38(74.5)
Enhancement, Bowel	33(80.5)	4(40)	37(72.5)
Mesenteric infiltration	22(53.7)	4(40)	26(51)
Sentinel clot	8(19.5)	4(40)	12(28.5)
Intermesenteric fluid	16(39.0)	4(40)	20(39.2)
Ileus	12(29.3)	5(50)	17(33.3)

Numbers in parentheses are percentage.



Fig. 1. Proximal jejunal perforation in a 23-year-old woman.

Contrast-enhanced CT scan shows definite bowel wall thickening with enhancement(arrows) and diffuse mesenteric infiltration

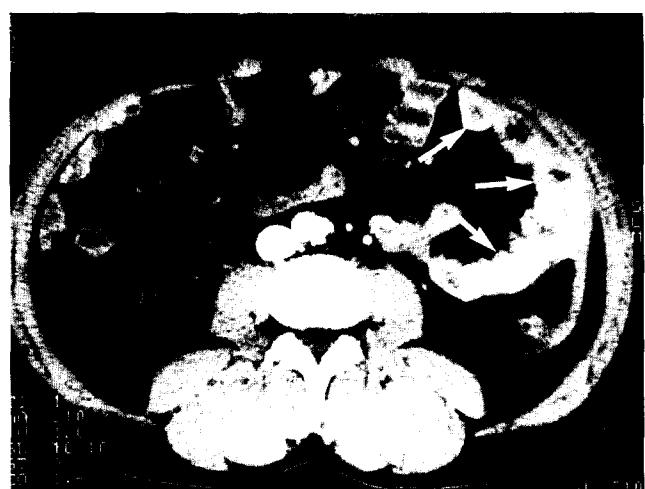
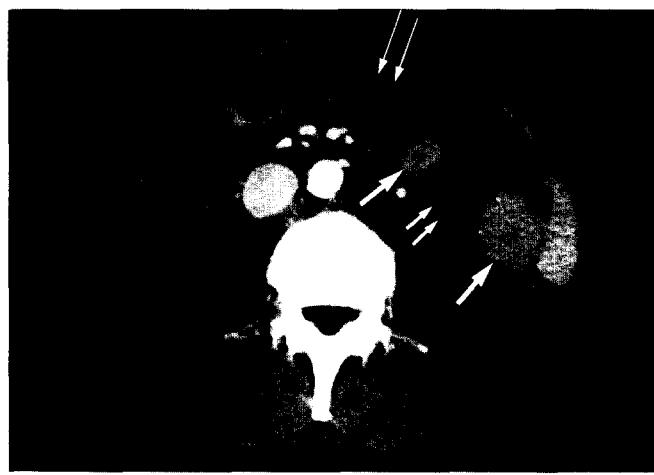
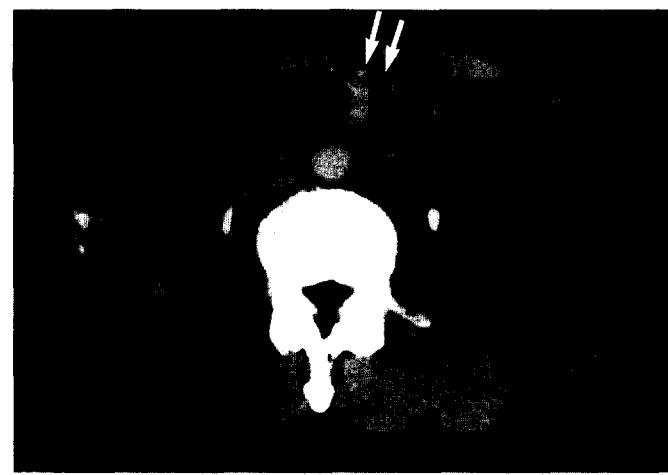


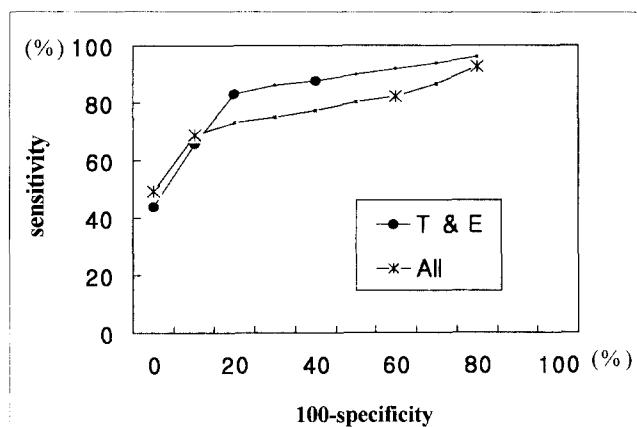
Fig. 2. Mesenteric tear in a 43 year-old man, misinterpreted as small bowel perforation on the preoperative CT scan.

Contrast-enhanced CT scan shows definite thickening of bowel wall with enhancement(arrows) and hematoma in paracolic gutter in left midabdomen. Only mesenteric tear was found operatively.

**A****B****Fig. 3.** Delayed small bowel obstruction due to perforation of proximal jejunum in a 38-year-old man.

A. Initial CT scan shows localized bowel wall thickening with enhancement (large arrows), mesenteric infiltration (long arrows), intermesenteric fluid (small arrows) in left midabdomen, and free hematoma in right paracolic gutter.

B. One month's follow-up CT scan shows fibrotic change and bowel obstruction (arrows) at previously perforated proximal jejunum.

**Fig. 4.** Receiver operating characteristic (ROC) curve from scoring of all CT findings and scoring of thickening and enhancement (T & E) in small bowel perforation.

모두에서 천공이 있는 경우가 1예이었고, 단발성이 29예, 2~4개의 다발성이 12예 및 장간막 손상이 동반된 경우가 21예이었다.

전체적으로 CT 소견에 의한 소장 천공의 양성예측치는 51예 중 41예에서 양성으로 나와 80.4%였고, 이중 장관벽의 비후나 조영증강은 천공이 있었던 군(Fig. 1)에서는 각각 87.8%, 80.5%, 없었던 군(Fig. 2)에서는 20%, 40%에서 보여 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p < 0.05$), 기타 다른 소견들은 두 군 사이에 통계학적인 차이가 없었다(Table 1). 총 8점 중 5점 이상은 20예로 모두 수술상 소장 천공이 확인되었으며, 3~4점인 20예 중 14예(70%), 2점이하인 11예 중 7예(63.6%)에서 수술상 천공이 확인되었다. 소장 천공이 있었던 41예 중 2예는 처음 CT 소견상 소장 천공이 강하게 의심되었으나 대증요법 후 퇴원했다가 1~2개월 후 자연 장폐색으로 수술하여 천공을

확인하였다(Fig. 3).

모든 소견을 합했을 때의 점수가 3점 이상일 때의 민감도 특이도 정확도는 82.9% 40% 74.5%, 그리고 장관벽의 비후와 조영증강 소견만을 합했을 때의 점수가 2점 이상으로 할 때는 각각 82.9% 80% 82.4%로, 민감도는 서로 차이가 없었으나 특이도 정확도에서는 장관벽의 비후와 조영증강만을 기준으로 했을 때가 더 우수 하였다. 또한 모든 소견을 합했을 때와 장관벽의 비후 조영증강 소견만을 합했을 때의 각각의 점수에 대한 민감도, 특이도를 구하여 ROC curve를 그려본 결과 장관벽의 비후와 조영증강 점수만을 합했을 때의 곡선이 더 위쪽으로 치우쳐 있어, 후자가 더 좋은 지표임을 알 수 있었다(Fig. 4).

고 찰

교통사고의 급격한 증가에 따라 관통성 복부 외상 보다 복부 둔상이 복강내 고형 장기 및 장관손상의 가장 중요한 원인이 되었으며, 복부 둔상에 의한 장관 천공의 빈도는 5~10% 정도로 보고되어 있다(1, 4). 이중 소장 천공은 임상증상이나 이학적 검사가 뚜렷하지 않은 경우가 많고, 실제 손상 환자의 31% 정도에서만 복부 압통, 경직, 장음 소실 등의 소견이 나타나며, 증상이 나타난다고 하더라도 장액의 성분이 중성이고 세균 숫자가 많지 않아 발현이 지연될 수가 많다(2~7). 또한 동반된 고형장기의 손상이 장관 천공의 소견을 가릴 수 있으며, 이런 이유로 진단이 지연될 경우 유병율과 치사율이 급격히 증가하기 때문에 조기 진단과 치료가 중요하다. 복부 외상 환자에서 CT는 장관 천공의 진단과 더불어 동반된 다른 장기의 손상도 알 수 있어 가장 효과적인 검사 방법으로 인식되고 있다(2, 4, 8).

소장 천공의 CT 소견 중 유리공기나 경구 조영제의 장관에 누출은 가장 특이적인 소견으로 소장 천공의 진단을 용이하게 하지만 모든 환자에서 나타나는 것은 아니고, 유리공기의 경우

저자에 따라 32%~78%에서 보이는 것으로 보고되어 있다(1~5, 9). 유리공기가 보이지 않는 이유는 천공된 곳이 손상 후 즉시 막혀버리거나 공기를 제외한 장 내용물만 빠져나온 때문으로 일부 해석하고 있다(3, 8, 9). 경구 조영제의 누출은 특히 위장이나 십이지장 천공의 진단에 유용하지만, 오 등(4)의 공·회장 천공 35예 중 5예(14.3%)에서 조영제의 장외 누출이 있었다는 보고를 제외 하면 극히 소수에서만 발견되며(1~3, 5, 9~11), 이는 소장의 근위부 천공이 적고 복부 둔상시 동반되는 마비성 일레우스에 의해 경구 조영제가 천공된 부위까지 도달하지 못하기 때문으로 설명하고 있다(9~10). 그외 평상시의 CT 촬영과는 달리 외상시 환자가 공복으로 기다리는 상태가 아니어서 경구 조영제가 위에서 이미 희석되어 버리고 대부분 충분한 자연시간 없이 응급으로 실시하는 것도 한 요인으로 생각된다. 또한 경구 조영제의 누출이 있는 경우 CT상 천공을 시사하는 다른 소견들이 관찰되므로 경구 조영제가 복부 둔상시 반드시 필요한 것은 아니라는 견해도 있다(5, 10). 저자들의 경우에도 경구 조영제를 사용한 18예 중 15예에서 천공이 있었으나(공장 7예, 회장 8예) 경구 조영제의 누출은 한 예도 관찰되지 않았으며 오히려 희석된 장관내 조영제가 장관벽의 비후나 조영증강 정도를 관찰하는데 방해가 되었다. 따라서 충분한 시간을 갖고 정확한 농도의 경구조영제 농도를 유지할 수 없다면, 이러한 장애를 예방하고 응급수술전 처치에 도움을 주기 위해 서도 반드시 경구 조영제를 투여해야 할 이유는 없을 것으로 생각된다.

복부 손상전에 복수의 기왕력이 없는 환자에서 복강내 다른 간, 비장이나 방광의 손상이 없이 중등도나 대량의 복강내 유리액체가 관찰되는 경우 장관의 손상과 천공을 강력히 시사한다고 한다(7, 12). 그러나 저자들의 경우 대부분의 환자(51예 중 48예 : 94%)에서 복강내 유리액체가 관찰되고, 타 장기의 손상(간 3예, 비장 2예, 방광 2예)도 동반되어 장관의 천공·비천공 구간의 비교에 영향이 적고 유리액체가 장관 손상에서만 유래했다는 확증이 적어 참고는 했으나 채점 대상에서는 제외시켰다. 실제 소량의 유리액체는 천공이 있었던 경우 26예(63%), 없었던 경우 5예(50%), 중등도 이상의 유리액체는 천공이 있었던 경우 14예(34%), 없었던 경우 3예(30%) 등으로 천공군과 비천공군간에 유의한 차이가 없었다.

장관벽의 비후소견은 혈종, 감염, 염증성 질환, 허혈, 종괴, 저단백증, 간경화, 간기능 부전 등의 여러 질환에서 동반될 수 있고, 복부 외상에 의한 비후는 장관벽내의 혈종에 의한 것이며, 외상에 의한 저혈압으로 장관 허혈이나 부종이 생기면 직접적인 장관 손상이 없이도 관찰될 수 있다고 한다(3). 장관벽의 비후는 장관 팽창이 충분한 경우 장관벽의 두께가 3mm 이상, 불충분한 경우 5mm 이상을 기준으로 한다(1, 3). 복부 외상후 장관벽의 비후는 경벽 파열(transmural laceration) 환자의 75%에서 나타나는 것으로 보고되어 있으며(1, 5), 본 연구에서는 전체 소장 천공 41예 중 36예(87.8%)에서 관찰되었다. 그러나 저자들은 장관 팽창의 정도를 엄격히 구분할 수가 없어 5mm 이상이면 확실한 장관비후(2점)로, 주위 장관벽보다 두꺼운 경우 장관벽의 비후가 의심(1점)되는 것으로 하였으며, 이는 본

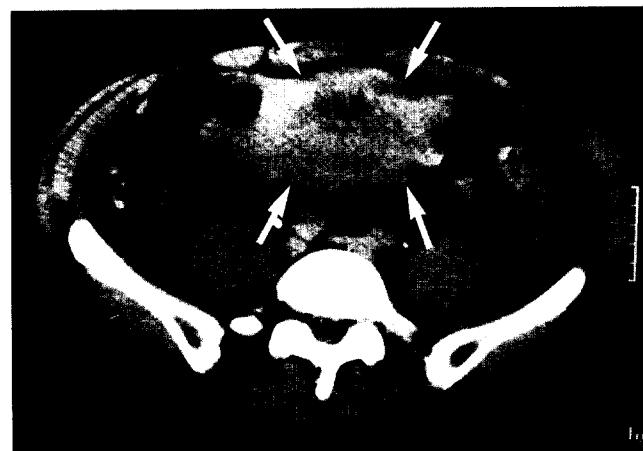


Fig. 5. Contrast-enhanced CT scan shows large mesenteric hematoma (arrows) with suspicious bowel wall thickening and enhancement. On surgery, active bleeding was found in ileal mesentery, but small bowel injury was not found.

연구의 제한점으로 이 기준에 대하여는 더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

장관벽의 조영증강은 장관 천공에 따른 이차적인 복막염을 나타내는 의미있는 징후로 보고되어 있는데(3~5, 13), 본 연구에서도 장관벽의 비후와 더불어 조영증강은 천공이 있었던 군과 없었던 군에서 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다. 장관 천공이 없이도 장관벽이 조영증강될 수 있는데, 이는 심한 외상시 순환혈액량 감소 증후군(hypovolemic complex)으로 혈관이 수축되면서 감소된 혈량이 조영제로 대치되기 때문이라고 하며 저혈증의 소견이 없이 장관벽의 비후가 동반된 장관벽의 조영증강은 장관 천공을 강력히 시사하는 소견이라 한다(3, 5, 10~11, 14~15). 저자들의 경우 주위 장관의 조영증강 정도와 비교하는 다소 주관적인 방법을 이용했으나, 장관벽 조영증강의 판별에 대한 객관적인 기준 설정이 가장 어려웠으며, 실제 생체증후(vital sign)가 안정된 상태에서 CT상 장관벽의 비후와 조영증강 소견이 관찰되어 장관 천공을 강하게 의심했으나 수술상 장간막의 손상만 확인된 경우도 1예 있었다(Fig. 2). 한편 장관 천공이 있었던 환자중 CT상 장관벽의 조영증강이 관찰된 군(33명)에서 복부 손상후 CT 촬영을 하기까지는 2~17시간(평균 8.2시간)이 경과하였고, 관찰되지 않은 군(8명)에서는 1~18시간(평균 9.1시간)이 경과하여 두 군간에 통계학적으로 의미있는 시간 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

장간막의 침습은 장간막의 지방음영내에 다양한 두께의 증가된 선상음영이 관찰되는 것으로 소량의 장간막내 출혈이나 부종에 기인하며(3), 본 연구에서 천공이 있었던 군과 장간막 손상만 있었던 군에서 각각 54%, 40%로 통계학적으로 의미있는 차이는 없었다. 그러나 장간막의 손상만 있었던 증례가 적고, 대증요법 후 퇴원하여 수술로 확진되지 않은 환자를 장간막 손상에 포함시킨 제한점도 있었으며, 수술로 확진된 더 많은 증례의 장간막 손상환자에 의한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

장간막간 액체는 고령장기의 손상에서는 보이지 않으며, 특

히 고음영의 혈괴가 관찰될 경우 손상주위 국소 혈괴라 하고 장간막의 파열이나 소장 천공을 강력히 시사하는 소견이라고 한다(1-4, 13). 그러나 본 연구에서 장간막간 침습과 마찬가지로 천공이 있었던 군과 없었던 군 사이에 통계학적 차이는 없었으며, CT상 장간막내 큰 혈종과 더불어 장관벽의 비후 및 조영증강이 의심되어 장관 천공의 가능성이 있다고 보았으나, 수술상 장간막의 활동성 출혈(active bleeding)만 보이고 장관 천공은 없었던 경우도 1예 있었다(Fig. 5). 장관 천공의 또 다른 소견으로 장관 확장이 보일 수 있으나 이 또한 천공이 없이 장간막의 손상만 있을 때도 나타나고 순환혈액량 감소 증후군에서도 보일 수 있다(8, 9). 따라서 이러한 소견만으로 장관의 천공과 장간막의 손상을 구분하기는 어려울 것으로 생각된다.

결론적으로, 본 연구에서 장관벽의 비후나 조영증강에 대한 객관적인 기준이 다소 미흡하고 판독자의 주관에 의해 채점했다는 부분적인 제한점이 있었으나, 복부 둔상을 받은 환자에서 CT상 복강내 유리공기나 경구 조영제 누출을 인지할 수 없는 경우 장관벽의 비후와 조영증강은 장관이나 장간막 손상시 나타나는 다른 소견들보다 소장 천공의 진단에 가장 유용한 소견이었다. 그러나 장관 천공이 있는 모든 환자에서 장관벽의 비후나 조영증강이 관찰되는 것은 아니고, 기타 다른 소견들도 천공이 있을 때나 장간막의 손상만 있을 때 모두 보일 수 있으므로 장관 손상이 의심될 경우에는 세심한 임상적 관찰과 추적검사 등이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 연재우, 김미영, 서창해, 조영업. 복부 둔상에 의한 장관 파열 위치 진단을 위한 CT 소견. 대한방사선의학회지 1996; 35: 537-542
- Nghiem HV, Jeffrey RB, Mindelzun RE. CT of blunt trauma to the bowel and mesentery. *Semin Ultrasound CT MR* 1995; 16: 82-90

- 이향미, 김명진, 이종태, 유형식, 김희수, 장관 및 장간막 손상의 전신화단층촬영 소견. 대한방사선의학회지 1995; 33: 569-574
- 오진환, 김영주, 박중화, 심수연, 성기준. 복부수상후 소장파열의 전신화 단층촬영 소견. 대한방사선의학회지 1995; 32: 757-761
- Rizzo MJ, Federle MP, Griffiths BG. Bowel and mesenteric injury following blunt abdominal trauma: Evaluation with CT. *Radiology* 1989; 173: 143-148
- Donohue JH, Federle MP, Griffiths BG, Trunkey DD. Computed tomography in the diagnosis of blunt intestinal and mesenteric injuries. *J Trauma* 1987; 27: 11-17
- Schenk WG, Lonchyna V, Moylan JA. Perforation of the jejunum from blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1983; 23: 54-56
- Bulas DI, Taylor GA, Eichelberger MR. The value of CT in detecting bowel perforation in children after blunt abdominal trauma. *AJR* 1989; 153: 561-564
- Sivit CJ, Eichelberger MR, Taylor GA. CT in children with rupture of the bowel caused by blunt trauma; diagnostic efficacy and comparison with hypoperfusion complex. *AJR* 1994; 163: 1195-1198
- Jamieson DH, Babyn PS, Pearl R. Imaging gastrointestinal perforation in pediatric blunt abdominal trauma. *Pediatr Radiol* 1996; 26: 188-194
- Cox TD, Kuhn JP. CT scan of bowel trauma in the pediatric patient. *Radiol Clin North Am* 1996; 34: 807-818
- Levine CD, Patel UJ, Wachsberg RH, Simmons MZ, Baker SR, Cho KC. CT in patients with blunt abdominal trauma; clinical significance of intraperitoneal fluid detected on a scan with otherwise normal findings. *AJR* 1995; 164: 1381-1385
- Nghiem HV, Jeffrey RB, Mindelzun RE. CT of blunt trauma to the bowel and mesentery. *AJR* 1993; 160: 53-58
- Roberts JL, Dalen K, Bosanko CM, Jafir SZH. CT in abdominal and plevic trauma. *RadioGraphics* 1993; 13: 735-752
- Hara H, Babyn PS, Bourgeois D. Significance of bowel wall enhancement on CT following blunt abdominal trauma in childhood. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16: 94-98

CT Diagnosis of Traumatic Small Bowel Perforation without Pneumoperitoneum or Oral Contrast Leak¹

Jin Hee Lee, M.D., Hong Kim, M.D., Jung Sik Kim, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, Dongsan Medical Center, Keimyung University

Purpose: To determine the most helpful abdominal CT findings in patients with small bowel perforation without pneumoperitoneum or oral contrast leakage after blunt trauma.

Materials and Methods: We retrospectively analyzed the abdominal CT findings of 51 patients with small bowel perforation without pneumoperitoneum or oral contrast leakage. A score of 2 was assigned if bowel wall thickening of more than 5 mm or enhancement of the bowel wall was definite, and 1 if equivocal thickening or enhancement of the bowel wall, mesenteric infiltration, sentinel clotting, intermesenteric fluid, or ileus were observed. According to the score, each finding was classified as strongly positive(5-8), possibly positive(3-4), or probably negative(1-2), and the accuracy of each classification was evaluated. We decided which findings would be most helpful when attempting to diagnose small bowel perforation.

Results: Forty one bowel perforations and four mesenteric injuries were identified in 45 laparatomies among 51 patients. In all 20 patients with a score of more than 5, small bowel perforation was found on surgery. The prevalence rate of bowel wall thickening and enhancement was significantly different between patients with perforation(88%, 80% respectively) and those without(20%, 40% respectively)($p < 0.05$). The sensitivity, specificity and accuracy of each criterion were compared (sum of scoring of all CT findings $\geq 3: 82.9\% \cdot 40\% \cdot 74.5\%$; scoring of bowel wall thickening and enhancement $\geq 2: 82.9\% \cdot 80\% \cdot 82.4\%$), and it was found that for specificity and accuracy, the latter was superior to the former. ROC analysis using the scores of each criterion as cut-off value also showed that the curve of the latter showed a more marked upward trend and was the most helpful parameter.

Conclusion: When diagnosing small bowel perforation in the absence of pneumoperitoneum or oral contrast leakage after blunt abdominal trauma, bowel wall thickening and enhancement were more helpful parameters than the sum of all CT findings.

Index words: Abdomen, CT
Abdomen, injuries
Intestines, injuries

Address reprint requests to: Jin Hee Lee, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Dongsan Medical Center, Keimyung University, # 194 Dongsan-Dong, Chung-Ku, Taegu 700-712 Korea. Tel. 82-53-250-7767, Fax. 82-53-250-7766