

Radiologic Evaluation and Intervention

서울대학교 의과대학 응급의학과 / 방사선과

제 환 준

복부외상환자에서의 CT의 역할

현재 CT는 복부 외상 환자의 진단 및 손상 정도의 평가, 치료 방향 설정에 있어 가장 좋은 도구로 알려져 있으며 다른 금기증이 없으면 복부 외상이 의심되는 환자에서 가장 많이 시행되는 검사이다.

1998년에 처음 도입되기 시작한 multidetector CT (MDCT)는 기존의 CT에 비해 짧은 영상 획득 시간, 얇은 절편 획득으로 인한 우수한 z-axis 해상도, single breath-hold에 더 많은 범위의 scan이 가능하다는 점 등의 장점을 가지고 있다.

MDCT의 짧은 영상 획득 시간은 환자의 움직임이나 호흡으로 인한 artifact를 감소시킬 수 있으며, 조영 증강 후 optimal time window에 scan이 가능하여 contrast extravasation 등의 active bleeding의 발견에 우수하다고 알려져 있다. 또한 scan time의 감소는 unstable 환자에서 CT의 유용성을 증가시킬 수 있다.

Single breath-hold에 thoracoabdominopelvic cavity의 scan이 가능하여(16채널은 20초 이내, 64채널은 10초 이내) 다기관 손상 환자에서 bleeding focus 및 injury site 확인의 민감도 및 정확도를 증가시킬 수 있다고 알려져 있다.

MDCT에서 얻어지는 얇은 절편의 영상은 영상 해상도를 증가시키고 near or real isotropic voxel이 가능하여 단면상과 비슷하거나 혹은 같은 정도의 해상도를 가진 다양한 다평면 영상을 얻을 수 있어 진단에 도움을 줄 수 있다.

Liver Injury

Liver는 blunt trauma에서 두 번째로 흔하게 손상 받는 장기로 반수 이상의 환자에서는 다른 장기의 손상을 동반한다.

1. Hematoma or parenchymal contusion

Parenchymal contusion이나 hematoma는 CT에서 irregular low attenuation, 혹은 intermixed high density area로 보인다. 초기에는 간혹 크기가 커질 수 있지만 재 출혈을 시사하는 acute hematoma의 high density가 없다면 점차 좋아져서 병변의 attenuation 및 크기가 감소하고 결국에는 residual change없이 완전히 치유된다.

Subcapsular hematoma는 right lobe의 anterolateral aspect를 따라서 가장 흔하게 보이며, liver capsule과 parenchyma사이에 elliptic 혹은 crescentic한 모양으로 보이고, underlying liver margin을 indentation 또는 flattening시켜서 perihepatic fluid collection과 구별할 수 있다.

2. Laceration

Liver laceration은 CT에서 irregular linear 혹은 branching low attenuation area로 나타난다. Perihepatic and intraperitoneal blood가 흔히 동반되며 이 경우 hepatic capsule의 tearing을 의미한다. Liver laceration의 경우, 그 위치가 환자의 치료와 예후에 밀접한 상관 관계가 있으며, laceration이 hepatic vein과 portal vein의 major branch까지 extension한 경우 비수술적 치료가 실패할 가능성이 있으므로 주의해야 한다. Liver laceration이 liver의 bare area에 국한된 경우는 right retroperitoneum과 IVC의 hematoma와 fluid, right adrenal and renal injury와 동반되는 경우가 흔하지만, hemoperitoneum은 드물어서 diagnostic peritoneal lavage나 초음파에서 진단하지 못할 수도 있다. Laceration이 porta hepatis로 extension하는 경우에는 bile duct injury가 흔하게 동반되며, 후에 biloma가 발생할 가능성이 있으므로 주의 해야 한다. Acute laceration은 sharp or jagged margin을 보이는데, 점차 치유되면서 margin이 부드러워지며 round 혹은 oval configuration을 보일 수 있고, 점차 크기가 작아지며 사라지거나 혹은 post-traumatic hepatic cyst를 형성할 수도 있다.

3. Active bleeding

Active bleeding은 혈관외로 누출된 조영제가 parenchymal hematoma 내부 및 복강 내로 분출되어 나타난다. CT에서 active contrast material extravasation은 계속 진행중인 출혈을 나타내는 중요한 소견으로, 보존적 치료실패의 strong predictor로 알려져 있으며, 빠른 surgical 혹은 interventional management가 필요한 소견이다. Angiographic embolization은 blunt trauma후 active bleeding의 치료에 안전하고 효과적인 방법으로서, CT에서 active contrast material extravasation이 있거나 혹은 다른 이유 없이 진행되는 출혈이 의심되는 경우, 이의 시행을 고려해야 한다.

4. Vascular injury

Major hepatic vein이나 retrohepatic vena cava injury는 드물기는 하지만 치명적일 수 있는데, 특히 vena cava injury의 경우 90~100%의 높은 치사율을 보인다. Major hepatic vein injury는 CT에서 hepatic laceration 혹은 hematoma가 major hepatic vein이나 IVC로 extension하는 경우 의심해야 하며, major hepatic vein injury가 있는 경우 그렇지 않은 경우에 비해 수술의 필요성은 6.5배, hepatic arterial bleeding이 동반 될 가능성은 3.5배 높다고 알려져 있다. Retrohepatic vena cava injury는 드물기는 하지만 CT에서 hepatic laceration or hematoma가 major hepatic vein이나 IVC로 extension하고 liver right lobe의 posterior aspect, lesser sac, diaphragm 근처에 출혈이 있는 경우 의심할 수 있다. Pseudoaneurysm은 hepatic arterial branch에 shearing force가 가해지거나, laceration이 혈관을 가로질러 extension하면서 발생한다. CT에서 well-circumscribed, rounded high density focus로 보이며 low attenuation area에 의해서 둘러 싸여 있을 수 있다.

5. Periportal low attenuation

Periportal low attenuation은 portal vein 및 branches와 평행한 low attenuation으로 나타난다. Trauma 환자에서 periportal low attenuation은 vigorous IV fluid administration, tension pneumothorax, pericardiac tamponade 등에서 central venous pressure가 상승되어 periportal lymphatic vessels이 확장되어 나타날 수 있지만 laceration에 인접한 periportal low attenuation은 동반된 출혈이 periportal connective tissue를 dissecting하여 생길 수 있다.

6. Delayed complications

Complex liver injury를 가진 환자에서 비수술적 치료의 시도가 많아짐에 따라 delayed complication의 빈도가 증가하여 10~25%의 환자에서 나타난다고 알려져 있고, severe, complex liver injury를 가진 환자에서 더 흔하게 나타난다. 이러한 delayed complication의 치료에 있어 현재 interventional procedure가 중요한 역할을 하고 있다.

Delayed hemorrhage가 비수술적 치료의 가장 흔한 complication으로 빈도는 1.7~5.9% 정도로 보고되고 있다. Delayed hemorrhage는 initial injury site에서 laceration의 크기가 증가하거나 혹은 biloma등과 연관된 pseudoaneurysm의 delayed formation과 관련이 있으며, 이로 인해 parenchymal or subcapsular hematoma의 크기가 증가하거나 혹은 intraperitoneal rupture를 일으킬 수 있다. 여러 번의 수혈이 필요한 hemoglobin level의 감소, 우상복부 통증의 발생, serial CT에서 parenchymal or subcapsular hematoma의 증가, 새로 보이는 hemoperitoneum 등이 있으면

delayed hemorrhage의 가능성을 고려해야 한다.

Abscess는 0.6~4%의 빈도로 발생하며 수술을 받은 환자에서 가장 흔하게 보이며 비수술적 치료를 받은 환자에서는 드물고 대부분 severe injury에 동반된다. CT에서 parenchyma 또는 perihepatic space에 well-circumscribed fluid collection으로 나타나며 enhancing rim이 동반되거나 내부에 air bubbles, air-fluid level이 동반될 수 있다. PCD가 효과적이다.

Posttraumatic hepatic arterial pseudoaneurysm은 1%정도로 보고되는 드문 complication으로 증상이 없는 경우 serial CT에서 우연히 발견되기도 한다. 하지만 증상이 없는 pseudoaneurysm도 rupture의 위험이 높아 발견되면 가능하면 빨리 embolization 등으로 치료 해야 한다. 드물게 pseudoaneurysm이 duodenum이나 bile duct로 rupture되어 melena나 hemobilia를 초래할 수도 있다.

Hepatic laceration에서 간내 담관 손상에 의한 bile leakage는 매우 흔하지만 대부분 제한적이고 일시적이어서 후유증 없이 치유된다. 하지만 담도에 손상이 있고 bile leakage가 지속되면 biloma, bile peritonitis등의 부작용을 초래할 수도 있다. Biloma는 high grade liver injury 환자에서 많이 발생하며 수주-수개월에 걸쳐 간내 담관 손상 부위에서 손상된 hepatic parenchyma로 bile이 점차 leakage되고 주변 parenchyma의 괴사가 생기면 형성된다. CT에서 intra-parenchymal or perihepatic well-circumscribed, low attenuation collection으로 나타나며 점차 커지게 된다. CT에서 담관 손상 부위를 발견하기 힘들기 때문에 aspiration으로 bile을 증명하거나 DISIDA scan 혹은 ERCP에서 leakage를 확인하면 확진 할 수 있다. ERCP에서 leakage가 확인되면 diversion stent placement를 시행 한다. 대부분 biloma는 저절로 크기가 작아지고 사라지기 때문에 증상이 없으면 관찰하면 되지만 통증, 종괴 효과로 인한 폐쇄 증상 등이 나타나거나 감염이 의심되면 PCD를 시행해야 한다. Bile peritonitis는 간내 혹은 간외 담관 손상 부위에서 복강 내로 bile leakage있는 경우 발생하는데 발열, 복부 통증 및 팽만 등의 증상과 leukocytosis가 동반되며 CT에서 복강 내에 액체 저류가 지속되거나 증가하고 peritoneum의 thickening과 enhancement가 있을 때 의심할 수 있다.

Splenic Injury

Spleen은 blunt abdominal trauma환자에서 가장 흔하게 손상 받는 고형 장기이다. Splenic injury에 대한 다양한 grading system이 치료에 사용되어 왔지만 현재 hemodynamically stable 환자에서는 비수술적 보존적 치료가 받아들여 지고 있다. 하지만 Active parenchymal and subcapsular bleeding, splenic vascular injury (pseudoaneurysm, traumatic AV fistula), shattered spleen (fragmentation into three or more section), active intraperitoneal bleeding이 있는 경우는 보존적 치료가 실패할 가능성이 높아 surgery 혹은 splenic arteriography with embolization을 시행해야 한다. 일부에서는 CT소견에 상관없이 clinical instability가 보존적 치료 실패에 대한

유일한 예측인자라는 주장도 있다. MDCT의 significant splenic injury 발견에 대한 accuracy는 98%정도로 보고되고 있으며 비수술적 치료의 실패에 높은 상관 관계를 보이는 splenic vascular injury 및 active bleeding을 찾는 데 유용하다고 알려져 있다.

1. Hematoma and laceration

Splenic hematoma는 intraparenchymal 혹은 subcapsular location으로 생기는데 subcapsular hematoma가 더 흔하다. Subcapsular hematoma는 splenic capsule과 parenchyma사이에 elliptic or lentiform shape의 fluid collection으로 보이며 splenic parenchyma를 compression할 수 있다. Intraparenchymal hematoma는 parenchyma내에 irregular high or low attenuation area로 보인다. Uncomplicated hematoma의 경우 시간이 지남에 따라 크기가 작아지고 점차 attenuation이 감소해 대부분 4~6주안에 사라진다. Splenic laceration은 low attenuation의 sharply margined linear 혹은 branching lesion으로 나타나며, 2~3일 이내에 크기가 작아지고 점차 불분명하게 되고 complete resolution에는 수주-수개월이 걸린다.

2. Posttraumatic vascular lesion and active bleeding

Pseudoaneurysm은 intraparenchymal splenic artery branch의 wall에 손상이 있을 때 발생하며 posttraumatic AV fistula는 인접한 동맥과 정맥 사이에 비정상적인 교통이 생겨 발생한다. 두 병변 모두 CT에서는 인접한 조영 증강된 artery와 10 HU이내의 attenuation을 가진 high-density, well-circumscribed round lesion으로 나타나며 angiography를 시행해야 구별할 수 있다. 지연기 영상에서는 wash-out되어 splenic parenchyma와 같거나 혹은 약간 high attenuation을 보인다. 이러한 vascular lesion이 동반된 환자의 경우 없는 환자에 비해 surgical or angiographic intervention의 가능성이 9.2배 높다.

Spleen은 blunt trauma환자의 CT에서 active extravasation을 제일 많이 보이는 장기이다. Active extravasation은 손상된 혈관에서 active bleeding이 있다는 증거이며, intraparenchymal, subcapsular or intraperitoneal location에 혈관외 누출된 조영제로 인한 irregular or linear high attenuation area로 나타나는데, 지연기 영상에서 high attenuation이 남아 있고 크기가 증가하기 때문에 pseudoaneurysm과 구별할 수 있다.

3. Post-traumatic splenic infarction

Impact순간에 sudden deceleration이 있으면 splenic artery branch가 stretching되어 focal intimal tear가 생기고 이로 인해 thrombosis가 초래되어 splenic parenchymal infarction이 생길 수

있다. 대부분 별 문제 없이 점차 크기가 작아지고 완전히 치유되지만 드물게 splenic abscess나 delayed rupture가 생길 수 있다. CT에서 splenic infarction은 spleen의 capsular surface에 base를 가진 well-defined, wedge-shaped low attenuation area로 나타난다.

Pancreatic Injury

Pancreas injury는 blunt trauma의 0.2~12%에서 보고되고 있으며 50~98%에서 다른 장기의 손상이 동반된다. Pancreas injury는 seat belts injury나 direct blow에 의해서 생긴다. Pancreas injury를 임상상만으로 진단하기는 힘든데 초기에 peritoneal irritation sign이 미약한 경우가 많고 serum amylase level도 2~48시간까지는 정상일 수 있으며 심지어 pancreas transection 환자의 30~35%에서 serum amylase level이 정상일 수 있다. Pancreas injury가 의심되는 경우 CT를 시행해야 하는데 손상 받은 직후에 얻은 CT에서 pancreas는 정상이거나 subtle한 변화만을 보일 수도 있다.

Pancreas contusion은 focal or diffuse swelling을 보이는 low or mixed attenuation area로 나타난다. Pancreas laceration은 linear, irregular low attenuation areas로 나타나는데 transected pancreas가 fluid나 hematoma로 분리되지 않으면 pancreas transection은 진단하기 힘들 수 있다. Pancreas laceration이 body and tail부위에서 AP diameter의 50%이상을 침범하면 ductal disruption을 의심해야 한다. CT에서 pancreatic injury를 시사하는 비특이적인 소견으로는 anterior pararenal fascia의 thickening, peripancreatic fluid or hemorrhagic infiltration, mesenteric vessels를 따라서 파급되는 fluid or hemorrhage, lesser sac이나 pancreas와 splenic vein 사이의 fluid 등이 있다.

Ascites/Hemoperitoneum

CT는 적은 양의 intraperitoneal fluid나 hemoperitoneum의 진단에 매우 민감한 검사이다. 외상 환자의 CT에서 소량의 복수 또는 hemoperitoneum이 유일한 이상 소견일 수 있으며, 이러한 경우 occult injury, 특히 bowel and mesenteric injury의 가능성이 있기 때문에 주의해야 한다. 복강 내 액체에 대해 HU를 측정하면 구별에 도움이 될 수도 있는데 단순한 복수의 경우는 HU가 0~15 HU, bile은 HU가 0 근처 혹은 0 이하, free blood는 20~40 HU, clotted blood는 40~70 HU, active bleeding을 나타내는 extravasated contrast material은 인접한 혈관과 10 HU정도의 차이(130~200 HU)를 보인다고 알려져 있다. Hemoperitoneum중 손상된 장기 근처에 가장 높은 attenuation의 blood가 있는 경우를 “sentinel clot sign”이라고 하며 손상 장기 발견에 도움이 된다.

Role of Follow-up CT in Trauma Patients

비수술적 치료를 받은 blunt trauma 환자에서 follow-up CT시행에 관한 guideline이 뚜렷하지는 않지만 clinically stable환자에서 follow-up CT의 역할은 적을 것으로 생각된다. 하지만 initial CT에서 complicated major hepatic injury가 있는 경우, intestinal and mesenteric injury나 pancreatic injury의 suspicion이 있는 경우, 동반된 뇌신경계 손상으로 환자 상태를 제대로 알기 힘든 경우, 치료 도중 hemodynamic instability, peritonitis의 증상 및 징후가 생긴 경우, hemoglobin/ hematocrit의 감소가 발견된 경우 등 clinical deterioration이 있는 환자는 적극적으로 follow-up CT시행을 고려해야 한다. Complicated major hepatic injury 환자에서는 initial injury후 7~10일 사이에 follow-up CT를 고려해야 한다. Follow-up CT는 손상의 치유 과정을 보여줄 수 있는데 일반적으로 hemoperitoneum은 1주 이내, subcapsular hematoma는 6~8주, laceration은 3주 이내에 치유되며, hepatic parenchymal integrity는 4~8주에 회복된다. 반면 hematoma와 biloma는 수년간 지속될 수도 있다.

Embolization of the Bleeding in Trauma Patients

Solid organ의 출혈의 원인은 외상이 가장 많으며, Solid organ에 대한 색전술은 selective 혹은 superselective embolization을 함으로써 조직 손상을 줄일 수 있고 측부 순환에 의한 재출혈을 방지할 수 있어 수술에 비해 안전하고 합병증이 발생할 가능성이 낮다. 색전물질은 색전할 동맥의 크기 및 위치, 출혈의 형태에 따라 결정된다.

비장은 복부 둔상으로 인하여 손상 받는 복부 실질 장기 중 가장 많은 약 25%를 차지한다. 이는 비장이 여러 인대에 부착되어 있고 실질이 해면 양상으로 구성되어 있어 둔상에 민감하기 때문이다. 비장 손상으로 인한 출혈시 외과적 비장 적출술은 다양한 합병증을 일으킬 수 있으며 출혈로 인해 hemodynamically unstable 할때 색전술은 비장적출을 피할 수 있는 효과적인 방법이다. 색전술 시행시 splenic function을 보전하는 것이 중요하기 때문에 세균에 미만의 bleeding focus가 있을 경우 superselective embolization을 시도하며, 이것이 여의치 않거나 세균에 이상의 bleeding focus가 있을 경우 main splenic artery를 large coil로 색전하는 방법을 사용하는데 이는 spleen perfusion pressure를 낮추어 출혈을 줄이면서도 낮은 pressure의 측부순환을 일부 유지시켜 비장 기능을 보전하기 위함이다. Main splenic artery를 막더라도 abscess 형성은 드문 것으로 알려져 있다. 신혈관 손상에 의한 출혈은 신생검, 경피적 신루 설치술 등에 의해 생기는 의인성 출혈이 약 50% 가량 차지하고, 대개 single lobar branch에서 출혈을 하며 색전술의 성공률이 높다.

Pelvic trauma시 뼈나 비뇨생식기, 그리고 혈관등에 손상이 올 수 있다. 특히 골반 골절은

응급실에서 볼 수 있는 모든 골절 환자 중 3~5%의 빈도를 보이고 있으며 골반 골절로 사망시 골반 출혈이 사망 원인의 60% 가까이 차지하고 있어 골반 출혈에 대한 조기 지혈이 사망률을 낮추는데 가장 중요하다. 대량의 동맥 출혈은 external pelvic fixation이나 splint만으로 효과가 없는 경우가 많으며, 개복술을 시행하더라도 불충분한 시야로 출혈 혈관을 찾지 못하거나 오히려 tamponade effect를 없앴으로써 치료에 실패하는 경우가 많다. 따라서 이러한 골반 골절과 동반된 대량의 동맥출혈시에 transcatheter arterial embolization을 시행함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있다. 주로 양측 internal iliac artery나 그 branch 에서 출혈이 발생한 경우가 많고 gelfoam이나 coil을 이용해서 embolization한다.