

Title	腹部鈍的外傷における単純CTの評価
Author(s)	宮川, 国久; 加治, 辰美; 蘆田, 浩 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(3), p. 300-307
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19625
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

腹部鈍的外傷における単純 CT の評価

聖マリアンナ医科大学放射線医学教室

宮川 国久 加地 辰美 蘆田 浩 桑原 雅子
石塚久美子 若林 雅人 谷 一朗 石川 徹

(平成 3 年 6 月 17 日 受付)

(平成 3 年 7 月 12 日 最終原稿 受付)

Evaluation of Noncontrast-Enhanced CT in Blunt Abdominal Trauma

Kunihisa Miyakawa, Tatsumi Kaji, Hiroshi Ashida, Masako Kuwabara, Kumiko Ishizuka,
Masato Wakabayashi, Ichiro Tani and Tooru Ishikawa
Department of Radiology, St. Marianna University School of Medicine

Research Code No. : 517.1

Key Words : CT, Abdominal injury, Hemoperitoneum

We compared the findings of noncontrast-enhanced CT with those of contrast-enhanced CT in 126 patients with blunt abdominal trauma to evaluate the usefulness of noncontrast-enhanced CT.

In 112 of the patients, visceral injuries were confirmed by surgery or clinical follow-up including CT. Although noncontrast-enhanced CT diagnosed all patients with 12 intestinal injuries requiring immediate surgery, contrast-enhanced CT missed two of these patients because high density hematomas on noncontrast-enhanced CT became isodense after IV administration of contrast material. However, contrast-enhanced CT was superior to noncontrast-enhanced CT in the diagnosis of hepatic and renal injuries. A case of renal artery occlusion was only visualized on contrast-enhanced CT.

We conclude that both noncontrast- and contrast-enhanced CT should be performed for the CT evaluation of blunt abdominal trauma.

腹部鈍的外傷の CT 診断では、造影 CT が必須であるといわれ、時間節約のために造影 CT のみが施行されることも多い¹⁾。しかし造影 CT では、いわゆる高濃度血腫 high density hematoma (以下 HDH と略す)の描出が難しいといわれ²⁾、造影剤をショック状態の患者に投与することは問題を含んでいる³⁾。そこで我々は単純 CT の有用性を造影 CT と比較検討した。

対象および方法

対象は腹部鈍の外傷にて、救命救急センターを受診した患者のうち、受傷後 24 時間以内に単純 CT と造影 CT 双方を施行した 126 症例であった。男 104 例、女 22 例で、年齢は 2 歳から 78 歳、平均 25

歳であった。使用した CT は東芝製 TCT-60A, 900S, Xspeed であった。スライス幅は 10mm を用い、原則的には腹部全体を 10~20mm 間隔でスキャンが行われた。造影 CT は 100ml の非イオン性造影剤 (イオパミロン 300 または オムニパーク 300) を経静脈的に用いた。経口造影剤は原則として用いなかった。画像表示は window level 20~50HU, window width 200~250HU であり、腹腔内遊離ガスの観察のために window level -300~-700HU, window width 1,000~2,000HU も追加されていた。

臓器損傷の内訳を Table 1 に示した。112 症例に 132 例 (カ所) の臓器損傷が認められた。14 症例

Table 1 Injuries in 126 Patients with Blunt Abdominal Trauma

Injured Organ	No. of Patients
Liver	55
Kidney	26
Spleen	21
Intestine	12
Pancreas	7
Adrenal	7
Biliary tract	2
Vessel	2
Total	132*
No injury	14

*132 injured organs in 112 patients

には臓器損傷はみられなかった。最終診断は、42例が手術結果であり、その他は臨床経過や経過観察のCTであった。

単純CT及び造影CTでの臓器損傷の描出能をretrospectiveに検討した。また、HDHと近接臓器損傷との関係やHDHの単純CT及び造影CTでの描出能等についても検討した。

HDHの診断基準としては、血管内の血液や凝固していない出血は35~45HUを示す⁴⁾ので、45HU以上を示す部位をHDHとした。

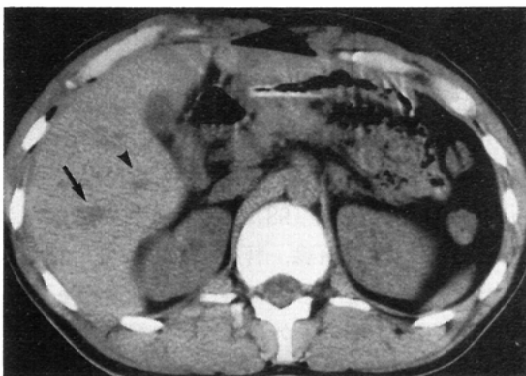
結 果

Table 2は、単純CTと造影CTの臓器損傷の描出能を比較したものである。単純CTで損傷が認められず、造影CTでのみ損傷が描出されたのは、肝損傷2例、腎損傷1例、血管損傷1例の合計4例(3.0%)であった。単純CTで描出されなかった肝損傷は2例ともに小さな損傷であり、肝内血管との区別がつかなかった(Fig. 1)。腎損傷の1例も小さな損傷であった。以上の3例は保存

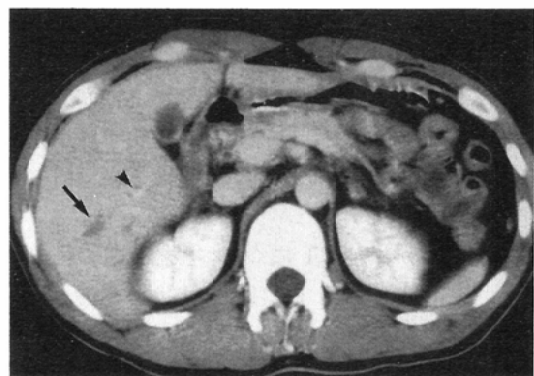
Table 2 Comparison Noncontrast-enhanced CT with Contrast-enhanced CT in Detectability of Injured Organ

	Total	Liver	Kidney	Spleen	Intestine	Pancreas	Adrenal	BT	Vessel
NCE positive, CE negative	2 (1.5%)	0	0	0	2	0	0	0	0
NCE superior to CE	10 (7.6%)	2	0	2	5	0	0	1	0
NCE equal to CE	66(50.0%)	22	8	15	5	7	7	1	1
NCE inferior to CE	50(37.9%)	29	17	4	0	0	0	0	0
NCE negative, CE positive	4 (3.0%)	2	1	0	0	0	0	0	1
Total	132	55	26	21	12	7	7	2	2

NCE: noncontrast-enhanced CT CE: contrast-enhanced CT BT: biliary tract



a

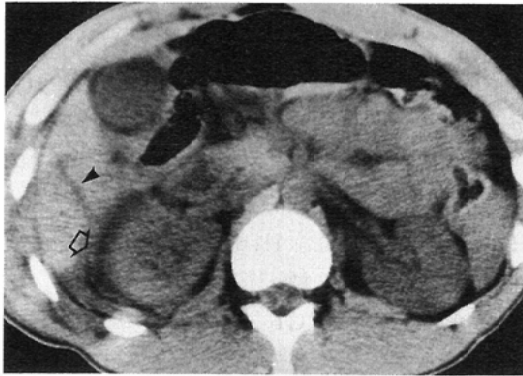


b

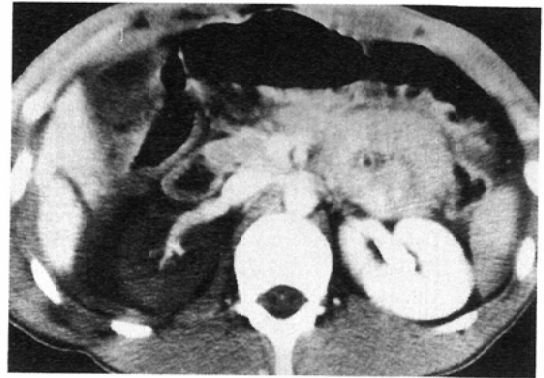
Fig. 1 Liver injury

a. Noncontrast-enhanced CT shows low density areas in the liver (arrow and arrowhead), indicating liver injury or intrahepatic vessel.

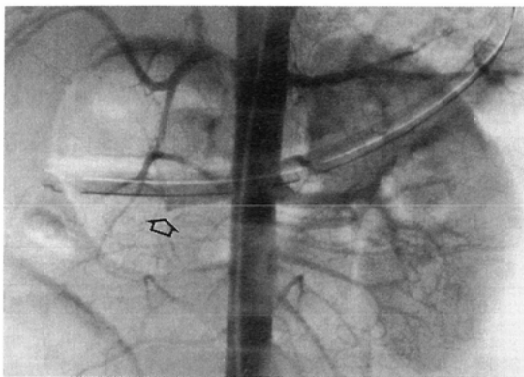
b. Differentiation between intrahepatic vessel (arrowhead) and liver injury (arrow) can be made on contrast-enhanced CT.



a



b



c

Fig. 2 Occlusion of right renal artery and liver injury

a. Noncontrast-enhanced CT shows liver laceration (arrowhead) and fluid collection in perirenal space (arrow). No renal parenchymal abnormality is seen.

b. Contrast-enhanced CT shows no enhancement of right kidney and retrograde filling of right renal vein. Occlusion of right renal artery is suspected.

c. Angiography shows occlusion of right renal artery (arrow). Surgery confirmed occlusion of right renal artery due to intimal tear.

的治療で軽快し、手術は行われなかった。血管損傷の1例は、内膜損傷に伴う腎動脈本幹の閉塞であった (Fig. 2)。本症例は造影CTでのみ腎動脈の閉塞の診断が可能であり、腎摘出術が施行された。本症例以外に血管損傷を1例認めたが、下大静脈の出血性損傷で、大量血腫と下大静脈周囲のHDHを認め、単純CT・造影CTともに診断は可能であった。

造影CTが単純CTにくらべ臓器損傷の描出に優れていたのは50例 (37.9%) あり肝損傷、腎損傷、脾損傷に認められた。造影CT・単純CTともに臓器損傷の描出に差がないと考えられたのは66例 (50.0%) と半数を占めた。

単純CTでのみ損傷が描出されたのは2例 (1.5%)、単純CTが造影CTに比べ描出に優れていたのは10例 (7.6%) であった。これらの損傷は肝臓、脾臓、腸管、胆道の損傷で認められ、HDH

と造影された臓器との区別が困難な例であった (Fig. 3, 4)。HDHは、他の部位の出血よりも高濃度を呈する部位として描出され、そのCT値は48~80HUであった。74症例83例 (カ所) にHDHを認め、腹腔内出血の84%、後腹膜出血の94%にみられた。HDHと近接臓器損傷との関連では、腎損傷が無いにもかかわらず腎周囲にHDHを認めた1例を除く82例 (98.8%) に近接臓器損傷が認められた。また腎臓、脾臓、腸管、副腎、胆道の損傷でHDHを伴う率が高かった (Table 3)。

造影CTで、HDHが造影された臓器と区別がつかず、単純CTでのみHDHが認められた症例が17例 (20.7%) あった (Table 3)。特に腸管損傷では12例中4例と高率であった。これら4例のうち2例はHDH以外に腸管損傷を示唆する所見を認めず、造影CTでは腸管損傷の診断は不可能であった (Fig. 4)。2例とも手術が行われ各々



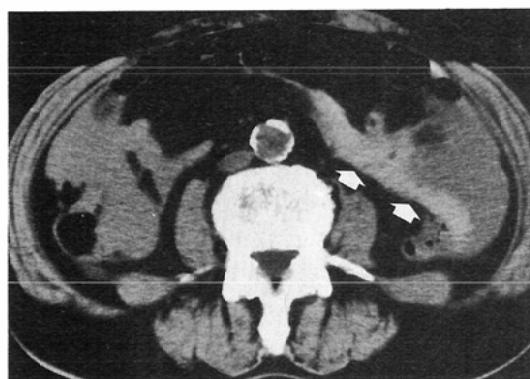
a



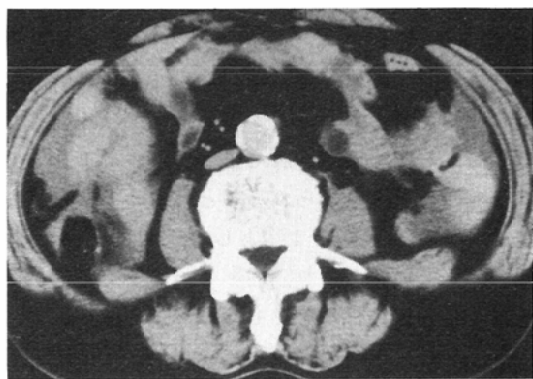
b

Fig. 3 Splenic injury with high density hematoma

- a. Noncontrast-enhanced CT shows high density hematoma around the spleen (arrowhead), suggesting splenic injury.
 b. High density hematoma has become isodense after contrast enhancement.



a



b

Fig. 4 Intestinal injury with high density hematoma

- a. Noncontrast-enhanced CT shows high density hematoma near the intestine (arrow), suggesting intestinal injury.
 b. High density hematoma is obscured due to enhancement of normal intestine on contrast-enhanced CT. No finding suggesting intestinal injury was visualized on contrast-enhanced CT. Surgery revealed rupture of the ileum.

回腸及び空腸の損傷が確認された。その他の症例では、臓器損傷を示唆する所見が HDH 以外にあったために、臓器損傷の診断は造影 CT でも可能であった。

また 1 例のみ造影 CT が HDH の描出に優れていたが、これは肝周囲の HDH の濃度と肝臓の濃度が単純 CT でほぼ同一であり、肝臓と HDH が区別できなかった例であった (Fig. 5)。

考 察

腹部鈍的外傷の診断には、CT が広く施行されている。時間の節約のためと造影 CT だけでも重篤な臓器損傷の見逃しが少ないことから、単純 CT を省略し、造影 CT のみが施行されることが多い¹⁾。しかし、外傷例ではないが、脱水時に造影剤を使用したために腎不全を来した症例の報告もみられ²⁾、造影剤をショック状態の患者に投与す

Table 3 High Density Hematoma and Injured Organ

Injured Organ	High Density Hematoma	
	Yes	No
Liver	17 (6)	38
Kidney	24 (2)	2
Spleen	19 (4)	2
Intestine	10 (4)	2
Pancreas	3 (1)	4
Adrenal	6 (0)	1
Biliary tract	2 (0)	0
Vessel	1 (0)	1
Total	82(17)	50

() Number of high density hematomas visualized on noncontrast-enhanced CT, not visualized on contrast-enhanced CT

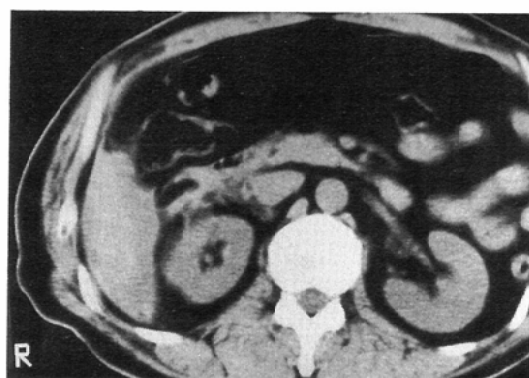
ることは問題を含んでいる³⁾。診断的腹腔洗浄法と造影CTを比較した報告のなかには、腸管や脾臓の損傷のときに、診断的腹腔洗浄法で腹腔内出血を認めるにもかかわらず、CTで臓器損傷が描出されないことがあるとの記述もみられる^{6)~9)}。また造影CTで予想された腹腔内出血量よりも大量の出血が手術で見られることが多いとの報告もある²⁾¹⁰⁾。その原因の1つとして、HDHの描出が難しいことが考えられ、造影CTに単純CTを加えることを推奨する意見もある²⁾。

単純CTで、血管内の血液は40HU前後を呈す

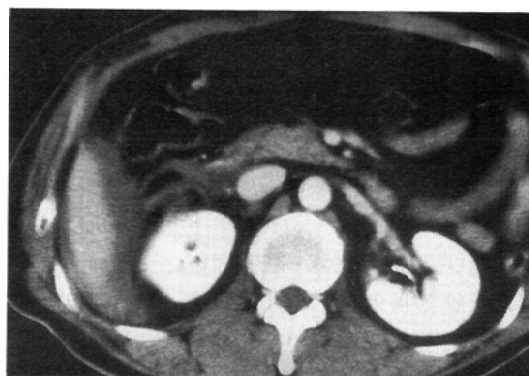
る¹¹⁾。一方、腹腔内出血では、時間の経過とともに血腫が形成されるが、血液の濃縮や細胞成分の沈降のため濃度は高くなり、一般に60HU以上を呈する⁴⁾¹²⁾。肝臓は単純CTで、55~65HUを呈するために¹¹⁾血腫が等濃度や低濃度として認められることがある。我々の検討でも、1例肝臓と肝周囲血腫が単純CTではほぼ等濃度を呈した(Fig. 5)。一方、肝臓を除く臓器の濃度は単純CTで60HU以下であるため、血腫は一般に高濃度を呈しHDHとして描出される。

83例のHDHのうち近接臓器損傷は82例認められた。高濃度を呈する血腫は出血源近くに形成され易いためと考えられる⁴⁾¹³⁾。それゆえHDHを近接臓器損傷を示唆する有用な所見と考え“sentinel clot sign”と称する報告もある¹⁴⁾。腎臓、脾臓、腸管、副腎、胆道の損傷には、HDHを合併する率が高く特に有用と考えられる。

造影CTでは、臓器は造影剤により造影され濃度は上昇するが、血腫は造影されないためにHDHは低濃度を呈することが多い。ときには等濃度を呈することもあり、その場合にはHDHと臓器を区別できない。我々の検討でも、17例でHDHと造影された臓器が区別できなかった。腸管以外の肝臓、腎臓、脾臓、膵臓等の損傷例では、臓器損傷を示唆する所見がHDH以外に認めら



a



b

Fig. 5 High density hematoma around the liver

- a. Noncontrast-enhanced CT shows high density hematoma around the liver, suggesting liver injury. But differentiation between high density hematoma and liver parenchyma is difficult.
b. After contrast-enhancement, differentiation between the two is easy.

れたために、造影 CT で臓器損傷が診断できなかった例はなかった。しかし、出血量に比し、臓器損傷が小さい場合には、診断ができない可能性がある。実際に、脾周囲血腫が造影 CT で脾臓と同じ濃度を示し脾損傷を見逃した報告もある¹⁾。また Taylor ら¹⁵⁾は、CT で初診時脾損傷が認められず、後日脾破裂をきたした症例を報告しているが、初診時には造影 CT しか施行していないために被膜下血腫や周囲血腫を見逃したのではないかと推察し、単純 CT の必要性を述べている。

腸管損傷は 12 例認められた。腸管損傷の CT 所見として、腸管周囲の HDH、腸管壁の肥厚、腹腔内遊離ガス等が挙げられる。腸管損傷を示唆する所見が HDH 以外には無く、しかもその HDH が造影 CT で造影された腸管と区別できない例が 2 例あった。HDH 以外に腸管損傷を示唆する所見が無いことは Orwig ら¹⁴⁾の報告でも、腸管損傷 19 例中 6 例と多く、単純 CT なしに造影 CT だけ施行した場合、HDH と造影された腸管が区別できず、腸管損傷が診断できない症例も多いと思われる。実際、腸管損傷を造影 CT で見逃した報告も多くみられる^{6)8)~10)16)~20)}。そのため臓器損傷を認めないときの腹腔内出血を、腸管損傷の間接的 CT 所見として重要視する意見もある¹²⁾¹⁾。

逆に、造影された正常腸管を HDH と間違え、腸管損傷と誤診することも報告されており⁴⁾¹⁴⁾²⁰⁾、我々も今回の対象症例ではないが、造影 CT だけ施行したために、腸管損傷と誤診したことがある (Fig. 6)。腸管損傷が疑われる場合には、単純 CT が必要と考えられる。

CT での腸管損傷の診断率を上げるために薄めた造影剤を経口的に投与することを勧める意見がある¹⁾。しかし腸管損傷の際に造影剤の漏出像がみられる頻度は、穿孔が早期に被覆されるため低く¹⁶⁾、Rizzo ら¹⁹⁾によると腸管損傷 28 例中 2 例にすぎない。また腸管全体を造影するためには時間を要するために、救急疾患の診断には問題があり⁹⁾、腸管内の造影剤は尿路外漏出像をみずらくするとの意見もある²²⁾。我々の施設では、以上の理由から経口造影剤の投与は原則的には行っていない。

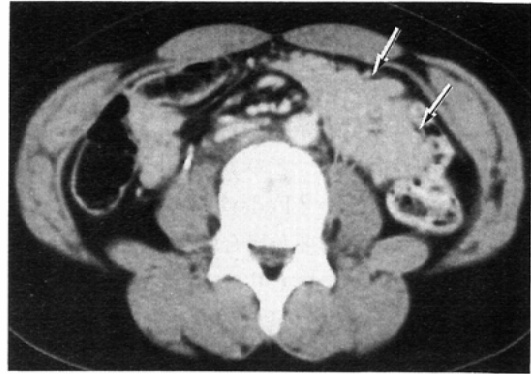


Fig. 6 Contrast-enhanced normal bowel mimics high density hematoma

This case is not included in this paper, because of no performance of noncontrast-enhanced CT. Contrast-enhanced CT shows high density area in left lower abdomen (arrow). The high density area was thought as high density hematoma. The diagnosis of intestinal injury was made. Subsequent surgery revealed no intestinal injury. The high density area on contrast-enhanced CT was enhanced normal intestine.

脾損傷は CT での診断が難しいといわれている²³⁾。Federle ら¹⁾は、その原因の一つに出血量と損傷の程度が比例しないためと報告しており、HDH を伴うことが少ない原因にもなっていると思われる。HDH を伴うことが少ないため、脾損傷における単純 CT の有用性は、脾臓や腸管の損傷に比べ低いと考えられる。

単純 CT は有用ではあるが、造影 CT を不必要とは考えていない。例えば、腎損傷は HDH を伴うことが多く、単純 CT で十分とも考えられる。しかしながら、腎損傷がないにもかかわらず腎周囲に HDH が存在した例があること、腎臓から造影剤が排泄されるため腎機能の評価ができることなどから造影 CT が必要と思われる。肝損傷についても HDH を伴うことは少なく、また単純 CT で肝損傷が血管と区別できない例 (Fig. 1) や HDH が正常肝と区別が付きにくい例 (Fig. 5) もあったことから造影 CT が必要と考える。

出血性の血管損傷における出血量や出血源の診断は、出血の分布や HDH の存在から単純 CT で十分可能と考えられる。しかし閉塞性の損傷は造

造影剤投与なしに診断は難しいと思われる。たとえば、腎動脈の閉塞性損傷は稀であるが²⁴⁾、他臓器の損傷や周囲血腫を伴わない両側腎動脈閉塞の報告もあり²⁵⁾、造影CTが必要と考えられる。

腹部鈍の外傷では、どのようにCTを施行したらよいのであろうか？Federle¹⁾は、単純CTは脾損傷等で手術が必要な場合でも、その描出が困難なことがあり、造影CTは手術を必要とするような臓器損傷の見逃しが無いことより、時間節約の意味からも単純CTを省略し造影CTのみの施行を勧めている。我々の以前の検討でも同様の結果を得ていた²¹⁾。しかし今回の検討では、単純CTでの臓器損傷の見逃しは、腎動脈の閉塞性損傷以外は手術を必要とせず、逆に造影CTでは、手術を必要とした腸管損傷のうち2例を見逃す可能性があった。この違いはCT装置の進歩に伴い、空間分解能が向上し、単純CTでも十分脾損傷等が描出できるようになったためと考えられる。単純CTは、腎損傷、肝損傷、閉塞性血管損傷の診断能が劣り、造影CTは、腸管損傷を見逃す可能性があることから、原則的には単純CTと造影CT双方を施行することが必要と考える。また腹部鈍的外傷におけるCT診断を正確にするためには、Trunkey²⁶⁾が述べているように救急診断に精通した放射線科医が救急の現場に必要なである。

結 語

1. 腹部鈍的外傷における単純CTの有用性を評価するために、単純CT及び造影CT双方が施行された126例を検討した。

2. HDHは近接臓器損傷を示唆する有用な所見であり、単純CTは造影CTに比べHDHの描出に優れていた。この点で、脾臓や腸管の損傷の診断には、単純CTが有用と考えられた。

3. 単純CTは、腎損傷、肝損傷、閉塞性の血管損傷の診断に関しては、造影CTより劣っており、造影CTが有用と考えられた。

4. 腹部鈍的外傷のCT診断では、単純CT・造影CT双方の施行が有用である。

本論文の要旨は第49回日本医学放射線学会総会および第10回日本画像医学会において発表した。

文 献

- 1) Federle MP: CT of upper abdominal trauma. *Semin Roentgenol* 21: 269-280, 1984
- 2) Kelly J, Raptopoulou V, Davidoff A, et al: The value of non-contrast-enhanced CT in blunt abdominal trauma. *AJR* 152: 41-46, 1989
- 3) Schiffer MS: Use of contrast media in patients with hypovolemic shock. *Radiology* 166: 579, 1988
- 4) Federle MP, Jeffrey RB: Hemoperitoneum studied by computed tomography. *Rad* 148: 187-192, 1983
- 5) Dudzinski PJ, Petrone AF, Persoff M, et al: Acute renal failure following high dose excretory urography in dehydrated patients. *J Urol* 106: 619-621, 1971
- 6) Davis JW, Hoyt DB, Mackersie RC, et al: Complications in evaluating abdominal trauma: Diagnostic peritoneal lavage versus computerized axial tomography. *J Trauma* 30: 1506-1509, 1990
- 7) Fabian TC, Mangiante EC, White TJ, et al: A prospective study of 91 patients undergoing both computed tomography and peritoneal lavage following blunt abdominal trauma. *J Trauma* 26: 602-608, 1986
- 8) Kearney PA, Vahey T, Burney RE, et al: Computed tomography and diagnostic peritoneal lavage in blunt abdominal Trauma; their combined role. *Arch Surg* 1989
- 9) Meyer DM, Thal ER, Weigelt JA, et al: Evaluation of computed tomography and diagnostic peritoneal lavage in blunt abdominal trauma. *J Trauma* 29: 1168-1172, 1989
- 10) Marx JA, Moore EE, Jordan RC, et al: Limitations of computed tomography in the evaluation of acute abdominal trauma: A prospective comparison with diagnostic peritoneal lavage. *J Trauma* 25: 933-937, 1985
- 11) Mategrano VC, Petasnick J, Clark J, et al: Attenuation values in computed tomography of the abdomen. *Radiology* 125: 135-140, 1977
- 12) Wolverson MK, Crepps LF, Sundaram M, et al: Hyperdensity of recent hemorrhage at body computed tomography: Incidence and morphologic variation. *Radiology* 148: 779-784, 1983
- 13) 加地辰美: 肝損傷におけるCTの役割, 日本医放会誌, 48: 1123-1132, 1988
- 14) Orwig D, Federle MP: Localized clotted as evidence of visceral trauma on CT: The sentinel clot sign. *AJR* 153: 747-749, 1989

- 15) Taylor CR, Rosenfield AT: Limitations of computed tomography in the recognition of delayed splenic rupture. *J Comput Assist Tomogr* 8: 1205-1207, 1984
- 16) Bilas DI, Taylor GA, Eichelberger MR: The value of CT in detecting bowel perforation in children after blunt abdominal trauma. *AJR* 153: 561-564, 1989
- 17) Cook DE, Walsh JW, Vick CW, et al: Upper abdominal trauma: Pitfalls in CT diagnosis. *Radiology* 159: 65-69, 1986
- 18) Donohue JH, Federle MP, Griffiths BG, et al: Computed tomography in the diagnosis of blunt intestinal and mesenteric injuries. *J Trauma* 27: 11-17, 1987
- 19) Rizzo MJ, Federle MP, Griffiths BG: Bowel and mesenteric injury following blunt abdominal trauma: Evaluation with CT. *Radiology* 173: 143-148, 1989
- 20) Sherck JP, Oakes DD: Intestinal injuries missed by computed tomography. *J Trauma* 30: 1-7, 1990
- 21) 石川 徹, 蘆田 浩, 加地辰美, 他: 腹部外傷におけるCTの有用性, *救急医学*, 8: 79-90, 1984
- 22) Lang EK: Intra-abdominal and retroperitoneal organ injuries diagnosed on dynamic computed tomograms obtained for assessment of renal trauma. *J Trauma* 30: 1161-1168, 1990
- 23) Jeffrey RB, Federle MP, Crass RA: Computed tomography of pancreatic trauma. *Radiology* 147: 491-494, 1983
- 24) Wholey MH, Cooperstein LA: Renal trauma. (In) Abrams HL, ed: *Abrams angiography; vascular and interventional radiology*. 3rd ed, 1231-1245, 1983, Little Brown, Boston
- 25) Letsou GV, Gusberg R: Isolated bilateral renal artery thrombosis: An unusual consequence of blunt abdominal trauma-case report. *J Trauma* 30: 509-511, 1990
- 26) Trunkey D, Federle MP: Computed tomography in perspective. *J Trauma* 26: 660-661, 1986