

当院における成人鈍的腹部外傷の止血戦略 —開腹術と IVR どちらを優先するか—

中尾 彰太¹⁾，井戸口孝二¹⁾，比良 英司¹⁾，水島 靖明¹⁾，松岡 哲也¹⁾，渡部 広明¹⁾²⁾

【要旨】 近年鈍的腹部外傷の治療戦略として，循環動態不安定例においても interventional radiology (IVR) が有用との報告が散見される。われわれは，当院における成人鈍的腹部外傷の治療戦略を，開腹術と IVR の優先順位決定の観点から検証した。対象 56 例のうち 14 例は CT 未施行で開腹術を先行しており，CT 施行例よりも緊急度が高かった (RTS: 5.9 vs. 7.3, $p < 0.05$)。来院から執刀までは 41 分 (中央値) で，実生存率が予測生存率を上回った (64.3% vs. 57.5%)。術前 CT 施行例のうち 27 例で開腹術を，15 例で IVR を先行していた。止血術開始まではいずれも 89 分 (中央値) であった。開腹術先行例では実生存率が予測生存率を下回り (66.7% vs. 73.1%)，死亡例は循環動態が不安定な傾向を認めた。一方，IVR 先行例では実生存率が予測生存率を上回った (93.3% vs. 80.4%)。当院の現環境においては，循環動態安定例における IVR 先行の治療戦略は妥当である。

【キーワード】 腹部外傷，治療戦略，開腹術，血管内治療，優先順位

はじめに

循環動態が不安定な腹部鈍的外傷に対する治療戦略は，従来迅速な開腹術が golden standard とされてきた。しかし近年では CT の性能や撮影プロトコルを含めた止血術開始までの trauma workflow の改善により，循環動態が安定していない症例に対する interventional radiology (IVR) の有用性が散見され^{1)~3)}，開腹術と IVR の優先順位についての議論が開始されつつある。われわれは，当院において来院時に止血術を要した成人腹部鈍的外傷の治療経過を後方視的に分析し，その治療戦略を開腹術と IVR の優先順位決定の観点から検討した。

対象と方法

2007 年 8 月～2015 年 3 月までに当院に直送され，来院時に緊急止血術 (開腹術・IVR を問わない) を要した 16 歳以上の腹部鈍的外傷 56 例を対象とした。主な出血部位

が腹部以外 (骨盤・腰椎を含む) の症例，来院時心肺停止症例は対象から除外した。まず，全症例の概要および治療経過に関するデータを診療録から収集し集計した。次に対象症例を治療経過別に分類し検証した。具体的には，止血術開始前に CT を施行した群と施行しなかった群，CT 後に開腹術を先行した群と IVR を先行した群，CT 後開腹術を先行し救命し得た群と死亡した群に分け，患者背景・治療経過・転帰を比較した。群間比較については，実数は Mann-Whitney の U 検定を，カテゴリカルデータは Fisher の直接確率検定もしくはカイ二乗検定を用いて施行し，有意水準を 5% 未満とした。

結 果

1. 症例背景 (Table1) と治療経過 (Figure1)

対象 56 例の年齢の中央値は 52 歳であり，主な出血部位は腸間膜・肝・脾の順に多かった。術前 CT を施行したのは 42 例であり，このうち 27 例が開腹術を先行していた。術前 CT を施行しなかった 14 例は，全例開腹術を先行していた。対象全例のうち開腹術と IVR を併用したのは 15 例で，このうち 9 例は肝損傷であった。来院から止血術開始までは 85 分 (中央値) であり，最終転帰における死亡率は 26.8% であった。

所属：地方独立行政法人りんくう総合医療センター 大阪府泉州救命救急センター¹⁾

島根大学医学部 Acute Care Surgery 講座²⁾

著者連絡先：〒598-8577 大阪府泉佐野市りんくう往来北 2-23
地方独立行政法人りんくう総合医療センター 大阪府泉州救命救急センター

受付日：2016 年 3 月 1 日／採用日：2016 年 5 月 31 日

Table 1 Baseline characteristic and clinical outcomes of patients

	Total (n=56)
Age - year	52 (39-70)
Gender - % male	78.6
Main bleeding site - n (%)	
Mesenteric	20 (35.7)
Liver	19 (33.9)
Spleen	10 (17.9)
Other	7 (12.5)
Time to intervention - min	85 (60-97)
Intervention - n (%)	
Surgical	28 (39.6)
Endovascular	13 (4.2)
Both	15 (18.8)
Injury Severity Score	28 (17-41)
Revised Trauma Score	6.9 (5.5-7.8)
Probability of survival by TRISS - %	91.3 (37.4-97.0)
Hospital mortality - n (%)	15 (26.8)

Time to intervention, interval from hospital arrival to start of intervention; TRISS, Trauma Injury Severity Score
Data are median (interquartile range)

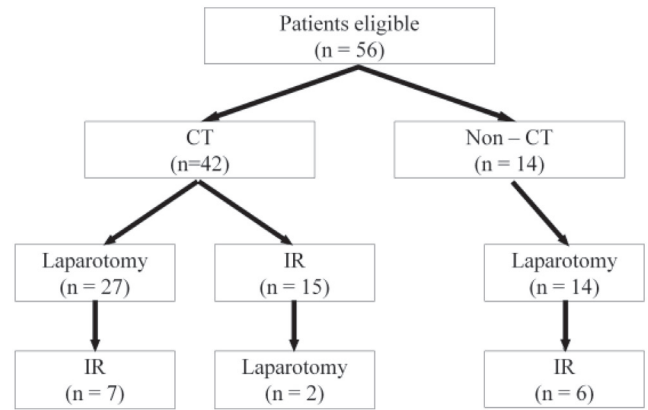


Figure 1 Patient flow diagram of clinical course

CT, underwent CT imaging before intervention; Non-CT, did not undergo CT imaging before intervention; IR, interventional radiology

Table 2 Comparison of clinical course between CT group and non-CT group

	CT group (n=42)	Non-CT group (n=14)	P value
Age - year	53 (42-71)	51 (35-61)	0.27
SBP on arrival - mmHg	114 (80-130)	89 (73-125)	0.27
HR on arrival - beats/min	92 (80-104)	116 (97-133)	0.0099
Time to intervention - min	89 (73-109)	41 (34-61)	< 0.0001
Injury Severity Score	26 (17-41)	35 (24-43)	0.20
Revised Trauma Score	7.3 (6.3-7.8)	5.9 (3.3-6.9)	0.0043
Mean Ps by TRISS - %	75.7	57.5	0.047
Actual survival rate - %	76.2	64.3	0.49

CT group, patients who underwent CT imaging before intervention; Non-CT group, patients who did not undergo CT imaging before intervention; SBP, systolic blood pressure; HR, heart rate; Time to intervention, interval from hospital arrival to start of intervention; Ps, probability of survival; TRISS, Trauma Injury Severity Score
Data are median (interquartile range)
P values were calculated with Fisher's exact test or Mann-Whitney U test

2. 術前 CT 施行有無による比較

術前 CT を施行した 42 例 (CT 群) と, CT を施行しなかった 14 例 (Non-CT 群) の患者背景や臨床経過を比較した (Table 2)。Non-CT 群では来院時心拍数が高く, 来院から止血術開始までの時間は短かった (Non-CT 群 vs. CT 群: 心拍数: 116 回/分 vs. 92 回/分, 止血術開始までの時間: 41 分 vs. 89 分: 値はいずれも中央値)。Non-CT 群では revised trauma score (RTS) や予測生存率が低かったが, 実生存率は 2 群間で有意差がなく, いずれも予測生存率を上回っていた。次に止血術開始までの Shock index (SI) の推移を 2 群間で比較した (Figure 2)。来院時は, non-CT 群では SI の平均値が 1.2 を超え, 執刀時にはさらに上昇していたが, CT 群では 1 以下のままで推移していた。

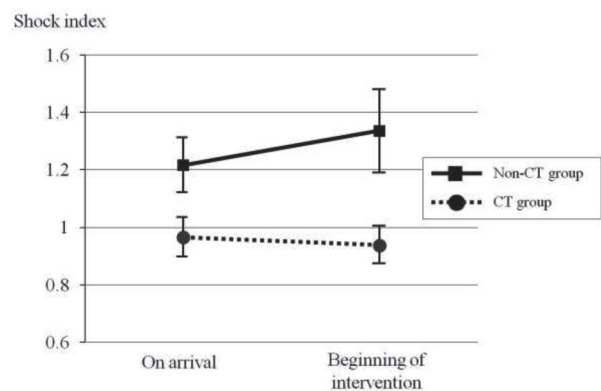


Figure 2 Shock index of patients eligible (CT group vs. non-CT group)

Mean shock index of patients who did not undergo CT imaging before intervention (non-CT group) had increased with time, and was higher than patients who underwent CT imaging before intervention (CT group)
Error bars indicate SEM

Table 3 Comparison of clinical course between CT-ope group and CT-IVR group

	CT-ope group (n=27)	CT-IVR group (n=15)	P value
Age - year	59 (43-71)	44 (37-69)	0.32
Main bleeding site - n (%)			0.0046
Mesenteric	15 (55.6)	1 (6.7)	
Liver	7 (25.9)	6 (40.0)	
Spleen	2 (7.4)	4 (26.7)	
Other	3 (11.1)	4 (26.7)	
SBP on arrival - mmHg	112 (78-125)	125 (81-150)	0.27
HR on arrival - beats/min	91 (84-107)	93 (77-103)	0.70
Time to intervention - min	89 (72-98)	89 (73-112)	0.82
Injury Severity Score	26 (17-41)	29 (13-50)	0.98
Revised Trauma Score	6.9 (5.4-7.8)	7.5 (6.8-7.8)	0.58
Mean Ps by TRISS - %	73.1	80.4	0.35
Actual survival rate - %	66.7	93.3	0.067

CT-ope group, patients who underwent laparotomy first after CT imaging; CT-IVR group, patients who underwent interventional radiology first after CT imaging; SBP, systolic blood pressure; HR, heart rate; Time to intervention, interval from hospital arrival to start of intervention; Ps, probability of survival; TRISS, Trauma Injury Severity Score

Data are median (interquartile range)

P values were calculated with chi-square test, Fisher's exact test or Mann-Whitney U test

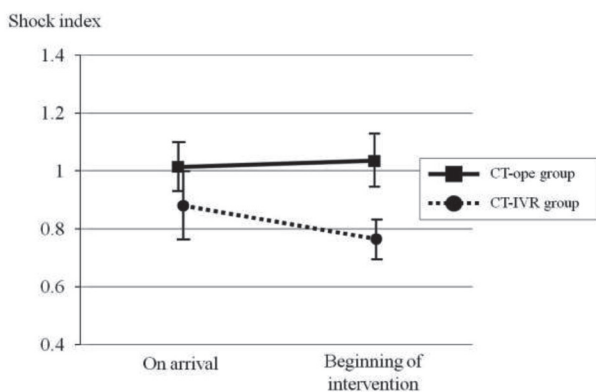


Figure 3 Shock index of patients who underwent CT imaging before intervention (CT-ope group vs. CT-IVR group)

Mean shock index of patients who underwent IVR first (CT-IVR group) had decreased with time, while that of patients who underwent laparotomy first (CT-ope group) had been flat with time

Error bars indicate SEM

3. 止血戦略の選択による比較

術前CTを施行した42例(CT群)を、開腹術を先行した27例(CT-ope群)と、IVRを先行した15例(CT-IVR群)の2群に分けて、患者背景や臨床経過を比較した(Table 3)。来院時の収縮期血圧、心拍数、来院から止血術開始までの時間、重症度、緊急度は2群間で差を認めなかった。出血部位は、CT-ope群で腸間膜の割合が高かったのに対し、CT-IVR群では肝や脾の割合が高かった。CT-IVR群では実生存率が予測生存率を上回っていた。止血術開始までのSIの推移を2群間で比較したところ、CT-IVR群ではSIが時間経過とともに低下したのに対し、CT-ope群で

は横ばいで経過した(Figure 3)。

4. CT-ope群の転帰による比較

術前CT施行後に開腹術を先行した27例(CT-ope群)を、救命例18例と死亡例9例に分けて、患者背景などを比較した(Table 4)。死亡例では、年齢やISSが有意に高かった(死亡例 vs. 生存例: 年齢; 73歳 vs. 52歳, ISS; 38 vs. 22: 値はいずれも中央値)。止血術開始までのSIの推移を比較すると、死亡例は来院時のSIが救命例より高く平均で1.2を大きく超え、執刀時にはさらに上昇していたが、救命例は1以下で推移していた(Figure 4)。

考 察

腹部外傷を含めた重症体幹部外傷の治療戦略において、「時間」は極めて重要な要素である。古くはgolden hourの概念に始まり⁴⁾、救命率低下の要因としてCT検査時間を含む初療室滞在延長⁵⁾や止血術開始遅延⁶⁾が指摘されるなど、治療開始までの時間短縮の重要性が繰り返し論じられてきた中で、開腹術は循環動態が不安定な腹部外傷に対する治療戦略のgolden standardとされてきた。一方IVRは、循環動態安定例の止血戦略としては有用であるが、循環動態不安定例においては、あくまでも開腹術の補助的な止血手段としての有用性が論じられるにとどまってきた^{7,8)}。これは一般的に、腹部外傷に対するIVRは術前CTの必要性が高いことや、IVR担当医参集に時間を要するなどの問題から、「時間短縮」の理念にそぐわないと考えられてきたことに一因があると思われる。しかし近年は、時間短縮を目的としたCTの撮影プロトコル導入^{9,10)}、初

Table 4 Comparison of baseline characteristics in CT-ope group between survivors and non-survivors

	Survivors (n=18)	Non-survivors (n=9)	P value
Age - year	52 (43-67)	73 (58-84)	0.015
SBP on arrival - mmHg	113 (87-127)	99 (57-118)	0.22
HR on arrival - beats/min	89 (80-98)	103 (87-122)	0.12
Time to intervention - min	90 (74-98)	88 (68-114)	0.70
Injury Severity Score	22 (16-37)	38 (26-42)	0.036
Revised Trauma Score	7.3 (6.3-7.8)	6.6 (2.7-7.7)	0.099

SBP, systolic blood pressure; HR, heart rate; Time to intervention, interval from hospital arrival to start of intervention

Data are median (interquartile range)

P values were calculated with Mann-Whitney U test

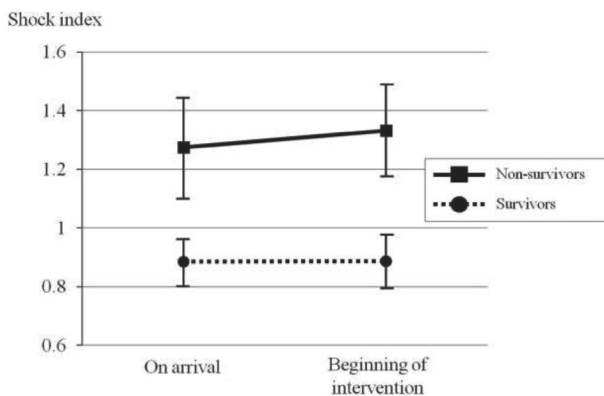


Figure 4 Shock index of patients who underwent laparotomy first after CT imaging (survivors vs. non-survivors)

Mean shock index of non-survivors had increased with time, and was significantly higher than survivors
Error bars indicate SEM

療室搬入からIVR施行までの一連の流れに関する時間を意識したプロトコル導入¹¹⁾¹²⁾などの対策により、IVR開始までの時間短縮が図られ、開腹術と同等のタイミングで開始可能な環境が整備されはじめている¹³⁾。その結果、循環動態不安定例においてもIVRが有力な治療戦略になり得ることが主張され、鈍的腹部外傷においてもその有用性が報告されるなど¹⁾²⁾³⁾、手術とIVRの優先順位についての議論が開始されつつある。そこで今回われわれは、来院時に緊急止血術を要した循環動態不安定例を含む成人鈍的腹部外傷症例の治療戦略を後方視的に検証し、手術とIVRの優先順位決定の観点から考察した。

自験例をまず術前CT施行有無で比較したところ、non-CT群はCT群よりも来院時循環動態が不安定かつ経時的に増悪しており、全例開腹術を先行していた。来院から執刀までの時間はnon-CT群で有意に短く、治療成績に有意差を認めなかった。Non-CT群においては、循環動態が不安定で術前CT施行の余裕がなく、IVR先行の選択が不能だったと考えられる。CTを省略した結果、止血術開始までの時間は短縮され、実生存率が予測生存率を上回り、かつCT群と比較して実生存率に有意差を認めなかったことから、循環動態が不安定で術前CT施行の余裕がない症例

では、CTを省略し開腹術を先行する治療戦略は妥当と考えられた。

次に、術前CTを施行した症例を、開腹術先行例(CT-ope群)とIVR先行例(CT-IVR群)に分けて比較すると、止血部位の内訳に群間差がみられ、出血部位が止血戦略決定の有力な指標になっていることが示唆された。また、重症度・緊急度や来院から止血術開始までの時間に群間差を認めなかったが、治療成績の比較では、CT-IVR群は実生存率が予測生存率を上回り、有意差はないもののCT-ope群と比較して転帰が良好であった。当院では術前CT施行例に対し、開腹術・IVRとも迅速かつ同じタイミング(中央値89分)で開始可能であり、このような環境でのIVR先行は、術前CTを施行する余裕がある症例において、開腹術先行と同等以上の治療成績が期待できる治療戦略であることが示された。一方、開腹術先行例は実生存率が予測生存率を下回っていた。この原因を明らかにするため、CT施行後に開腹術を先行した症例を救命例と死亡例に分けて比較したところ、年齢や重症度が死亡例で有意に高いのに加え、死亡例では来院時の循環動態が明らかに不安定かつ時間経過とともに増悪していることが判明した。このことは、死亡例において術前CTを施行した戦略に誤りがあった可能性を示唆するものである。当院では、救命救急センター専用のCT室が初療室に隣接しており、比較的恵まれた環境が整備されているにもかかわらず、術前CT施行により止血術開始が約50分遅延することが、本検討から明らかになった。このような現状では、循環動態不安定例に対する術前CT施行は危険である。

以上より、当院における成人鈍的腹部外傷に対する治療戦略としては、来院後循環動態が安定して経過し術前CTを施行した症例においては、画像所見を考慮しつつも可能な限りIVRを先行させ、来院時SIが概ね1.2を上回る、もしくは来院後にSIが上昇傾向を認めるような循環動態が不安定な症例においては、術前CTを省略し開腹術を先行させることが望ましい。ただし、今回の結果から術前CT施行が危険な循環動態の基準を明確に定めることが困難である点や、最終的な治療戦略決定が各担当医の判断

に委ねられ、バイアスになり得る点が、本検討の限界である。なお、治療戦略の選択は施設ごとの外傷診療体制に大きく左右されると考えられる。例えばIVR-CTが蘇生室に設置されている施設においては、患者移動による時間のロスがなく、開腹術・IVRとも従来のCTを利用した場合よりも開始までの時間が有意に短いことが報告されている¹⁴⁾。このような環境では、CT施行により止血術開始が約50分遅延する当院とは異なり、より循環動態が不安定な症例にCT施行後IVRを先行する治療戦略が適応可能となり得る。一方、本邦の救命救急センターを対象とした調査では、腹部外傷患者の来院から手術開始までの平均時間は、循環動態が不安定な症例に限っても約3時間と報告されており¹⁵⁾、当院よりも2時間程度遅い。IVR先行のほうがむしろ止血術開始までの時間が短縮される施設が多数存在していると考えられ、このような環境では、本来は速やかに開腹術を先行すべき症例においても、IVRを先行したほうが相対的に良好な治療成績が得られる可能性が考えられる。このように、本邦の外傷診療体制は施設間格差が大きい点が問題点として指摘されており¹⁶⁾、循環動態不安定例に開腹術とIVRどちらを優先するかを検討する際には、各施設における外傷診療体制のレベルを評価する必要がある。つまり、開腹術・IVRとも迅速かつ同等のタイミングで開始できる診療体制を構築している施設においてのみ、本来の意味での開腹術とIVRの優先順位についての議論がなされ得る。

まとめ

当院では、成人鈍的腹部外傷に対し開腹術・IVRとも迅速かつ同じタイミングで開始できる体制が構築されているが、術前CT施行により止血術の開始は遅延する。このような環境では、来院後循環動態が安定して経過し術前CTを施行した症例においては、出血部位を考慮しながらも、動脈性出血を認めればIVRを先行させ、来院時に循環動態が不安定、または時間経過とともに増悪する症例においてはCTを省略し開腹術を先行させるべきである。

本論文の要旨は、第7回日本Acute Care Surgery学会学術集会（2015年10月3日、於福岡）にて発表した。

利益相反

本研究における利益相反はない。

文献

- 1) Lin WC, Chen YF, Lin CH, et al: Emergent transcatheter arterial embolization in hemodynamically unstable patients with blunt splenic injury. *Acad Radiol.* 2008; 15: 201-208.
- 2) Hagiwara A, Murata A, Matsuda T, et al: The usefulness

- of transcatheter arterial embolization for patients with blunt polytrauma showing transient response to fluid resuscitation. *J Trauma* 2004; 57: 271-277.
- 3) Nijhof HW, Willemsen FE, Jukema GN: Transcatheter arterial embolization in a hemodynamically unstable patient with grade IV blunt liver injury: Is nonsurgical management an option? *Emerg Radiol* 2006; 12: 111-115.
- 4) Cowley RA, Hudson F, Scanlan E, et al: An economical and proved helicopter program for transporting the emergency critically ill and injured patient in Maryland. *J Trauma* 1973; 13: 1029-1038.
- 5) Tien HC, Spencer F, Tremblay LN, et al: Preventable deaths from hemorrhage at a level I Canadian trauma center. *J Trauma* 2007; 62: 142-146.
- 6) Clarke JR, Trooskin SZ, Doshi PJ, et al: Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J Trauma* 2002; 52: 420-425.
- 7) Johnson JW, Gracias VH, Gupta R, et al: Hepatic angiography in patients undergoing damage control laparotomy. *J Trauma* 2002; 52: 1102-1106.
- 8) Lin BC, Wong YC, Lim KE, et al: Management of ongoing arterial haemorrhage after damage control laparotomy: Optimal timing and efficacy of transarterial embolization. *Injury* 2010; 41: 44-49.
- 9) Hilbert P, zur Nieden K, Hofmann GO, et al: New aspects in the emergency room management of critically injured patients: A multi-slice CT-orientated care algorithm. *Injury* 2007; 38: 552-558.
- 10) Hutter M, Woltmann A, Hierholzer C, et al: Association between a single-pass whole-body computed tomography policy and survival after blunt major trauma: A retrospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2011; 19: 73.
- 11) Chakraverty S, Zealley I, Kessel D: Damage control radiology in the severely injured patient: What the anaesthetist needs to know. *Br J Anaesth* 2014; 113: 250-257.
- 12) Matsumoto J, Lohman BD, Morimoto K, et al: Damage control interventional radiology (DCIR) in prompt and rapid endovascular strategies in trauma occasions (PRESTO): A new paradigm. *Diagn Interv Imaging.* 2015; 96: 687-691.
- 13) Olthof DC, Sierink JC, van Delden OM, et al: Time to intervention in patients with splenic injury in a Dutch level 1 trauma centre. *Injury* 2014; 45: 95-100.
- 14) Wada D, Nakamori Y, Yamakawa K, et al: First clinical experience with IVR-CT system in the emergency room: Positive impact on trauma workflow. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012; 20: 52.
- 15) 大友康裕: 腹部外傷 non-responder; 日本における診療の現状. *救急医学* 2005: 29; 878-882.
- 16) 阪本雄一郎, 石垣司, 本村陽一, 他: 肝損傷の治療戦略; 施設間格差の問題点を踏まえて. *日腹部救急医学会誌* 2011: 31; 643-646.

Management of adult severe blunt abdominal trauma in our hospital: Which should be taken in priority, surgical intervention or interventional radiology?

Shota Nakao¹⁾, Koji Idoguchi¹⁾, Eiji Hira¹⁾, Yasuaki Mizushima¹⁾, Tetsuya Matsuoka¹⁾,
Hiroaki Watanabe^{1) 2)}

Senshu Trauma and Critical Care Center¹⁾
Department of Acute Care Surgery, Simane University Faculty of Medicine²⁾

Interventional radiology (IVR) is a useful treatment strategy for blunt abdominal trauma, even in patients with unstable hemodynamics. We verified the treatment strategy for adult blunt abdominal trauma in our hospital in terms of the choice between laparotomy and IVR. In 14 of 56 patients, laparotomy without computed tomography (CT) was the first line of therapy; their degree of emergency was higher than for patients who underwent CT before initiation of laparotomy (RTS 5.9 vs. 7.3; $p < 0.05$). The median time from hospital arrival to initiation of laparotomy was 41 minutes and the actual survival rate exceeded the probability of survival (Ps) (64.3% vs. 57.5%). In patients who underwent CT before initiation of hemostasis, laparotomy (27 patients) and IVR (15 patients) were the first line of therapy; their median time to initiation of hemostasis was 89 minutes. In the patients who underwent laparotomy, the actual survival rate was lower than the Ps (66.7% vs. 73.1%); their hemodynamics was unstable. In the patients who underwent IVR, the actual survival rate was higher than the Ps (93.3% vs. 80.4%). Thus, in our hospital, IVR as the first line of therapy is limited to patients with stable hemodynamics.

KeyWords : abdominal trauma, treatment strategy, laparotomy, interventional radiology, priority