

特集 小児のIVR

2. 小児肝外傷に対するTAEの効果と問題点

平川 均, 上野 滋, 檜 友也, 森岡 徹, 堂脇昌一¹⁾, 今井 裕²⁾, 小泉 淳²⁾
岩田美郎²⁾, 明神和紀²⁾, 猪口貞樹³⁾

東海大学医学部 外科学系小児外科学, 同消化器外科学¹⁾, 同基盤診療学系画像診断学²⁾,
専門診療学系救命救急医学³⁾

Transcatheter Arterial Embolization (TAE) for Severe Hepatic Injury in Children

Hitoshi Hirakawa, Shigeru Ueno, Tomoya Hinoki, Tohru Morioka, Shuichi Douwaki¹⁾
Yutaka Imai²⁾, Jun Koizumi²⁾, Yoshirou Iwata²⁾, Kazuki Myoujin²⁾, Sadaki Inokuchi³⁾

Department of Pediatric Surgery, Gastroenterological Surgery¹⁾,
Radiology²⁾ and Emergency and Critical Medicine³⁾, Tokai University School of Medicine

Abstract

Ninety-four pediatric cases of blunt hepatic injury were treated over 26 years. Eighty patients recovered with conservative management. Fourteen patients were treated operatively either by hepatectomy (n=4), non-hepatectomy (n=6) or TAE (n=4). Before 1990, 3 of 4 cases with hepatectomy (85%) and 5 of 6 non-hepatectomy (83%) patients were treated through laparotomy. Since 2000 TAE has become the main management technique for severe hepatic injury with arterial bleeding. Three of 4 TAE-treated patients were hemodynamically unstable despite fluid resuscitation before TAE but the bleeding was stopped completely by TAE. Two TAE-treated patients had delayed complications caused by biliary tract injury. One was diagnosed with biliary peritonitis, which recovered by drainage operation. Another patient had right hepatic duct injury causing a huge biloma which was treated by endoscopic retrograde stenting. In conclusion, TAE is considered as a most effective procedure and should be initially attempted instead of hepatectomy for severe hepatic injury even in hemodynamically unstable condition although this nonoperative approach might carry the risk of treatment delay for biliary tract injury.

Keywords : Hepatic injury, TAE, Children

はじめに

肝は、腹部外傷時に最も損傷を受けやすい臓器であり^{1, 26)}、その多くは保存的治療が可能であるが、出血例では開腹手術など非保存的治療が必要となることがある。Interventional radiology (IVR) の一手段である transcatheter arterial embolization (TAE) は、出血点に直接アプローチができるた

め、手術に比して侵襲が少なく小児の重症肝外傷に適した治療法である。本稿では、当院で我々が経験した小児重症肝外傷例への治療変遷をもとに、TAEの効果と問題点を明らかにしたい。

対象と方法

2005年度までの26年間に入院を要した15歳以下の肝外傷94例のうち、非保存的治療を受けた

14例(肝切除4例/非肝切除6例/TAE4例)を対象とし、特にTAEの4症例については臨床経過を提示して、肝損傷度と臨床経過からTAEのもたらした効果、術後合併症と予後から問題点を検討した。なお、肝損傷度は日本外傷学会肝損傷分類に従った²⁾。

結 果

肝切除された4例の術式は、拡大右葉切除1例・右葉切除2例・肝部分切除1例で、非肝切除6例の術式は、肝縫合4例・開腹して右肝動脈結紮1例・ガーゼパッキング1例であった。肝切除4例中3例(85%)と非肝切除6例中5例(83%)は1980年代に行われていて、1990年代になると肝切除と非肝切除が1例ずつ認められた。TAEは1996年に初めて施行され、2000年に入ると開腹例はなくTAEが3例に行われていた(Table 1)。肝損傷度はIb型2例・II型3例・IIIa型3例・IIIb型6例で、IbとII型は全例、非肝切除例であった(Table 2)。III型9例のうち8例(89%)は、肝切除もしくはTAEが行われ、残った1例は、非肝切除に含まれた下大静脈損傷(IIIb+IVC)例で、ガーゼパッキングのみを行ったが受傷後1日目で死亡した。不慮の転帰をとったのはこの1例のみで、残りの9例の開腹例は全例生存し、大きな合併症も認められなかった。一方、TAE4例は全例軽快したが、うち2例に胆汁瘻を併発しドレナージ術を要した。

TAE症例

症例を提示する前に、当院における小児外傷に

おける診療およびTAE適応判断の流れの概要を説明する。小児外傷例が当院救命救急センターに到着後、救命救急医学科医師が対応、同時またはやや遅れて小児外科医が診察、TAE適応の判断を下し、放射線科医オンコールならびに麻酔科医に連絡、血管造影室で放射線科医がTAEを施行し、術後ICUにて小児外科医が全身管理する。

症例1. 14歳女児

横断歩道歩行中、右側から来た2トン車に轢かれて受傷した。来院時、血圧124/80mmHg、Hb値8.0g/dlで、CT検査上、肝右葉に動脈性の出血を伴うIIIa型の損傷を認めた(Fig.1a)。バイタルサインは安定していたが、造影剤の漏出を伴うCT像と貧血から、TAE適応と考えた(Fig.1b)。2つのコイルによりA8を選択的に塞栓して止血され、以後3日間は併存した右肺挫傷のためICUにて呼吸器管理を要した。術後合併症はなく、3週間で退院した。

症例2. 6歳男児

道路を横断歩行中、4トン車に右側から轢かれて受傷した。来院時、血圧70mmHg(触診)、Hb値8.9g/dlで、CT検査上、両側の肺挫傷と右血気胸が併存し(Fig.2a)、肝臓はS6を中心に複雑に亀裂の走るIIIb型の肝損傷を認めた(Fig.2b)。急速輸液によりバイタルサインは安定していたが、TAEの適応と考え、血管造影を右肝動脈から行うと右葉の前・後区域枝に多発する血管外漏出が認められた(Fig.2c)。しかし、TAEを選択的に行うことはできず、右肝動脈本幹にgelform

Table 1 Operative management for severe hepatic injury in every year

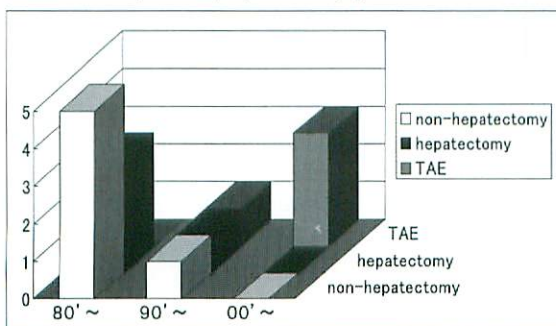
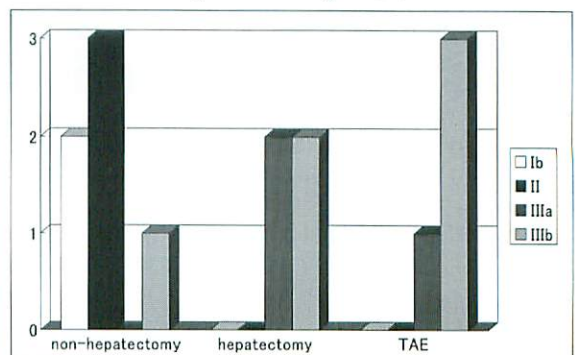


Table 2 Correlation between hepatic injury severity and management



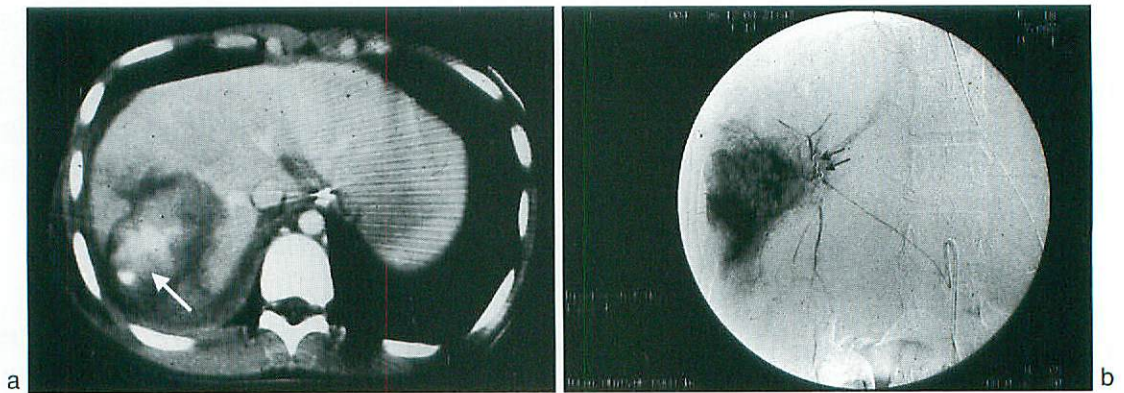


Fig.1 a : A CT image shows a grade IIIa hepatic right lobe damage with extravasation (arrow).
b : Right hepatic angiography after TAE (S8) demonstrates disappearance of the extravasation (arrows : microcoils).

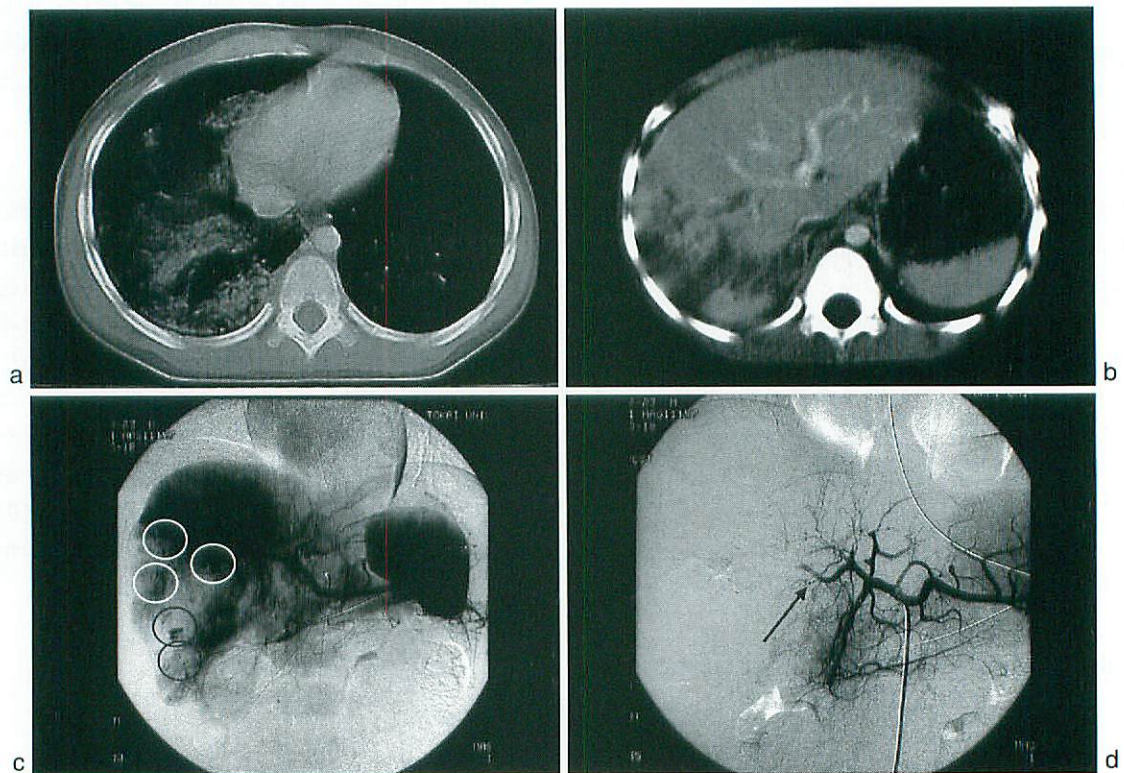


Fig.2 a : Thoracic CT shows right hemopneumothorax (Case 2).
b : Abdominal CT shows a grade IIIb liver laceration around S6 (Case 2).
c : Celiac arteriography shows many points of extravasation (circles) within the right lobe (Case 2).
d : Right hepatic angiography demonstrates disappearance of extravasations after the right hepatic arterial embolisation (arrow) by gelfoams (Case 2) .

6分の1枚注入して、右葉はほぼ全体に動脈からの血行が消失して止血された(Fig.2d)。術後合併症なく26日目で退院となった。

症例3. 8歳男児

自転車走行中、道路に飛び出し、右から来た軽自動車に撥ねられ受傷した。来院時、血圧107/90mmHg、Hb値8.9g/dlで、意識は清明であった。CT検査上、肝臓は左葉全体に虚血性変化を認め、肝実質内から線状に造影剤の漏出があり(Fig.3a)、腹腔内に血液が貯留していた。他には合併損傷を認めなかった。来院後30分で血圧が70台に低下し意識が混濁、腹満が増強してきたため、輸血を開始しながら、TAE目的で血管造影を行った。腹腔動脈造影では、左肝動脈が分岐後すぐに途切れ、切断端から造影剤が吹き出して左横隔膜下に沿って外側に流れては消えていったため(Fig.3b)、左肝動脈に対しTAEを行った。なかなか完全止血が得られず、コイルは計6つ使用して止血した(Fig.3c)。

その後、安定した経過を辿っていたが、術後5日目から腹満が増強、CT検査で、両側横隔膜下から骨盤まで腹腔全体に貯留する腹水を認めた(Fig.3d)。試験穿刺にて黄色透明の胆汁が引けたため、腹膜刺激症状を認めないものの、胆管損傷に伴う胆汁性腹膜炎と診断して、開腹術を行った。当初、胆管の損傷部位を同定しようと試みたが、肝周囲の癒着が強く、また肝門部周囲の剥離は再出血を招くと考えペンローズドレナを置くだけのドレナージ術に変更した。ドレナからの胆汁の排泄は術後2週間目からほとんど見られなくなり、術後3週目に行った^{99m}Tc-PMT111MBqによる肝胆道シンチで、腸管への核種の排泄は良好で、腹腔内への漏れはなかった。術後47日目で合併症なく退院となった。

症例4. 10歳女児

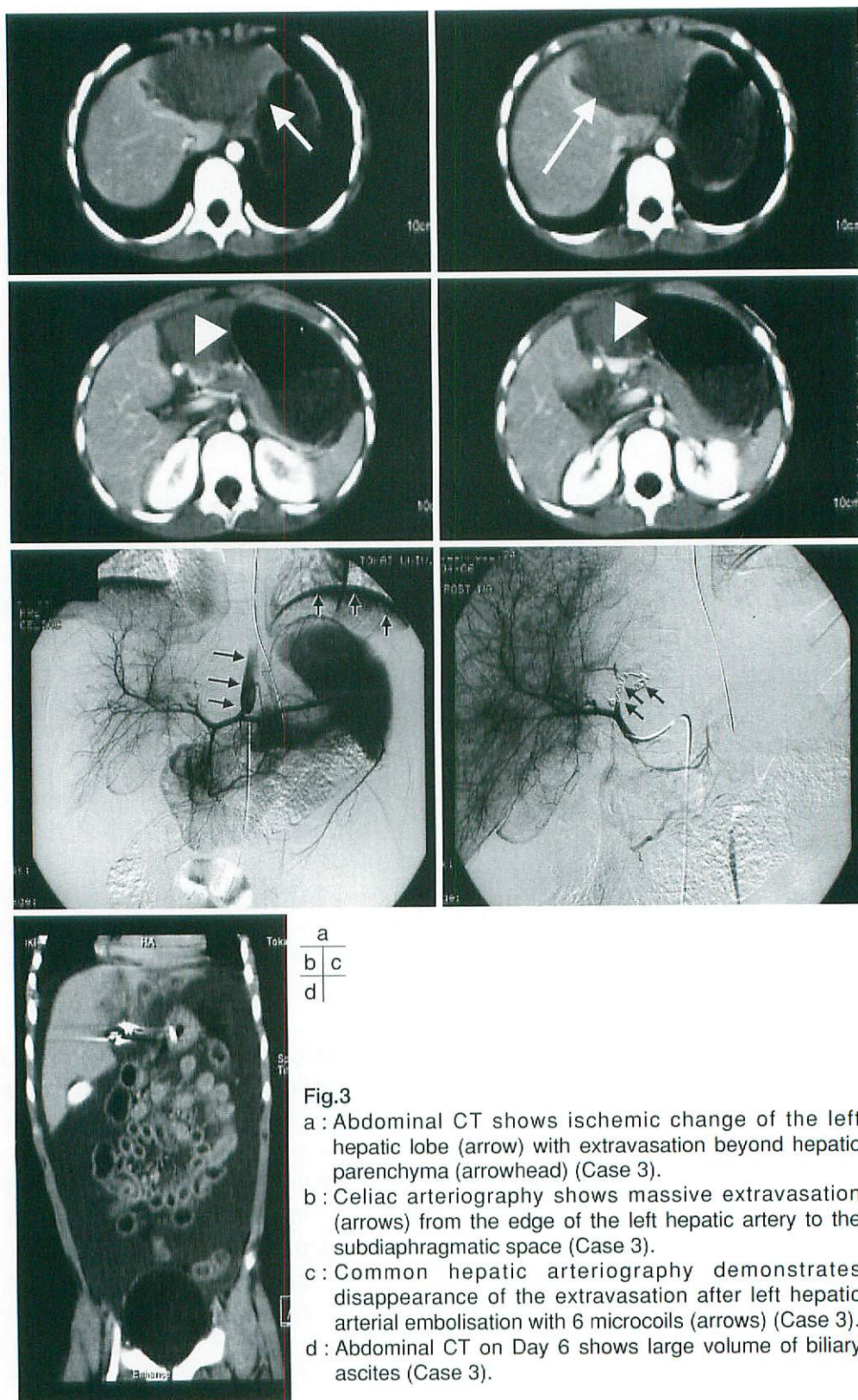
自転車走行中、道路に飛び出し、走行中の乗用車に自転車ごと撥ねられ受傷した。来院時、血圧90/60mmHg、Hb値6.5g/dlで、急速輸液で血圧は100前後を維持した。CT検査上、肝外傷はⅢb型で、内側区域から前区域にかけて大きな挫滅創を認め、肝実質内に造影剤の漏出が認められた(Fig.4a)。TAEの適応と考え血管造影を行ったところ、

腹腔動脈造影では、A4ならびにA8から造影剤の流出があり、さらにA8からは造影剤が右から左へと横隔膜下を伝って流れ出していた(Fig.4b)。また脾臓内からも造影剤の漏れが判明した。脾を含めそれぞれの血管に対し選択的にgelformを注入し、A8にはコイルの追加も要した(Fig.4c)。

止血に成功して貧血の進行は止まり、安定した経過を辿っていたが、術後14日目より腹満が進行、術後17日目には妊婦のような腹部膨満を呈した。同日のCT検査では、腸管を右背側に大きく圧排する巨大な嚢にくるまれた、網嚢腔に貯留したと考えられる胆汁腫を認めた(Fig.5a)。開腹術を行わず、穿刺によるドレナージを2カ所から行ったところ5000ml吸引された。^{99m}Tc-PMT111MBqによる肝胆道シンチグラムにより、大量に腹腔内に胆汁が漏れていることが推定され(Fig.5b)、ERC(内視鏡的逆行性胆道造影)を施行したところ、総胆管に異常なく、右肝管部での断裂を認めた(Fig.5c)。そのため、ERCに引き続き、ERBD(内視鏡的逆行性胆道ドレナージ)用の内瘻ステントを留置した(Fig.5d)。その後、ドレナージのため腹腔に入れたチューブからの胆汁排泄は減少し、受傷後48日目に抜去、肝胆道シンチグラムで内瘻ステントを介して胆汁が十二指腸へ排泄されているのを確認し、受傷後84日目で内瘻ステント挿入したまま退院、外来で経過観察とした。外来経過中、ステントの閉塞など胆汁排泄に伴ったトラブルはなく、挿入留置から半年後に内視鏡的に内瘻ステントを抜去、その後も胆汁は良好に排泄され、黄疸や肝内胆管の拡張も認めていない。

考 察

重症肝損傷に対する治療は、手術以外にはないとされ全て開腹されていた時代から³⁾、形態的に損傷が激しくても保存的治療で治る症例のあることが認識されて開腹の適応が狭められた^{3,4)}。1990年代以降IVRが普及すると、肝損傷など腹部外傷に対しても積極的に用いられ、TAEにより開腹手術を回避できる症例のあることが明らかとなってきた⁵⁾。TAEは、生体に対する侵襲が少なくかつ有効で、重症肝損傷治療の際に、第一選択となり得る手技と考える⁶⁾。外国では手術を第一選択とする施設も多く、TAEは非手術的治療の補助



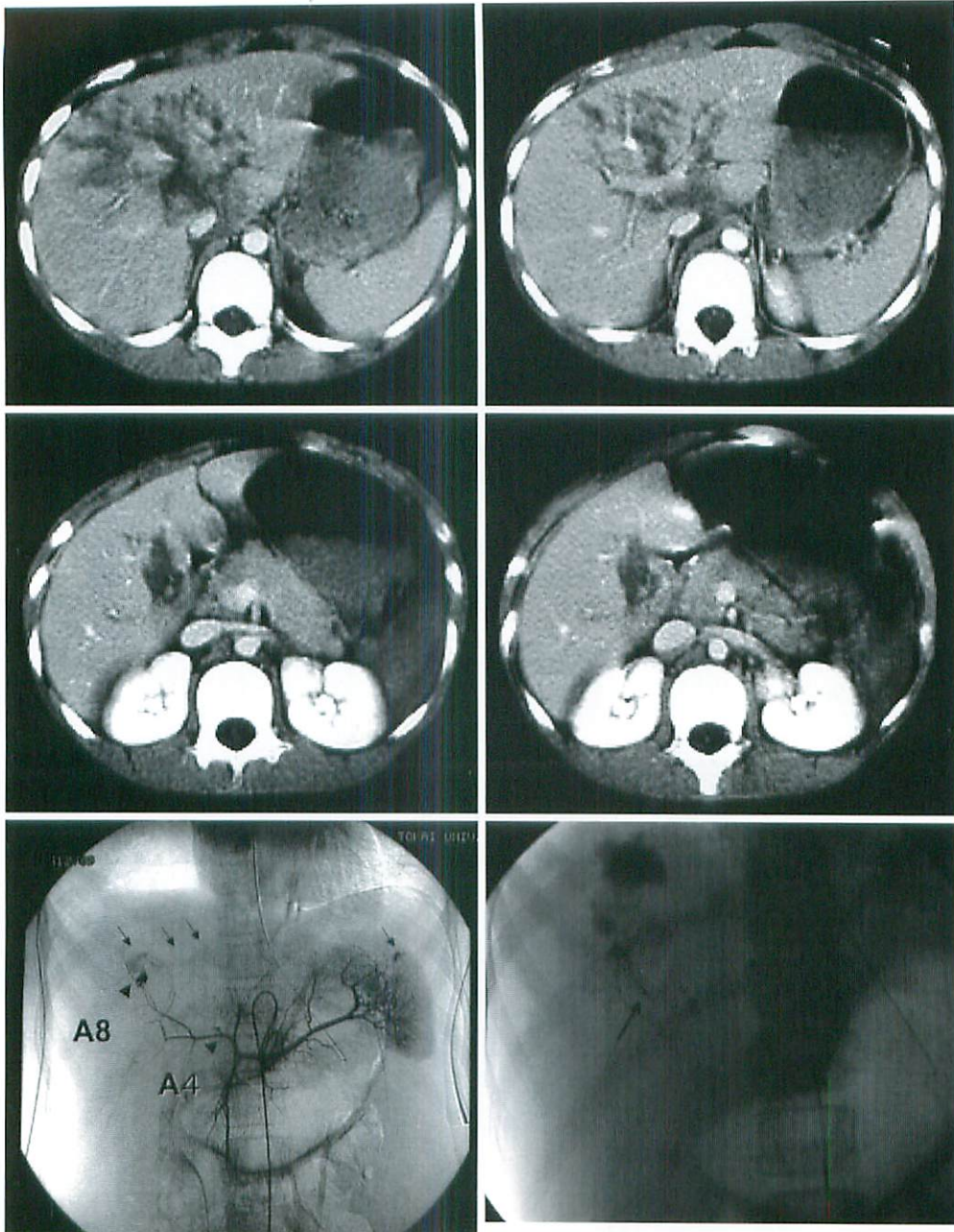


Fig.4

a
b c

- a : Abdominal CT shows a large laceration extending to the inferior vena cava (Case 4).
 b : Celiac arteriography shows extravasation from A8 and A4 (arrowheads) to the right subdiaphragmatic space (arrows) (Case 4).
 c : Right selective hepatic angiography obtained after TAE using gelfoam and microcoils demonstrates disappearance of the extravasation (arrows) (Case 4).

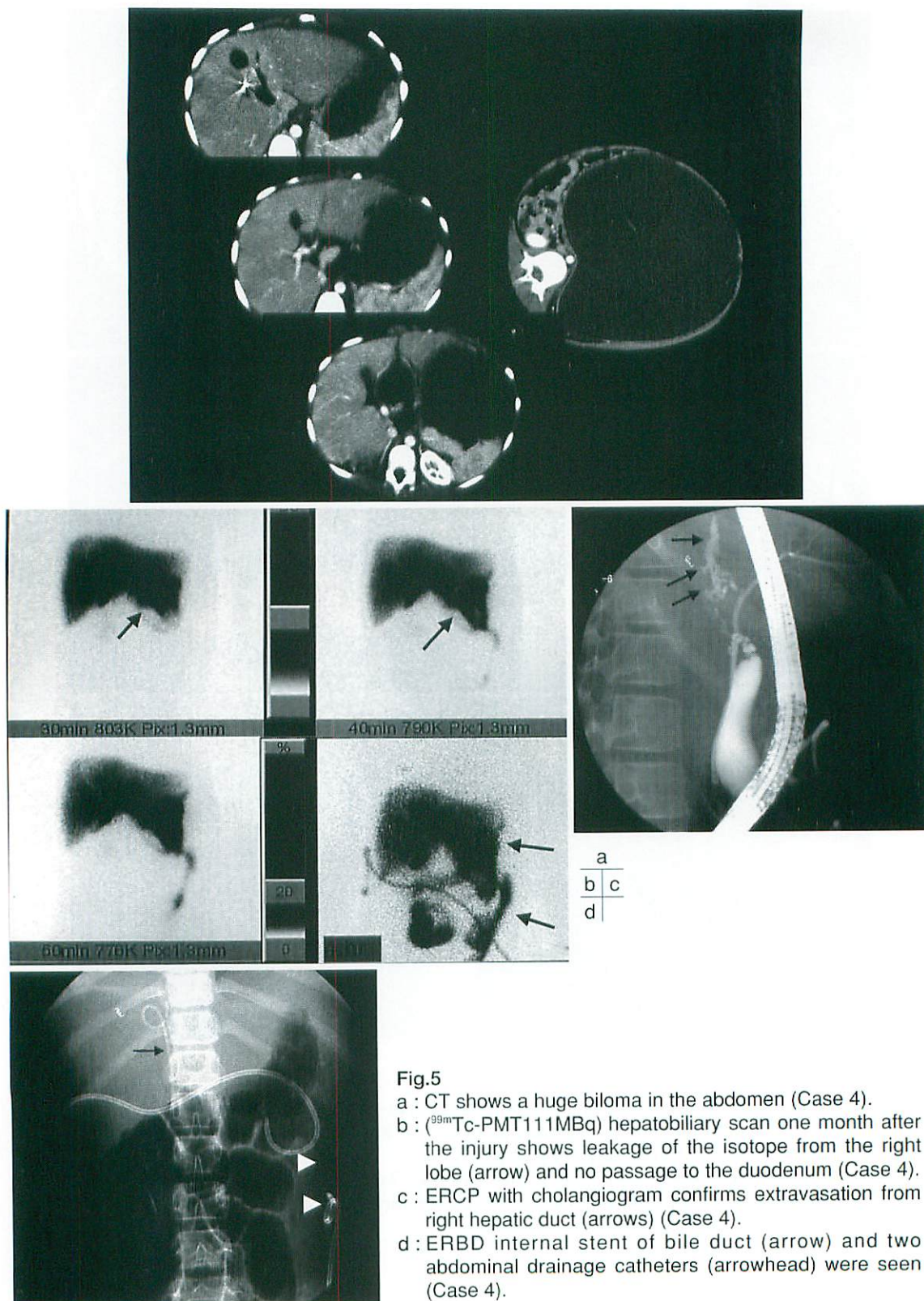


Fig.5

- a : CT shows a huge biloma in the abdomen (Case 4).
 b : (^{99m}Tc -PMT111MBq) hepatobiliary scan one month after the injury shows leakage of the isotope from the right lobe (arrow) and no passage to the duodenum (Case 4).
 c : ERCP with cholangiogram confirms extravasation from right hepatic duct (arrows) (Case 4).
 d : ERBD internal stent of bile duct (arrow) and two abdominal drainage catheters (arrowhead) were seen (Case 4).

手段とする向きがある⁷⁻⁹⁾。本邦では、成人への適応は広く受け入れられている^{6, 10-12)}。しかし、小児重症肝損傷へのTAEは、全麻の必要性や手技の困難さから、その適応が限定され、一般的な治療に到っていないのが現状である^{13, 14)}。

今回我々は、入院した小児肝外傷94例のうち14例(15%)に非保存的治療を要し、TAEを行った4例の肝損傷度は全て深在性損傷で、1990年以前ならおそらく肝切除が適応されていたと思われる。2000年以降に開腹例はなく、小児であってもTAEは効果的で、重症肝損傷の第一選択の治療手技と考えてよいと思われる。さらに、小児における肝などの腹部実臓器損傷の治療において放射線科医の果たす役割はきわめて大きいと考えられる。

一方、肝損傷に対するTAEの問題点として、①カテーテル操作に伴う合併症(動脈内膜損傷・動脈閉塞)②組織壊死に伴う膿瘍形成③他臓器への塞栓物流出(胆嚢炎・胃十二指腸粘膜障害)④静脈系(下大静脈・肝静脈)と門脈出血に無効⑤胆管損傷に無効などが挙げられる^{15, 16)}。

また、TAEの年齢にともなう技術的困難さについて、今回、6歳児(症例2)が最年少であったが、手技は合併症なく安全に行えた。また、筆者らは、外側区域の肝芽腫が破裂出血した生後4ヵ月、体重が5100gの女児に、A2に選択的にTAEを行い止血、救命したことを報告したが¹⁷⁾、放射線科医は小児専門というわけではなく、普段は成人に対し血管造影をしている者が担当した。すなわち、全身麻酔を導入できる環境と日常業務で血管造影を行っている医師がいれば、最低限の小児TAEを行える環境にはあり、体が小さいからという理由だけでTAEを試みることができないということはないと思われた。

TAEが非適応であると判断する病態として、輸液を急速に補充しても出血性ショックが遷延して、一過性に血圧の上昇は認めるものの血圧が安定しない場合には、開腹までの時間短縮のためFAST(focused assessment with sonography for trauma)だけ行い、CT検査など手間をとるようなものは当然、モニター装着や血液型確認などの手間も省いて手術室に直行すべきだという考えが示されている^{18, 19)}。このような肝損傷の場合、概

して下大静脈や門脈の損傷が多いからであるとされる²⁰⁾。しかし、循環動態が不安定だからTAEは非適応で開腹すべきというのは一考の余地がある。症例3のように肝動脈本幹で損傷した時のように、動脈性でも大量に出ていれば循環動態は不安定で、急速輸液で一時的に血圧が上がっても、すぐに下がっていく状態が考えられ、TAEはいくら輸液を負荷しても、一過性にも血圧の上がない症例以外は、成人でも小児でも積極的に取り入れるべきであると考ええる。大塚らも²¹⁾、TAEが成功した2例を含む21例の小児重症肝損傷の患児の治療変遷を検討した結果、TAEは合併症を起こすことなく確実かつ迅速に止血可能であり、静脈からの出血は血腫によるタンポナードにより自然止血が期待できること、またたとえTAEが失敗しても次には開腹するというオプションがあることから、小児においても最初に試みるべき治療であるとしている²¹⁾。

肝には解剖学的に血管に沿って胆管が走行している。重症肝損傷があって血管が損傷して出血していれば、隣接する胆管も損傷することは当然考えられることである。しかし、重症肝損傷の患児をみた時まず行われるべき処置というのは命にかかわる出血への対処である。TAEはあくまで動脈損傷の修復であり、胆管損傷は修復されないまま胆汁腫や胆汁瘻として残る。幸い胆汁が腹腔に漏れても直ちに生命に関わることはない。今回経験したTAE4例のうち2例に胆管損傷の合併があり、1例はドレナージのみで(症例3)、もう1例は、腹腔ドレナージとERBDとして総胆管内に内瘻ステントを留置し、入院日数は要したが合併症なく軽快した(症例4)。症例3では、開腹しても肉眼的に胆汁の瘻出部位の同定は困難で、結果的には開腹することなく、貯留した胆汁の穿刺ドレナージが処置として適切であったと考えられた。TAE後の胆管損傷についてはいくつか症例報告があつて²²⁻²⁴⁾、経過観察により自然に、または胆汁ドレナージで多くの症例は軽快しているが、難治例には内視鏡的胆管塞栓術が有効であったとする記載もあった²⁵⁾。Sharifらは²⁶⁾、重症肝損傷後の胆道損傷は稀であるが、外科治療を施さなかった症例で晩期合併症として引き起こされ、感染・敗血症・出血など生命を脅かす危険がある

ので、受傷後2～4日目で肝胆道シンチグラムを行うことで早期診断と対処が可能となり、胆汁瘻に伴う弊害を最小限に抑えられ入院日数を減らすことができるとしている。

TAEの止血効果は高いが、それに付随する胆管損傷の存在とその対処について、常に念頭に置く必要があり、胆管損傷に関しても非手術的に治療できると考えられた。

まとめ

TAEは小児においても、従来なら肝切除が必要だった症例に対して低侵襲で、しかも同等の治療効果を施すことが可能で、血行動態が不安定な深在性肝損傷に対してまずはじめに行うべき治療選択と考えられた。止血効果が得られたとしても、その後の胆管損傷による胆汁瘻や胆汁腫の発生を伴うことがあるが、ドレナージや内視鏡的內瘻ステントにより対処可能であると考えられた。

●文献

- 1) 平川 均, 上野 滋, 横山清七, 他: 小児腹部外傷の特徴と治療方針. 小児外科 2001; 33: 611-616.
- 2) 日本外傷学会肝損傷分類委員会: 日本外傷学会肝損傷分類. 日外傷会誌 1997; 11: 29.
- 3) Malhotra AK, Fabian TC, Croce MA, et al: Blunt hepatic injury: a paradigm shift from operative to nonoperative management in the 1990s. *Ann Surg* 2000; 231: 804-813.
- 4) Karp MP, Cooney DR, Pros GA, et al: The nonoperative management of pediatric hepatic trauma 1983; 18: 512-518.
- 5) Brasel KJ, DeLisle CM, Olson CJ, et al: Trends in the management of hepatic injury. *Am J Surg* 1997; 174: 674-677.
- 6) 久志本成樹, 小川太志, 原田尚重, 他: 鈍的肝損傷治療における開腹術とIVRをどのように選択するか. 日救急医学会誌 2003; 24: 28-33.
- 7) Carrillo EH, Spain DA, Wohltmann CD, et al: Interventional techniques are useful adjuncts in nonoperative management of hepatic injuries. *J Trauma* 1999; 46: 619-624.
- 8) Claridge JA, Young JS: A successful multimodality strategy for management of liver injuries. *Am Surg* 2000; 66: 920-926.
- 9) Pryor JP, Stafford PW, Nance ML: Severe blunt hepatic trauma in children. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 974-979.
- 10) 大友康裕: 日本における腹部外傷診断の現状とその問題点. 日外傷会誌 2001; 15: 97-109.
- 11) 新垣淳也, 古川正人, 酒井 敦, 他: 鈍的肝外傷46例の検討. 日腹部救急医学会誌 2002; 22: 523-529.
- 12) Hagiwara A, Yukioka T, Ohta S, et al: Nonsurgical management of patients with blunt hepatic injury: efficacy of transcatheter arterial embolization. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169: 1151-1156.
- 13) 吉澤康男, 真田 裕, 千葉正博, 他: 肝鈍的外傷の検討—手術適応と治療法について—. 小児外科 1999; 31: 69-75.
- 14) 伊藤泰雄: 腹部外傷. 救急医学 2005; 29: 1753-1756.
- 15) 平川 均, 上野 滋, 横山清七, 他: 肝芽腫と塞栓術. 小児外科 2003; 35: 579-584.
- 16) 見城 明, 齋藤拓朗, 土屋貴男, 他: 肝動脈塞栓術. 消化器外科 2003; 26: 887-893.
- 17) 平川 均, 横山清七, 上野 滋, 他: 塞栓術が奏功した肝芽腫の2例. 小児がん 2001; 38: 364.
- 18) 星名聖剛, 箕輪良行, 平 泰彦, 他: 肝外傷. 外科 2005; 67: 1038-1042.
- 19) 杉山 貢, 森脇義弘, 鈴木範行: 腹部外傷に対するダメージ・コントロール. 外科治療 2003; 88: 933-941.
- 20) 林 忍, 北野光秀, 長島 敦, 他: 門脈血管損傷を伴う腹部外傷の手術治療—重症肝損傷, 脾損傷を中心に—. 日腹部救急医学会誌 2004; 24: 885-892.
- 21) Ohtsuka Y, Iwasaki K, Okazumi S, et al: Management of blunt hepatic injury in children: usefulness of emergency transcatheter arterial embolization. *Pediatr Surg Int* 2003; 19: 29-34.
- 22) 井原信鷹, 八代直文, 葛西 猛, 他: 肝動脈塞栓術が奏功した日本外傷学会分類Ⅲb型肝損傷の1例. 救急医学 2004; 28: 745-748.
- 23) 中村達也, 畑 倫明, 瓜園泰之, 他: 重症肝損傷におけるDamaged Control Surgery—非切除手術を中心に—. 日腹部救急医学会誌 2005; 25: 899-904.
- 24) 山本雄豊, 高橋 均, 植嶋利文, 他: 肝損傷Ⅲb型に対してTAE施行後, 胆汁性腹膜炎を呈し, 右肝管損傷が診断された1例. 日外傷会誌 2003; 17: 197.
- 25) 山本紳一郎, 西巻 博, 片岡祐一, 他: 鈍的重症Ⅲb型肝損傷後に生じた胆汁瘻に対して, 内視鏡的胆管塞栓術が有効であった2例. 日外傷会誌 2003; 17: 197.
- 26) Sharif AP, Pimpalwar P, John K, et al: Benefits of early diagnosis and preemptive treatment of biliary tract complications after major blunt liver trauma in children. *J Pediatr Surg* 2002; 37: 1287-1292.