

臨床トピックス

最新のリンパ漏に対する IVR (Interventional Radiology：画像下治療)

井上 政則*

はじめに

IVR とは、カテーテルなどの医療機器を用いて、皮膚からの小さな穴から血管や臓器に直接介入して行う治療法であるが、低侵襲性治療であり、様々な領域で現在の医療に貢献している。その中でリンパ系に対するインターベンションは最近 10 年で劇的に進歩してきた。リンパ系は全身に分布しており、体液の恒常性維持にとどまらず、免疫応答の調節や代謝産物の輸送にも関与する、極めて重要な生理的システムである。そのため、術後に発生するリンパ漏は全身のさまざまな部位で起こり得る合併症であり、漏出部位によってリンパ液の性状や重症度も異なる。こうした背景の中、術後リンパ漏に対するインターベンションは比較的新たな治療選択肢として注目されている。簡便に実施可能な超音波ガイド下のリンパ節内リンパ管造影(intranodal lymphangiography：IL)の登場を契機にインターベンションは近年急速に国内で普及してきた^{1,2)}。とりわけ乳び胸水に対する胸管塞栓術は、低侵襲でありながら高い治療効果を有するため、一部施設では第一選択としても用いられている。一方で、リンパ漏の治療戦略は漏出部位により異なるアプローチを要し、現時点では統一的な治療アルゴリズムは確立されていない。本

稿では、リンパ系の解剖と各種リンパ管造影法、術後リンパ漏に対する代表的なインターベンションに焦点を当てて、可能な限り体系的に整理・紹介する。

1. 胸腹部リンパ管解剖

リンパ液は、組織間質に滲出した血漿成分が毛细リンパ管に回収されて生じる。これらは体内各部のリンパ管を経由し、最終的に主要なリンパ本幹に集約されて静脈系へ還流する。リンパ本幹は左右に複数存在し、右側は右上半身、左側は胸管を介して左半身および下半身のリンパ液を集めている。下肢からのリンパは左右の腰リンパ本幹へ流入し、小腸や肝臓からのリンパとともに最終的に乳び槽へと合流する(図1)。

乳び槽は第12胸椎から第2腰椎の高さに位置し、ここから発する胸管は人体最大のリンパ管であり、成人では約 40 cm の長さを有する。胸管は椎体前面、下大静脈後方を走行し、大動脈裂孔を通過して後縦隔に入り、次第に左側へ移動しながら上縦隔を経て頸部へと至る。この特異な走行は、胎生期に胸管が左右両側に存在し、尾側 2/3 が右胸管、頭側 1/3 が左胸管由来であるという発生学的背景による³⁾。頸部では胸管は弓状に屈曲しながら外側へ向かい、頸動脈鞘の後方、交感神経幹や椎骨動脈、鎖骨下動脈の前方を通過して静脈角付近で静脈系へ流入する。静脈との吻合様式にも多様性がある。また胸管の形態にも両側型、右側型、蔓状型、窓形成型など多彩な解剖学的バリエーション

— Key words —

IVR, リンパ漏, 塞栓術

*Masanori Inoue：藤田医科大学医学部 放射線医学教室 教授

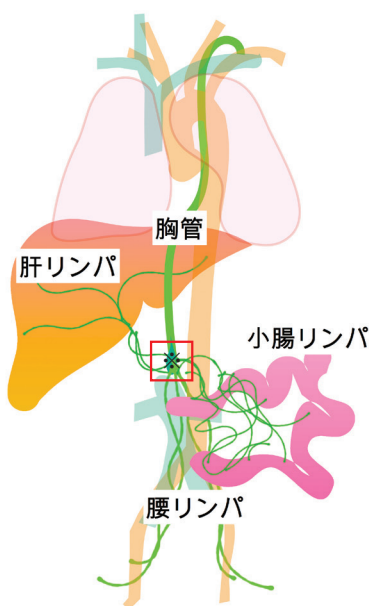


図1 腹部リンパ系解剖

肝臓、小腸、腰リンパ流が合流して乳び槽(*)を形成する。
胸管は乳び槽から始まり多くの例で鎖骨下静脈に合流する。

が報告されている²⁾。これにより、開口部が左鎖骨下静脈だけでなく右側にも存在する例もある(図2)。このような解剖を踏まえると、食道癌や大血管、肺癌手術後にみられる乳び胸水、耳鼻咽喉科術後の乳び漏が、胸管やその分枝損傷に由来するものであることは当然とも言える^{4,5)}。静脈系から逆行性に胸管へのカテーテルのアプローチも可能だが、合流部は内頸静脈、外頸静脈、鎖骨下静脈遠位部など症例により異なり、一様な手技によるアプローチは適さない。さらに、吻合様式にも多様性があるため、逆行性カニューレションが困難な解剖も存在することに留意すべきである⁶⁾。乳び槽周囲のリンパ管合流パターンもまた非常に多様である⁷⁾。

腹部のリンパ流は大きく3系統に分類され、軟部組織、肝臓、小腸を起源とするリンパ流が複雑に交差している⁸⁾。特に小腸から吸収されたカイロミクロンを含む乳び系や、肝臓からの高タンパクリンパ液による肝性リンパ漏は、軟部組織由来のリンパ漏と区別して捉える必要がある。肝性リンパ漏はあまり一般に知られていないが、肝のリンパ系は表在性と深在性に分類され、後者はさらに門脈系と肝静脈系に分かれる。通常問題となる

のは門脈に沿う深在リンパ管であり、これらは肝門部で肝十二指腸間膜内のリンパ管に接続し、リンパ節を経て乳び槽へ至る。したがって、肝胆膵手術や肝門部操作を伴う術式では、この流出路の理解が不可欠である⁹⁾。慢性肝疾患では肝性リンパ流が増加するため、肝性リンパ漏のリスクも高まる。

II. リンパ管の画像化

近年、リンパ系の評価には多様な画像診断技術が臨床に応用されている。古典的なリンパ管シンチグラフィ、足背からの直接的リンパ管造影に加えて鼠径リンパ節からのリンパ節内リンパ管造影(IL)、逆行性胸管造影、肝内リンパ管造影、T2強調像による非造形MRリンパ管造影(MRL)、ガドリニウム造影によるMRリンパ管造影(Gd-MRL)など新しいリンパの画像化が急速に進化している。現在ではMRLやGd-MRLは比較的新しい技術ながら、先天性あるいは特発性のリンパ漏を含む広範な病態に対して、非常に価値ある情報を提供できる。これらの技術の詳細に関して紙面の都合上割愛するが、以下にて代表的な症例を提示するので参考にして頂きたい。

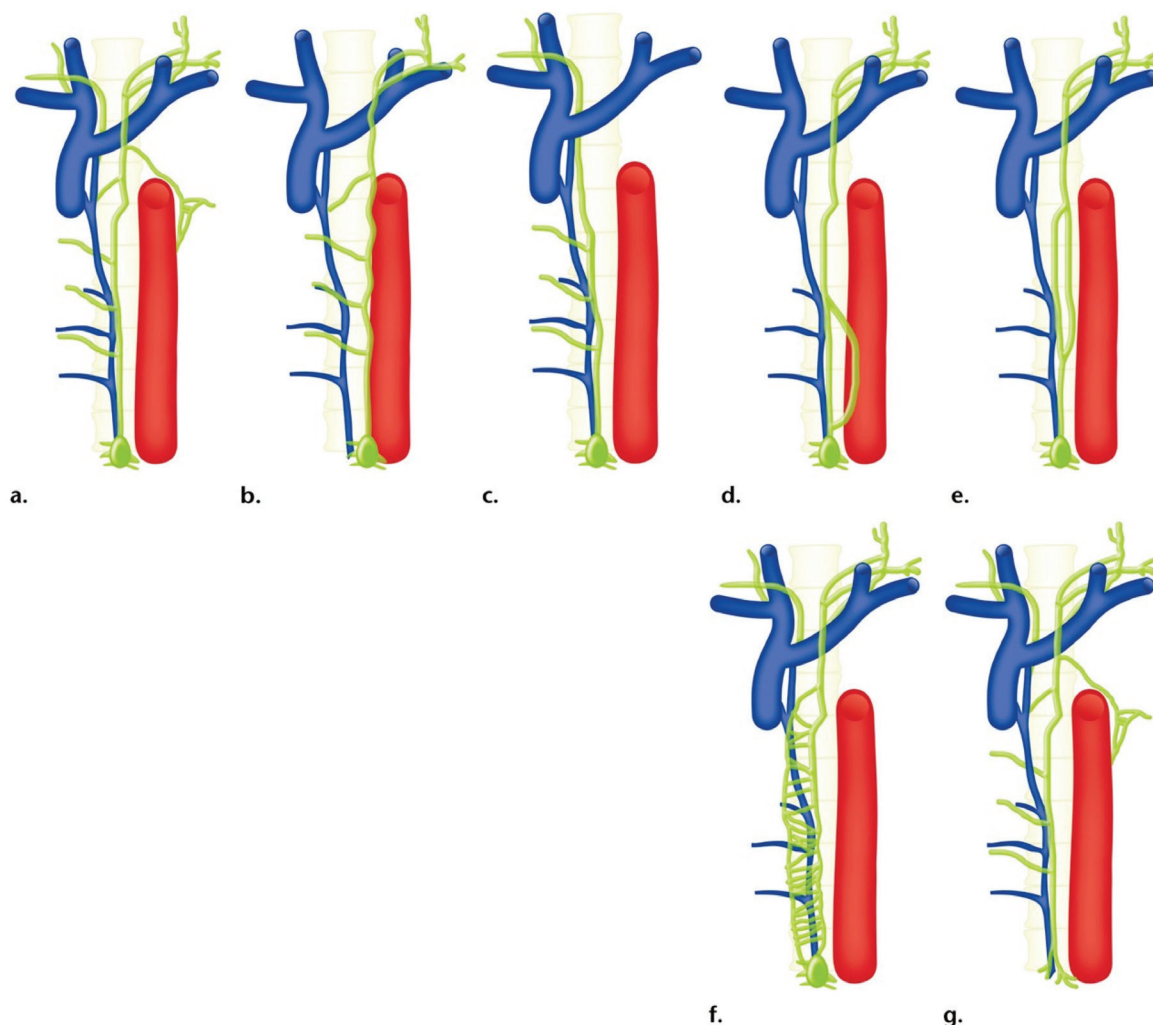


図2 胸管の解剖学的バリエーション(文献 2, fig3 a-g から引用, 改変)

a 正常, b 左側胸管, c 右側胸管, d 近位重複胸管, e 遠位重複胸管, f 蔓状変異, g 乳び槽欠損
赤：大動脈 青：静脈 緑：リンパ管

Ⅲ. 術後リンパ漏に対するインターベンション

■ 乳び胸水

- 原因：乳び胸水は多様な要因により発症し、外傷や術後のほか、悪性腫瘍、先天的なリンパ管異常などが原因として挙げられる¹⁰⁾。高田らの報告によれば、日本における乳び胸水のうち、外傷性が59%を占め、その中で手術に起因するものが54%とされている¹¹⁾。食道癌術後に多くみられ、次いで肺切除術後や心・大血管手術後に発生する。
- 診断：胸腔ドレナージ液が乳白色を呈していれば診断は比較的容易である。ただし、絶食中では排液の外観が典型的でないこと

損傷されるリンパ管は術式によって異なり、食道癌や大血管手術後では胸管本幹の損傷が多く、肺癌手術後では郭清されたリンパ節近傍の胸管分枝の損傷が主な原因となる。乳び胸水が大量に貯留した場合、タンパク質や脂質、脂溶性ビタミンの喪失による栄養障害や、リンパ球喪失による免疫低下、さらには循環不全などの重篤な病態に進展する可能性がある。

もあり、その場合は胸水中のトリグリセライド濃度が 110mg/dL 以上であれば乳びと診断され、50mg/dL 以下であれば否定的とされる。さらに、リポ蛋白分画でカイロミクロンを確認できれば、乳び胸水と確定診断できる。

3. 治療方針：基本的には保存的治療から開始し、効果が乏しい場合に手術やインターベンションを検討する。排液量が 1,000mL/日を超える場合は、より積極的な治療介入が必要とされる。治療方針は、損傷部位が胸管本幹か分枝かによって異なるため、症例ごとに判断が求められる。

- (1) 保存的治療：絶食、中心静脈栄養、高カロリー輸液、脂肪制限食、MCT (中鎖脂肪酸) を含む食事制限などが基本である。また、ソマトスタチン誘導体であるオクトレオチド皮下注が有効であるとの報告もある¹²⁾。排液量が 1,000mL/日以下であれば保存的治療の効果が期待できるが、これを超える場合には他の治療法を考慮する^{13, 14)}。
- (2) 外科的治療：胸管損傷に対しては、胸管結紮術が確立された治療法とされている。しかし再手術であり、低侵襲とは言い難い。また、術中に損傷部位の特定が困難なこともある。術前にリンパ管造影を行い、損傷部位を明確にすることが選択肢となる。肺癌術後では、リンパ節郭清に伴う胸管分枝損傷が多く、損傷部位が比較的限定されているため、手術侵襲も少ない。なお、胸膜癒着術は根治的治療とは言えず、将来的に再手術を要する可能性がある症例では適応を慎重に判断すべきである。
- (3) インターベンション：
- a. 胸管塞栓術：1990 年代に Cope らが動物実験で安全性を検証し、臨床応用の先駆けとなった^{15, 16, 17, 18)}。Itkin らによると、成功率は約 70% とされている⁴⁾。経腹的穿刺のため臓器を通過するリスクはあるが、細径針の使用により重篤な合併症の報告は少ない⁴⁾。ただし、血管損傷や胆汁性腹膜炎、膵炎などのリスク

があるため慎重な操作が必要である¹⁹⁾。胸管塞栓の手順を示す。鼠径部よりリンパ管造影を行い、透視下で乳び槽を 21G の経皮経肝胆道ドレナージ (PTBD) 針にて穿刺する (図 3a)。マイクロガイドワイヤーを挿入し、over-the-wire でマイクロカテーテルを胸管内に誘導する (図 3b)。液体状塞栓物質である N ブチル-2-シアンアクリレート (NBCA) により胸管損傷部から乳び槽までの範囲を塞栓する (図 3c)。必要に応じてコイルを併用する。乳び槽穿刺が最も難易度の高い手技である (図 4)。実際の症例を図 9 に示す。術中に胸管を結紮・切除された食道癌症例で発生する乳び胸水では、結紮部より漏出することがある。しかし、リピオドールの粘性によりリークが造影では明瞭にならない場合もあり、結紮部の尾側胸管を穿刺して塞栓を行うことでリーク部の同定と治療が可能となる例もある (図 5)。

- b. 逆行性胸管分枝塞栓術：肺癌術後の乳び胸水では、胸管分枝の損傷が主な原因であり、胸管本幹が開存している場合には、経腹的アプローチよりも侵襲の少ない逆行性アプローチが第一選択となる。リンパ管造影で静脈合流部に停滞したリピオドールを目印に胸管を逆行性に選択し、マイクロカテーテルを挿入、造影後に損傷分枝を同定し NBCA で塞栓する (図 6a, b)。

■ 腹部リンパ漏

腹部におけるリンパ漏は、大きく分けて軟部組織由来、肝臓由来、腸管由来の 3 つの系統に分類される (図 1)。それぞれのリンパ流路で漏出が生じる可能性があるため、術式に応じて損傷部位を推定し、適切なリンパ管造影を行い漏出部を同定することが重要である。腹部リンパ漏に対するインターベンションの基本的な治療戦略は、Hur ら¹⁵⁾により提示されている。(1) 漏出部に局限した液体貯留腔 (lymphopseudoaneurysm) への NBCA による直接塞栓、(2) 漏出部上流のリンパ管の塞栓 (embolization of upstream lymphatic vessels)、(3) 上流リンパ節からの塞栓 (embolization of upstream

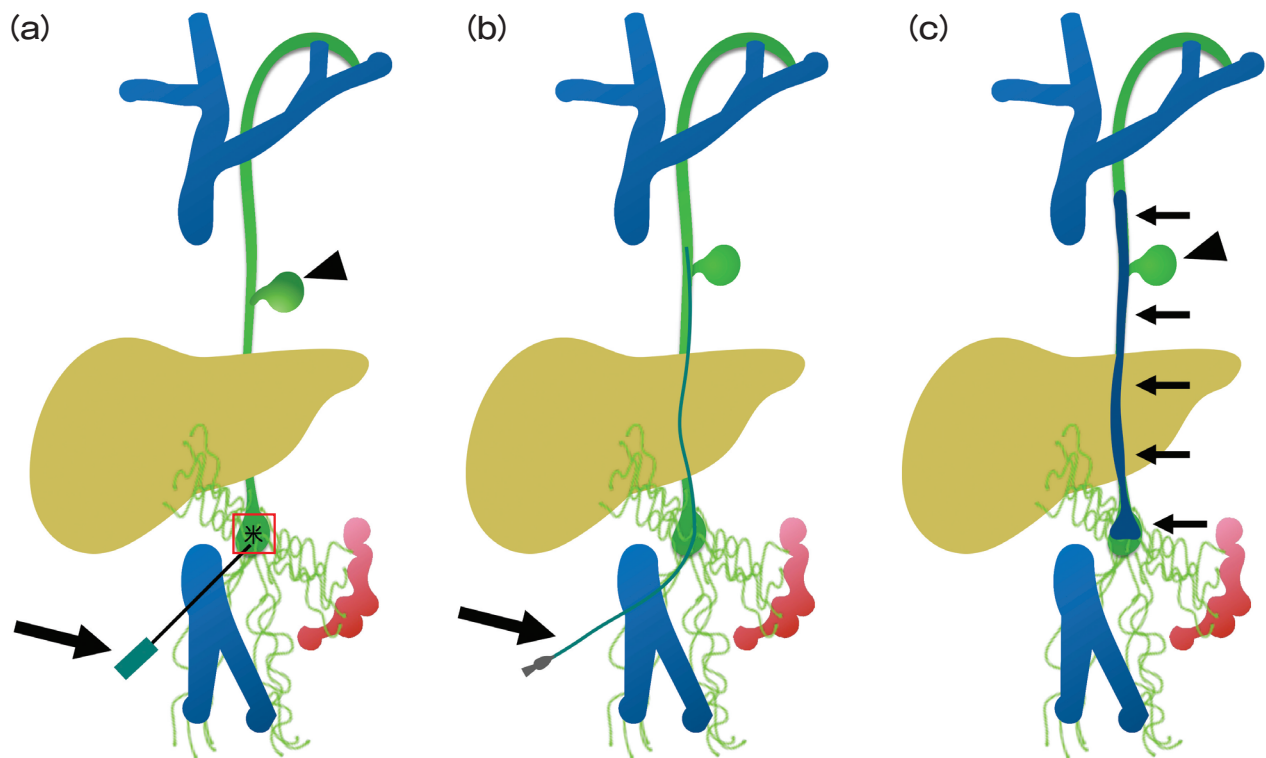


図3 胸管塞栓術

- 乳び槽穿刺：リンパ管造影後に、描出された乳び槽(*)を21ゲージPTBD針(矢印)にて穿刺をする。縦隔に漏れが描出されている(矢頭)
- マイクロカテーテル挿入：PTBD針からマイクロガイドワイヤーを胸管に挿入した後に、マイクロカテーテル(矢印)を胸管にover-the wireで挿入する。
- NBCAによる胸管塞栓：胸管損傷部(矢頭)から乳び槽まで全長をNBCA(矢印)にて塞栓を行う。

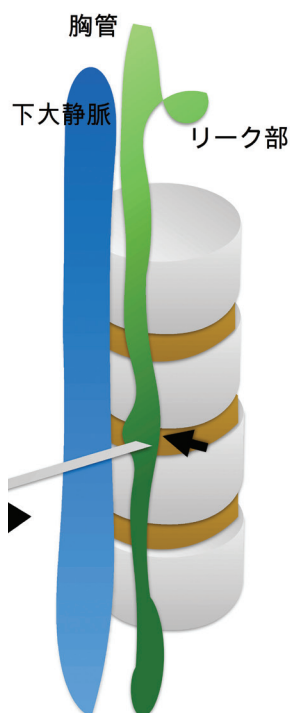


図4 胸管穿刺のコツ

21ゲージPTBD針(矢頭)にて穿刺を行う。下大静脈を貫いて胸管を穿刺する。その際に、胸管にPTBD針がヒットするとlipiodolの移動するのが透視下で確認できる(→)。そのまま管を貫いて椎体まで針を進めるのがコツである。その後PTBD針をひいて胸管にワイヤーを挿入する。

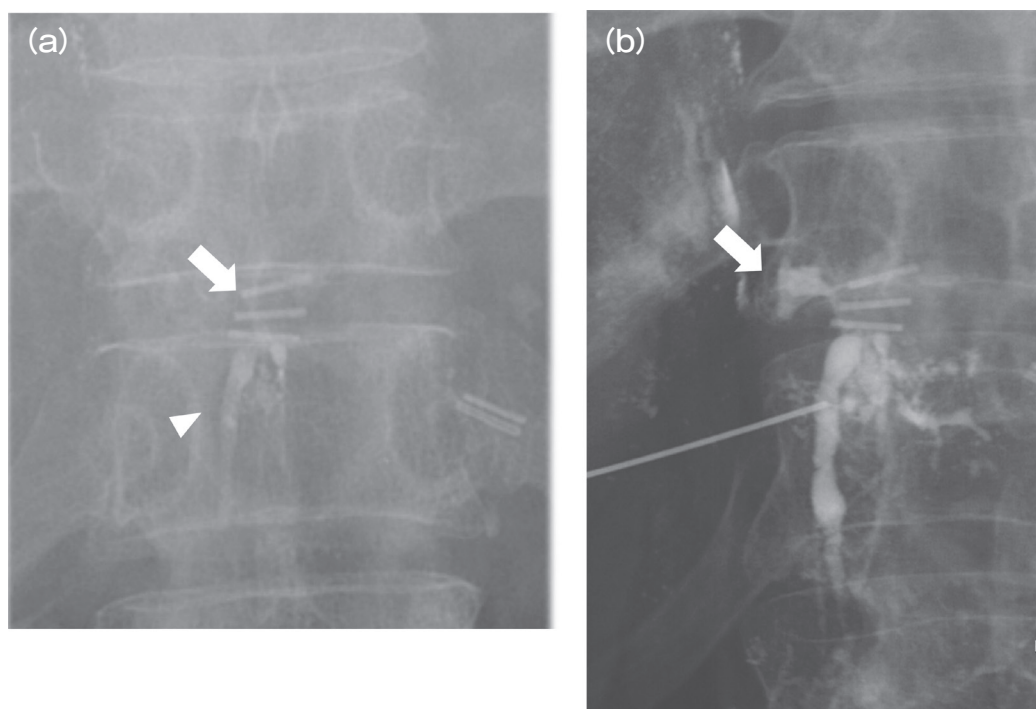


図5 胸管結紮後の胸管塞栓術

- a リンパ管造影：胸管結紮部尾側(矢印)にリピオドール(矢頭)が停滞しているが、漏れは描出されない。
 b 塞栓術：PTBD 針にて穿刺を行った造影で、漏れが描出されたので、NBCA にて塞栓を行った。漏れ(矢印)が明瞭に描出されている。

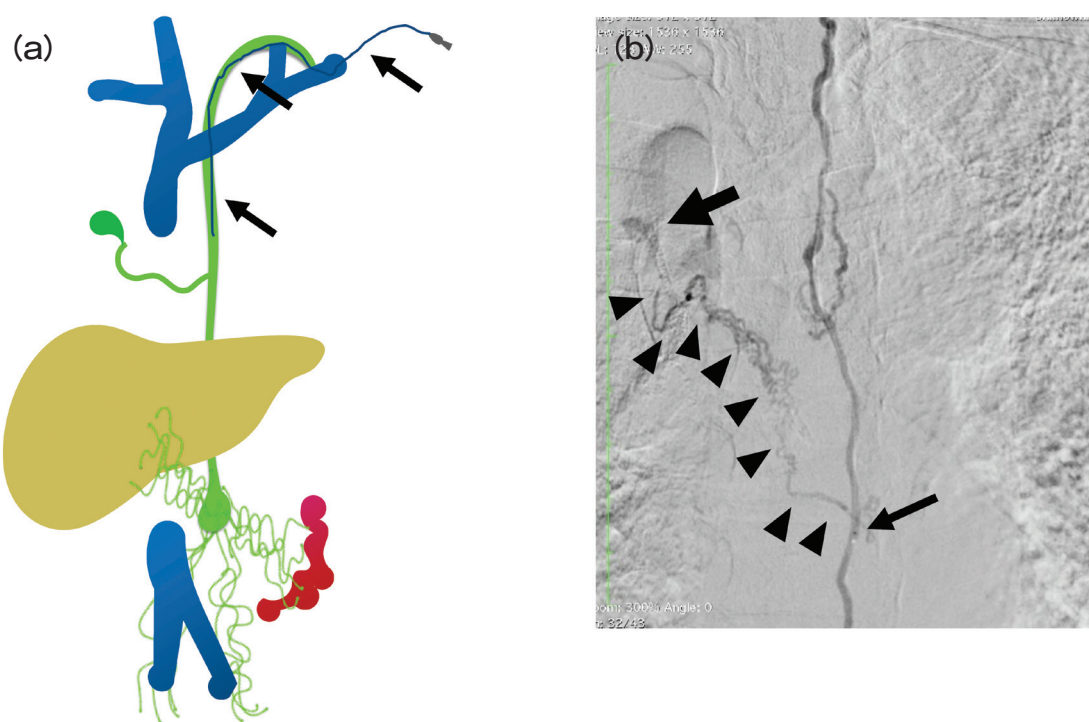


図6 逆行性胸管塞栓術

- a. 鎖骨下静脈から逆行性に胸管にマイクロカテーテルを挿入する。
 b. 胸管造影：マイクロカテーテルの先端(小矢印)が胸管内に位置している。胸管分枝(矢頭)からリーク(大矢印)が描出されている。

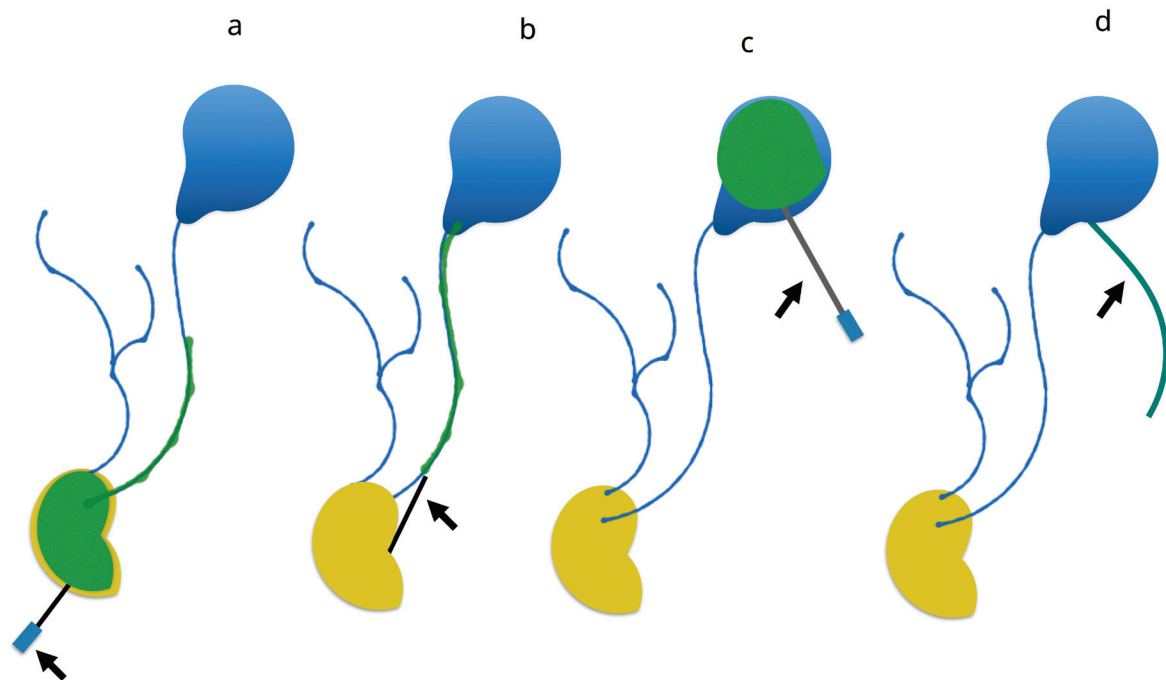


図7 リンパ漏の治療戦略

- a. Embolization of upstream lymph node
リーク部の上流のリンパ節から NBCA を注入する。同時に複数本のリンパ管の塞栓が行える。
- b. Embolization of upstream lymphatic vessels
リンパ管造影にて描出された責任リンパ管を穿刺して、NBCA を注入する。
- c. Lymphopseudoaneurysm embolization
リーク部を穿刺して、NBCA を注入する。
- d. Sclerotherapy
リーク部にドレーンを挿入して硬化剤を注入する。

lymph node) の3通りである。さらに、限局した腔が形成されている場合には、ピシバニールやエタノールを用いた硬化療法の併用も有効とされる(図7)。

1) 腰リンパ系由来のリンパ漏：腰リンパ系からの漏れは、骨盤手術後、リンパ節郭清後、または大腿動脈カットダウン後などで遭遇することが多い。リンパの流れを考慮すると、通常は鼠径部からの IL により漏出部を描出することが可能である。保存的治療で改善しない、あるいは漏出量が多い場合には、NBCA や硬化剤を用いた塞栓術や硬化療法が選択される^{2, 15, 20, 21)}。鼠径部からのリンパ漏は時に難治性を示し、複数のリンパ管からの漏れが確認される場合も多く、その際には複数のリンパ節を穿刺して造影を行う

べきである(図8)。

2) 腹部乳び漏

腹部や骨盤手術後に生じる乳び腹水は比較的まれで、報告によればその頻度は0.3～11%とされている^{22, 23)}。初期治療は禁食やオクトレオチドなどの保存的療法が行われるが、奏功しない場合には治療に難渋することもある。近年では、乳び腹水に対する塞栓術の有効性が報告されている^{22, 24)}。ただし、鼠径部からの IL にて漏れが描出されるのは約半数にとどまり、術後乳び腹水に対する標準的な治療は未だ確立されていないのが現状である²⁴⁾。腎摘除術後の乳び腹水例を提示する(図9)。IL で漏出部が特定できない場合には、腸間膜リンパ節を穿刺してリンパ管造影を行う方法も報告されている²⁵⁾。

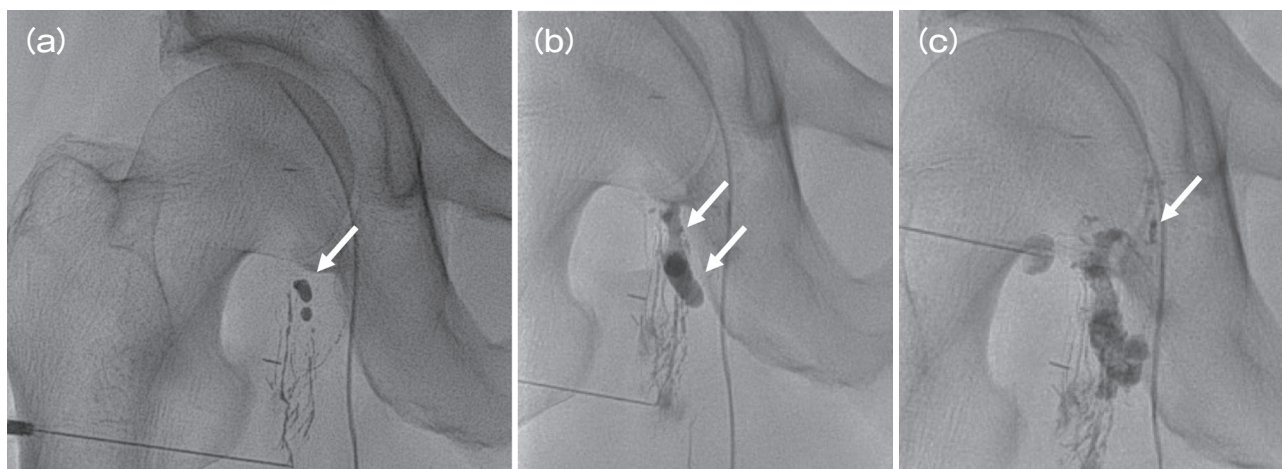


図8 鼠径部カットダウン後のリンパ漏

- a. リンパ管造影：鼠径部から IL にて漏れ(矢印)が描出されている。
- b. NBCA 注入：Glue (NBCA: リピオドール =1:2) 穿刺針から注入。漏れまで到達している(矢印)
- c. リンパ管造影：塞栓後に他のリンパ節からのリンパ管造影で新たな漏れが描出された(矢印)。塞栓を行った(未掲載)

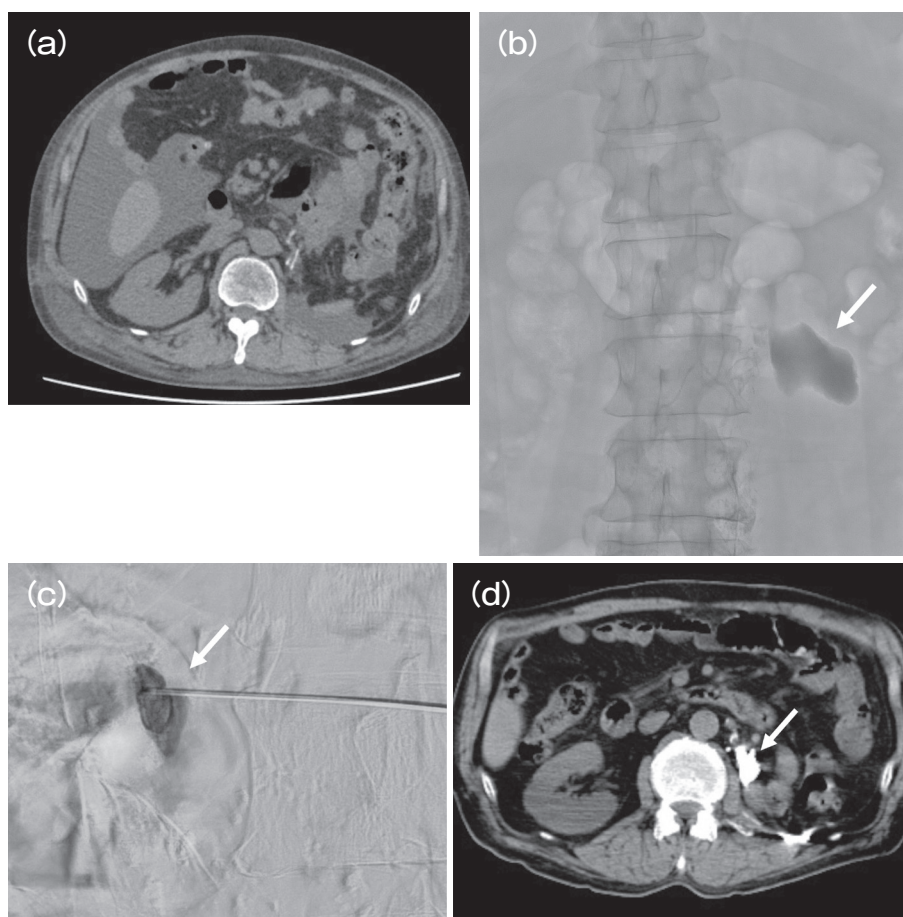


図9 左腎摘出後乳び腹水

- a. 単純 CT：腹水の貯留を認める
- b. リンパ管造影：左後腹膜にリピオドールの集積(矢印)を認める。
- c. Lymphopseudoaneurysm embolization：透視下に集積部を穿刺して、NBCA による塞栓(矢印)を行った。
- d. 単純 CT (1ヶ月後)：NBCA の集積(矢印)は残存し、腹水は改善している。

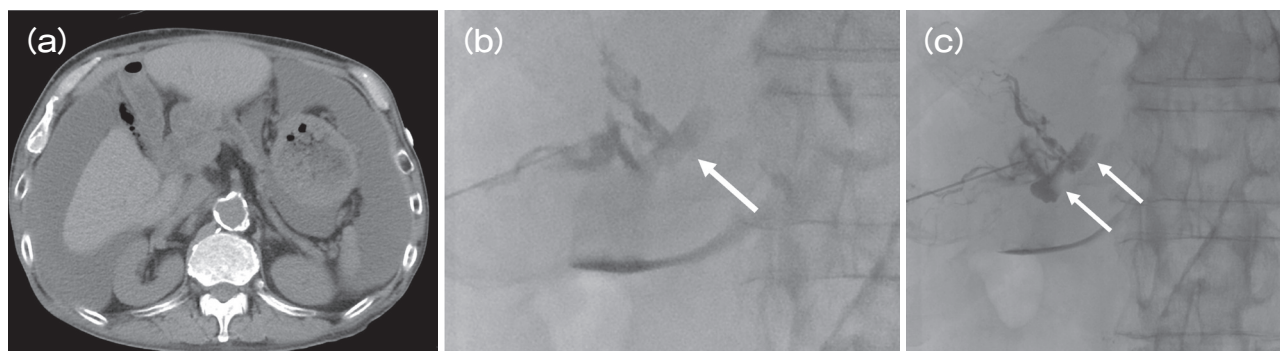


図 10 脾癌術後肝性リンパ漏

a. 単純 CT：脾癌術後に多量の腹水貯留を認める。

b. 肝内リンパ管造影：21 ゲージ PTBD 針にて肝内リンパ管造影を行った。

肝門部に漏れを認める(矢印)。

c. NBCA による塞栓：NBCA は肝門部まで到達し、リーク部に貯留している(矢印)。その後、腹水は改善した(未掲載)。

3) 肝性リンパ漏

肝臓は胸管リンパ流のうち 20～40% を産生する主要な臓器である。門脈に沿ったリンパ流は、肝門部から肝十二指腸間膜を經由して乳び槽に合流するため、肝門部や肝十二指腸間膜内でのリンパ管損傷が肝性リンパ漏の原因となる。

肝胆脾領域の術後に明らかな原因なく大量腹水を認める場合には、肝性腹水を念頭に置く必要がある。特に、慢性肝障害を有する症例では肝リンパ産生量が増加しており、リスクが高まる。肝内リンパ管造影にて漏出が確認できれば診断が確定する²⁶⁾。近年では、漏出部確認後に NBCA や Onyx を用いて肝内リンパ管から塞栓を行う方法(図 10)、または漏出部を穿刺して硬化療法を実施する方法も有効とされている^{9, 27, 28)}。

おわりに

鼠径部リンパ節からの超音波ガイド下 IL の普及により、リンパ系インターベンションは急速に進展してきた。現在では多様なアプローチが確立され、術後リンパ漏に対するインターベンションは重要な治療手段となりつつあるが、国内における認知度は依然として高いとは言えない。日常診療において本稿が少しでも実践的な参考となれば幸いである。

利益相反

本論文に関して、筆者に開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Nadolski GJ, et al : Feasibility of ultrasound-guided intranodal lymphangiogram for thoracic duct embolization. J Vasc Interv Radiol 2012 ; 23 : 613-616.
- 2) Inoue M, et al : Lymphatic intervention for various types of lymphorrhea : access and treatment. RadioGraphics 2016 ; 36 : 2199-2211.
- 3) Okuda I, et al : Magnetic resonance-thoracic ductography : imaging aid for thoracic surgery and thoracic duct depiction based on embryological considerations. Gen Thorac Cardiovasc Surg 2009 ; 57 : 640-6.
- 4) Itkin M, et al : Nonoperative thoracic duct embolization for traumatic thoracic duct leak : experience in 109 patients. J Thorac Cardiovasc Surg 2016 ; 139 : 584-590.
- 5) 花井 信広 : 乳び漏 / リンパ漏に対するトラブルシューティング. 頭頸部外科 2020 ; 30 : 167-171.
- 6) Hematti H, et al : Anatomy of the thoracic duct. Thorac Surg Clin 2011 ; 21 : 229-38.
- 7) Loukas M, et al : Cisterna chyli : a detailed anatomic investigation. Clinical Anatomy 2007 ; 20 : 683-688.
- 8) Russell PS, et al : Renal lymphatics : anatomy, physiology, and clinical implications. Front Physiol 2019 ; 10 : 251.

- 9) Guez D, et al : Transhepatic lymphatic embolization of intractable hepatic lymphorrhea. *J Vasc Interv Radiol* 2014 ; 25 : 149-150.
- 10) Skouras V, et al : Chylothorax : diagnostic approach. *Curr Opin Pulm Med* 2010 ; 16 : 387-393.
- 11) 高田信和, 他 : 特発性乳糜胸の 1 例. *日胸* 1990 ; 49 : 64-69.
- 12) Demos NJ, et al : Somatostatin in the treatment of chylothorax. *Chest* 2001 ; 119 : 964-966.
- 13) Merigliano S, et al : Chylothorax complicating esophagectomy for cancer : a plea for early thoracic duct ligation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000 ; 119 : 453-457.
- 14) Dugue L, et al : Output of chyle as an indicator of treatment for chylothorax complicating oesophagectomy. *Br J Surg* 1998 ; 85 : 1147-1149.
- 15) Hur S, et al : Early experience in the management of postoperative lymphatic leakage using lipiodol lymphangiography and adjunctive glue embolization. *J Vasc Interv Radiol* 2016 ; 27:1177-1186.
- 16) Cope C : Percutaneous transabdominal embolization of thoracic duct lacerations in animals. *J Vasc Interv Radiol* 1996 ; 7 : 725-731.
- 17) Cope C : Diagnosis and treatment of postoperative chyle leakage via percutaneous transabdominal catheterization of the cisterna chyli : a preliminary study. *J Vasc Interv Radiol* 1998 ; 9 : 727-734.
- 18) Cope C, et al : Management of chylothorax by percutaneous catheterization and embolization of the thoracic duct : prospective trial. *J Vasc Interv Radiol* 1999 ; 10 : 1248-1254.
- 19) Schild HH, et al : Where have all the punctures gone? An analysis of thoracic duct embolizations. *J Vasc Interv Radiol* 2020 ; 31 : 74-79.
- 20) Hur S, et al : Lymphatic intervention, the frontline of modern lymphatic medicine : part II. Classification and treatment of the lymphatic disorders. *Korean J Radiol* 2023 ; 24 : 109-132.
- 21) Zurcher KS, et al : Interventional management of acquired lymphatic disorders. *Radiographics* 2022 ; 42 : 1621-1637.
- 22) Mittleider D, et al : Retrograde cannulation of the thoracic duct and embolization of the cisterna chyli in the treatment of chylous ascites. *J Vasc Interv Radiol* 2008 ; 19 : 285-290.
- 23) Inaba Y, et al : Intractable massive ascites following radical gastrectomy, treatment with local intraperitoneal administration of OK-432 using a unified CT and fluoroscopy system. *Australas Radiol* 2003 ; 47 : 465-467.
- 24) Nadolski GJ, et al : Lymphangiography and lymphatic embolization for the treatment of refractory chylous ascites. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2018 ; 41 : 415-423.
- 25) Nakama R, et al : Computed tomography-guided percutaneous intranodal mesenteric lymphangiography for the identification of a lymphatic leak. *J Vasc Interv Radiol* 2022 ; 33 : 854-855.
- 26) Matsumoto S, et al : Successful demonstration of post-operative lymphatic fistula by percutaneous transhepatic lymphography. *Clin Radiol* 2000 ; 55 : 485-486.
- 27) Hasegawa T, et al : Refractory hepatic lymphorrhea : percutaneous transhepatic lymphangiography and embolization with n-butyl-2-cyanoacrylate glue. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2021 ; 44 : 1127-1130.
- 28) Kojima M, et al : Successful treatment of hepatic lymphorrhea by percutaneous transhepatic lymphangiography followed by sclerotherapy using OK-432. *Surg Case Rep*. 2019 ; 5 : 203.