症 例

ICG 蛍光法で血流評価し膵頭十二指腸切除術を行った 食道癌術後膵腫瘍の 1 例

東北大学消化器外科学

三 頭 啓 明 西 村 隆 一 宮 城 重 人
元 井 冬 彦 亀 井 尚 海 野 倫 明

症例は69歳，男性．5年前に他院で食道癌に対して胸腔鏡下食道切除，後縦隔経路胃管再建術を施行され，術後再発なく経過していた．食道癌術前より膵頭部に膵管内乳頭粘液性腫瘍（intraductal papillary mucinous neoplasm：IPMN）を指摘されていた．嚢胞の増大を契機に精査が行われ，混合型 IPMN の診断となり，幽門輪温存膵頭十二指腸切除術（pylorus preserving pancreaticoduodenectomy：PPPD）を施行した．胃管血流保持のため右胃動静脈，右胃大網動静脈を温存し，術中indocyanine green（ICG）蛍光法で胃管血流が十分であることを確認し，手術終了とした．食道癌術後の膵頭部腫瘍に対して PPPD を施行するにあたり，術中に画像検査で胃管血流評価を行った報告は極めて稀であり，残存胃管の血流評価に術中 ICG 蛍光法が有用であると考えられた．

索引用語：食道癌術後，膵頭十二指腸切除，ICG

緒 言

食道切除，胃管再建術後の患者に膵頭十二指腸切除術（pancreaticoduodenectomy：PD）が必要となった場合，胃管の血流保持が問題となる．今回われわれは，食道癌術後，胃管再建後に発症した IPMN に対して PPPD を施行し，ICG 蛍光法により術中に胃管の血流評価を行った症例を経験したので報告する．

症 例

患者：69歳，男性．

主訴：特記事項なし．

既往歴：64歳時 他院にて食道癌に対して胸腔鏡下食道切除，開腹胃管作成，後縦隔経路頭部食道胃管吻合，胆嚢摘出術，腸瘻造設術（SCC，Mt CT-5b型，pT1a，N0，M0，Stage 0）．

現病歴：食道癌術前より膵頭部に IPMN を指摘され，経過観察中であった．人間ドックの腹部超音波検査で要精査となり，前医消化器内科の超音波内視鏡検査で膵頭部に 3 cm 大の多発嚢胞，嚢胞内結節を認め，膵液細胞診で悪性の可能性を否定できないため，加療目

的に当院紹介となった．

来院時現症：身長174cm，体重62kg．頸部，胸部，腹部に食道癌の手術痕を認めたが，腹部は平坦・軟で腫瘍等は触知しなかった．

血液生化学検査所見：特記すべき所見は認められず，腫瘍マーカーはCEA・CA19-9・DUPAN-2・Span-1のいずれも正常範囲内であった．

腹部CT所見：膵頭部に33mm大の嚢胞性病変を認めた（Fig. 1a）．主膵管は7 mm と軽度拡張を認めた（Fig. 1b）．周囲の組織や脈管への浸潤や明らかなリンパ節腫脹は認められなかった．

超音波内視鏡検査所見：膵頭部に 3 × 3 cm 大の多房性嚢胞を認め，一部の嚢胞内にカリフラワー状隆起を認めた（Fig. 2a）．主膵管は全長で拡張を認めた（Fig. 2b）．

内視鏡的逆行性膵管造影検査所見：主膵管の拡張および膵頭部主膵管内に陰影欠損を認め，主膵管内への結節の露出が疑われた（Fig. 3a）．管腔内超音波検査では嚢胞内に低エコー結節を認め，結節は主膵管内へ露出しており進展が疑われた（Fig. 3b）．膵液細胞診では IPMN 疑いだが，一部で核肥大および配列の乱れを認め，悪性が否定できないとの診断であった．

PET-CT 所見：転移を疑うような明らかな集積は

2020年3月6日受付 2020年5月8日採用

〈所属施設住所〉

〒980-8574 仙台市青葉区星陵町1-1

Fig. 1 腹部造影CT所見：膵頭部に33mm大の嚢胞性病変を認めた（a）. 主膵管は7 mmと拡張していた（b）. 周囲への浸潤や明らかな病的腫大リンパ節は認められなかった.

Fig. 2 超音波内視鏡検査所見：膵頭部の3×3 cm大の多房性嚢胞を認め、嚢胞内にカリフラワー状隆起を認めた（a：楕円内）. 主膵管は全長にわたって拡張を認めた（b：矢頭）.

認められなかった.

以上より、混合型IPMNで膵液細胞診および超音波内視鏡検査等の所見から膵管内乳頭粘液腺癌、非浸潤性（intraductal papillary mucinous carcinoma：IPMC, noninvasive）相当と診断した。膵実質浸潤を認めないため、胃管血流保持目的に右胃大網動静脈（right gastroepiploic artery/vein：RGEA/RGEV）、右胃動静脈（right gastric artery/vein：RGA/RGV）を温存したPPPDを行う方針とした。

手術所見：前回の手術創に沿って正中切開で開腹した。胃十二指腸動脈（gastroduodenal artery：GDA）を同定後、GDAからRGEAの分枝を確認した。GDAをテーピングして膵から剥離していき、RGEAを温存して前・後上膵十二指腸動脈をそれぞれ結紮切離した。RGA/RGVも温存した。

RGEVを同定してテーピング後、幽門輪から約2

cmの部位で十二指腸を切離することとし、RGEVの走行に注意しつつ間膜を処理して十二指腸をテーピングした。

上腸間膜静脈をテーピング後、その腹側を剥離していき、膵下縁で上腸間膜静脈へ流入するHenle's gastroduodenal trunkを同定した。RGEVを温存して前上膵十二指腸静脈を切離した。門脈右縁で膵を切離したが、膵断端の術中迅速診断でIPMNの進展を認めたため、上腸間膜動脈直上まで膵を追加切除した。

RGA, RGV, RGEA, RGEV温存の影響で胃管の可動性が乏しかったため、挙上空腸を2本作製し、1本を後結腸経路で挙上して膵空腸吻合および胆管空腸吻合を施行した。膵空腸吻合は膵管-空腸粘膜吻合と膵実質-空腸漿膜筋層吻合の二層吻合とした。もう1本を前結腸経路で挙上し、十二指腸空腸吻合を行った。ICG（ジアグノグリーン注射用25mg/2ml：第一三共）

Fig. 3 内視鏡的逆行性膵管造影検査所見：主膵管は拡張し、膵頭部の主膵管内に陰影欠損を認め、主膵管内へ結節の露出が疑われた（a：脛門内）。管腔内超音波検査において嚢胞内に低エコー結節を認め、結節の主膵管内への露出、進展が疑われた（b：矢頭）。

を5mg静脈注射し、近赤外線蛍光カメラ（HyperEye Medical System：ミズホ）を用いて胃管の観察を行った。ICG投与後、胃管は直ちに蛍光造影され、胃管の血流が問題ないことを確認した（Fig. 4）。また、手術終了時も胃管はうっ血なく、色調は良好であった。手術時間は452分、出血量は1,153mlであった。

病理組織学的検査所見：Intraductal papillary mucinous adenoma (IPMA), duct ectatic type, IPMA/IPMN with low-grade dysplasia, TS1 (16mm), ly0, v0, ne0, mpd0, pCH0, pDU0, pS0, pRP0, pPV0, pA0, pPL0, pN0, cM0, pPCM0, pBCM0, pDPM0（膵癌取扱い規約第7版）であった。

術後に膵液瘻を認め、術後第9病日に脾動脈仮性動脈瘤による腹腔内出血を発症し、脾動脈コイル塞栓術を行った。その後は経過良好で退院となり、術後12か月現在、無再発生存中である。

考 察

胃管再建を行った食道癌術後の症例にPDを要する場合、再建胃管の血流は主にRGEAおよびRGAが担っていると考えられる。よって、胃管再建後のPDにおいては術後の胃管壊死を防ぐため、慎重な手術手技でこれらの血管を温存することが重要といえる。また、胃管のうっ血を避けるため、RGEV、RGVといった静脈系も温存することが望ましいと考えられる。

医中誌およびPubMedにて「食道癌術後」「膵頭十二指腸切除」「胃管」、「esophagectomy」「pancreaticoduodenectomy」「gastric tube」をキーワードに1977年から2018年を対象に検索したところ、食道癌術

後にPDを施行した症例は21例の報告があった。疾患は膵頭部癌が8例、十二指腸乳頭部癌6例、IPMN2例、IPMC1例、胆管癌1例、自己免疫性膵炎1例、転移性膵腫瘍1例、胃管癌1例であった。これらのうちRGEA、RGAの両動脈を温存したものは10例、RGEAを切離したものが2例、RGA切離が2例であった。静脈系に関しては、RGEVとRGVの両静脈を温存したものは5例であった。また、血行再建に限るとRGEAを再建したものが2例あり、うち1例はRGEVも再建した症例であった。RGEAとRGAの両動脈を切離した報告はなく、また胃管血流障害から他臓器で胃管再建を行った報告はなかった（Table 1）^{1)~21)}。

RGEAやRGAを切離した報告が散見されるが、術後の胃管壊死の報告はなかった。濱路らは食道癌術後20年経過した胃管癌に対してRGEAを切離しても胃管の血流に問題はなかったと報告している²⁾。また、佐藤らはRGEA浸潤を伴う膵頭部癌に対し、GDAを根部で切離し、胃管を温存して通常のPDを施行できたと報告している²¹⁾。このことから食道切除、胃管再建術からある程度の時間が経過したり、腫瘍による動脈浸潤がみられるような症例では、側副血行路の発達により支配血管を切離しても術後の胃管血流が保たれている可能性がある。

一方で、食道癌術後の胃管癌に対する胃管部分切除例においてRGAとRGEAを切離したところ、胃管の色調が暗赤色に変化したため血行再建が必要となったとの報告も認める²²⁾。以上より胃管血流を温存するために、RGEAやRGAといった血管の温存が望ましい

Fig. 4 手術所見：胃管を支配する血管を温存した影響で胃管の可動性が乏しかったため、挙上空腸を2本作製して再建を行った（a）. 再建図（b）. 術中にICGを投与したところ、胃管は速やかに蛍光を認め、血流が良好であることが確認された（c：ICG投与前，d：ICG投与後）. 矢頭：十二指腸空腸吻合部. 矢印：Y吻合部. △：肝. ○：胃管. *：降. ◇：結腸.

といえる。

これまでの報告では視認による胃管血流評価がほとんどであり、術前の3D-CTや血管造影などで胃管の支配血管を評価した報告はあるものの、術中に画像を用いて胃管の血流評価を行った報告はほとんどない。

腸管血流は吻合時の縫合不全に最も寄与する因子と考えられ、胃管作成時の血流評価法としては胃管の色調や断端からの出血の程度、RGEAの拍動の有無などが挙げられる¹⁷⁾が、いずれも執刀医の主観的判断に基づくものである。近年、客観的な血流評価法としてICG蛍光法を用いた近赤外線システムが簡便さおよび正確さの観点から注目を集めている。Jafariらは腹腔鏡下左側結腸切除・直腸前方切除術の際にICG蛍光法を用いて吻合部の血流評価を行い、吻合部の血流低下が示唆された場合には追加切除を施行して縫合不全が

減少したと報告している²³⁾。また、Campbellらは胃管再建を伴う食道切除術の際にドップラー法に加えて術中ICG蛍光血管撮影を用いて胃管の血流評価を行い、ICG併用により胃管の縫合不全率が減少したと報告している²⁴⁾。

本症例では胃管血流の温存のため、慎重な手術操作によるRGEA/RGEV、RGA/RGVの温存に加え、術中にICG蛍光法を用いて胃管の血流評価を行い、胃管温存が可能と判断した。胃管の血流不全を疑う所見が認められた際には胃管抜去、有茎空腸再建も検討していたが、結果として各動静脈は温存可能であり、胃管の血流障害を疑う所見を認めず、予定通り手術を完遂しえた。

本邦における食道癌、膵臓癌といった消化器癌の罹患率は近年増加傾向にあり²⁵⁾、今後の高齢化社会にお

Table 1 食道癌術後、胃管再建後に膵頭十二指腸切除を施行した報告例

症例	著者/年次	年齢/性別	術中間隔 (月)	診断	RGEA	RGEV	RGA	RGV	合併症	術中血流評価
1	渡辺/1995 ¹⁾	65/M	18	転移性膵腫瘍	温存	温存	温存	温存	None	N/A
2	濱路/1999 ²⁾	67/M	246	胃癌, 膵浸潤	切除	切除	N/A	N/A	MRSA 感染	視認
3	豊田/2001 ³⁾	75/F	134	乳頭部癌	温存	N/A	温存	N/A	N/A	N/A
4	Uehara/2004 ⁴⁾	57/M	24	IPMN	温存	温存	温存	N/A	N/A	N/A
5	田中/2005 ⁵⁾	69/M	14	乳頭部癌	温存	温存	N/A	N/A	一過性吻合部 通過障害	N/A
6	Ikeda/2006 ⁶⁾	63/M	127	膵癌	温存	温存	N/A	温存	術後無気肺	N/A
7	羽鳥/2009 ⁷⁾	70/M	96	膵癌	温存	温存	温存	N/A	None	N/A
8	安藤/2010 ⁸⁾	67/M	60	乳頭部癌	温存	温存	温存	N/A	None	N/A
9	矢田/2010 ⁹⁾	77/M	204	乳頭部癌	温存	温存	切除	切除	誤嚥性肺炎	視認
10	Fragulidis/2011 ¹⁰⁾	50/M	156	膵癌	温存	温存	N/A	N/A	None	N/A
11	鈴木/2013 ¹¹⁾	66/M	80	IPMC	温存	切除	N/A	N/A	None	視認
12	Inoue/2014 ¹²⁾	72/M	120	膵癌	再建 (GDA-RGEA)	再建 (LRV-RGEV)	N/A	N/A	薬剤性肝障害	N/A
13	Okimoto/2014 ¹³⁾	70/M	120	胆管癌	温存	温存	温存	温存	膵液瘻	N/A
14	神山/2014 ¹⁴⁾	72/F	56	乳頭部癌	済	温存	温存	温存	None	N/A
15	Okochi/2015 ¹⁵⁾	70/M	60	膵癌	再建 (MCA-RGEA)	N/A	N/A	N/A	None	Color doppler ultrasonography
16	平野/2015 ¹⁶⁾	70/M	35	自己免疫性膵炎	温存	温存	N/A	N/A	膵液瘻	視認
17	横山/2017 ¹⁷⁾	70/M	84	膵癌	温存	切除	温存	温存	仮性動脈瘤破裂 縫合不全	N/A
18	奥田/2017 ¹⁸⁾	66/M	24	膵癌	温存	温存	温存	N/A	None	視認
19	岡田/2017 ¹⁹⁾	71/F	24	IPMN	温存	温存	温存	温存	None	視認
20	古川/2018 ²⁰⁾	91/F	192	乳頭部癌	温存	温存	切除	N/A	膵液瘻	視認
21	佐藤/2018 ²¹⁾	70/M	72	膵癌	切除	切除	温存	温存	腹腔内膿瘍 創感染	視認
22	自験例	69/M	60	IPMN	温存	温存	温存	温存	仮性動脈瘤破裂	ICG

RGEA/V, right gastropiploic artery/vein : RGA/V, right gastric artery/vein : IPMN, intraductal papillary mucinous neoplasma :

IPMC, intraductal papillary mucinous carcinoma : GDA, gastroduodenal artery : LRV, left renal vein : MCA, middle colic artery :

ICG, indocyanine green : N/A, not available.

いて消化器癌術後に膵切除が必要とされる症例が増えてくると予想される。そのような症例において、術前の臓器血流を支配する血管の温存の可否の検討に加え、客観的な術中臓器血流評価も重要であるといえる。深瀬らは胃切除後膵切除の際、ICG 蛍光法が残胃の血流評価法として有用であると報告しているが²⁶⁾、本症例のように食道切除後に PPPD を施行する際にも簡便な術中の胃管血流を評価する方法として術中 ICG は有用と考えられた。

なお、本症例では術後に膵液瘻から仮性動脈瘤を生じ、腹腔内出血をきたしてコイル塞栓術を行った。

Soft pancreas だったが主膵管径が 7 mm であり、ステント留置などは行わずに膵管空腸吻合を施行した。胃管を支配する血管温存の影響で挙上空腸を 2 本作成して再建したが、膵空腸吻合部と GDA-RGEA が近接する形となるためステント留置や完全外瘻後の二期的再建など、膵液瘻への対策をより慎重に行うべきであったと反省している。この点に関しては今後の検討項目としたい。

結 語

食道癌術後の膵頭部腫瘍に対し、胃管を温存して PPPD を施行した。術前に胃管血流を支配する血管の

温存可否の検討を十分にを行い、さらに術中にICG蛍光法を用いることで簡便に胃管血流を評価し、安全に手術を施行しえた。

なお、当論文の要旨は第81回日本臨床外科学会総会(2019年11月、高知)にて発表した。

利益相反：なし

文 献

- 1) 渡辺 修, 土屋嘉昭, 筒井光広他：食道癌術後転移性膵頭部癌に対して胃管温存膵頭十二指腸切除術を施行した1例. 臨外 1995; 50: 355-359
- 2) 濱路政靖, 久原章雄, 宮崎 知他：食道癌術後20年後の胃管癌に対し膵頭十二指腸切除を施行した1例. 手術 1999; 53: 243-245
- 3) 豊田秀一, 千々岩一男, 中野賢二他：食道癌術後の十二指腸乳頭部癌に対する胃十二指腸動脈温存・幽門輪温存膵頭十二指腸切除術の1例. 手術 2001; 55: 155-158
- 4) Uehara H, Kondo S, Hirano S, et al: Gastric tube-preserving pancreaticoduodenectomy after esophagectomy and reconstruction using the gastric tube: report of a case. Surg Today 2004; 34: 623-625
- 5) 田中公貴, 安保義恭, 平野 聡他：胃管再建による食道癌術後に幽門輪温存膵頭十二指腸切除術を施行した乳頭部癌の1例. 胆道 2005; 19: 98-101
- 6) Ikeda M, Hasegawa K, Akamatsu N, et al: Pancreaticoduodenectomy after esophageal and gastric surgery preserving right gastroepiploic vessels. Arch Surg 2006; 141: 205-208
- 7) 羽鳥 隆, 藤田 泉, 矢川陽介他：食道癌術後における膵頭十二指腸切除. 胆と膵 2009; 30: 33-38
- 8) 安藤公隆, 清水泰博, 安井健三他：胃管再建による食道癌術後に胃管を温存した幽門輪温存膵頭十二指腸切除術を施行した十二指腸乳頭癌の1例. 胆道 2010; 24: 119-126
- 9) 矢田一宏, 松本敏文, 草野 徹他：食道癌術後に発症した十二指腸癌に対し胃管温存膵頭十二指腸切除術を施行した1例. 日消外会誌 2010; 43: 385-390
- 10) Fragulidis GP, Athanasopoulos PG, Melemenis A, et al: Pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy after transhiatal esophagectomy sparing the right gastroepiploic vessels and gastric tube. J Gastrointest Surg 2011; 15: 367-370
- 11) 鈴木大亮, 吉富秀幸, 宮崎 勝：食道癌術後の膵管内乳頭粘液腺癌に対して胃管温存膵頭十二指腸切除術を施行した1例. 臨外 2013; 68: 239-244
- 12) Inoue A, Akita H, Eguchi H, et al: Gastric conduit-preserving, radical pancreaticoduodenectomy with microvascular reconstruction for pancreatic head cancer after esophagectomy: report of a case. Surg Today 2014; 44: 786-791
- 13) Okimoto S, Kobayashi T, Kuroda S, et al: Pancreaticoduodenectomy with preservation of gastric tube blood flow after esophagectomy: Report of a case. Int J Surg Case Rep 2014; 5: 746-749
- 14) 神山博彦, 牧野有里香, 保母貴宏他：食道癌術後の乳頭部癌に対して胃管温存膵頭十二指腸切除術を施行した1例. 日消外会誌 2014; 47: 668-674
- 15) Okochi M, Ueda K, Sakaba T, et al: Right gastro-omental artery reconstruction after pancreaticoduodenectomy for subtotal esophagectomy and gastric pull-up. Int J Surg Case Rep 2015; 15: 42-45
- 16) 平野勝久, 松井恒志, 渋谷和人他：食道癌術後に胃管温存膵頭十二指腸切除術を施行した自己免疫性膵炎の1例. 日消外会誌 2015; 48: 504-512
- 17) 横山新一郎, 安保義恭, 高田 実他：食道癌術後の膵癌に対する膵頭十二指腸切除術術後出血による再手術にてindocyanine green蛍光法を用いた胃管血流評価が有用であった1例. 日消外会誌 2017; 50: 823-829
- 18) 奥田 翔, 森 泰寿, 宮坂義浩他：幽門輪温存膵頭十二指腸切除術を施行した食道癌術後膵頭部癌の1例. 日臨外会誌 2017; 78: 2329-2335
- 19) 岡田 嶺, 土屋 勝, 前田徹也他：食道癌術後に胃管温存膵頭十二指腸切除術を施行した膵管内乳頭粘液性腫瘍の1例. 臨と研 2017; 94: 623-627
- 20) 古川健太, 種村匡弘, 三賀森学他：胃管温存膵頭十二指腸切除を行った食道癌術後91歳十二指腸乳

- 頭部癌の1例. 日臨外会誌 2018 ; 79 : 1513-1518
- 21) 佐藤太祐, 松川啓義, 塩崎滋弘 : 食道癌術後の右胃大網動脈浸潤を伴う膵頭部膵管癌に対して胃管温存膵頭十二指腸切除を施行した1例. 臨外 2018 ; 73 : 509-514
- 22) 小林 慎, 高谷俊一, 加固紀夫他 : 空腸動静脈による血行再建術を用いた再建胃管早期癌手術の1例. 手術 1997 ; 51 : 2047-2051
- 23) Jafari MD, Wexner SD, Martz JE, et al : Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II) : a multi-institutional study. J Am Coll Surg 2015 ; 220 : 82-92
- 24) Campbell C, Reames MK, Robinson M, et al : Conduit Vascular Evaluation is Associated with Reduction in Anastomotic Leak After Esophagectomy. J Gastrointest Surg 2015 ; 19 : 806-812
- 25) 国立がん研究センターがん情報サービス, (Accessed Feb. 18, 2020, at https://ganjoho.jp/reg_stat/index.html)
- 26) 深瀬耕二, 元井冬彦, 海野倫明 : 肝胆膵外科における再切除と再手術. 胃切除後膵切除. 手術 2013 ; 67 : 1061-1066

BLOOD SUPPLY ASSESSMENT OF A GASTRIC TUBE USING THE INDOCYANINE GREEN FLUORESCENCE METHOD DURING PANCREATICODUODENECTOMY IN A PATIENT WITH PREVIOUS ESOPHAGECTOMY

Hiroaki MITSUGASHIRA, Ryuichi NISHIMURA, Shigehito MIYAGI,

Fuyuhiko MOTOI, Takashi KAMEI and Michiaki UNNO

Department of Surgery, Tohoku University Graduate School of Medicine

A 69-year-old man who received thoracoscopic esophagectomy with gastric tube reconstruction for esophageal cancer at the age of 64 had an uneventful postoperative course. A cystic lesion in the pancreatic head which had been pointed out before the surgery became larger. Following detailed examination, it was diagnosed as mixed type intraductal papillary mucinous neoplasm. He underwent pylorus preserving pancreaticoduodenectomy (PPPD), sparing the gastric tube, the right gastroepiploic artery and vein, and the right gastric artery and vein. The gastric tube blood flow was evaluated by using the indocyanine green (ICG) fluorescence method during the surgery. To assess the gastric tube blood supply, image evaluation during PPPD is rarely performed but useful for patients who have previously received esophagectomy.

Key words : esophagectomy, pancreaticoduodenectomy, ICG