

3 次元的画像診断としての回転式膵管造影法の有用性

昭和大学医学部一般・消化器外科

石井 博 草野 満夫 星野 光典 中村 明央
小池 康 大堀 真毅 榎澤 哲司 大山 祥
太田 篤 小池 礼子

ERP 像の精度を向上させ膵管走向の把握を容易にする 3 次元的膵管造影法の新たな展開として回転式膵管造影法を行い、その有用性につき検討した。対象は膵管癌 8 例、膵嚢胞 5 例、膵管内乳頭腫瘍、膵管胆道合流異常、膵癒合不全各 4 例などの計 32 例である。撮影方法は十二指腸鏡下に膵管内に造影剤を注入し、回転軸を水平方向とした水平回転、頭側および尾側に 30 度ずつ傾けた回転撮影と頭尾方向とした頭尾回転を行い圧迫撮影を適宜追加した。各回転画像により膵管走向と病変の立体関係を明瞭に把握することが可能で、通常 ERP と比べ病変部位、膵管走向において空間分解能の向上がみられた。また、合流異常や膵管分枝癒合などの膵管走向異型の把握に有用であった。本法により膵管走向形態および立体構築が明瞭化され、本法は膵疾患の精査法として有用であるものと考えられた。

目 的

近年の画像診断法の発達に伴い、浸潤性膵管癌はもちろん膵管内乳頭腫瘍や膵内分泌腫瘍などの良悪境界病変や膵管走向異型を呈する膵癒合不全や膵管胆道合流異常などのさまざまな膵疾患に遭遇する機会が増加している。教室では従来より内視鏡的逆行性膵管造影 (ERP) 所見を重視しつつ、種々の画像診断を行い膵疾患の診断・治療を施行してきたが、膵頭部領域の縮小手術を必要とする良悪境界病変や膵管走向異型を呈する症例において主膵管、副膵管ならびに分枝膵管の走向形態および立体構築を把握することは手術術式の選択において極めて重要である。以上のことから、ERP 像の精度を向上させ膵管走向および立体構築の把握を容易にする 3 次元的膵管造影法の新たな展開として回転式膵管造影 (Rotating ERP; R-ERP) を行い、主膵管、副膵管ならびに膵頭部分枝膵管の走向形態および立体構築の把握を試み、その有用性について検討した。

対 象

対象は R-ERP を施行した浸潤性膵管癌 8 例、膵嚢胞 (仮性嚢胞 3 例、貯留嚢胞 2 例) 5 例、膵管内乳頭腫瘍 (腺腫 2 例、腺癌 2 例)、膵管胆道合流異常、膵癒合不全 (膵管分枝癒合 1 例を含む) 各 4 例などの計 32 例である (Table 1)。手術術式は浸潤性膵管癌の 8 例では膵

頭十二指腸切除 6 例、膵体尾部切除 2 例であった。膵嚢胞の 5 例では (仮性嚢胞 3 例、貯留嚢胞 2 例) 幽門輪温存膵頭十二指腸切除、嚢胞空腸吻合各 1 例、主膵管狭窄に対する膵管ステント留置 1 例で、残りの 2 例は経過観察中である。膵管内乳頭腫瘍 (腺腫 2 例、腺癌 2 例) の 4 例では膵頭下部切除・膵管膵管吻合、膵横断切除・膵端々吻合、膵体尾部切除各 1 例で残りの 1 例は経過観察中である。また、急性膵炎発作を反復する膵管分枝癒合型不完全癒合の 1 例では十二指腸温存膵頭切除を施行した。

方 法

1) 撮影装置

DSA 撮影装置は GE 社製 ADVANTX LC/LP+DX-C もしくは島津製作所 C-vision2400L を用いた (Fig. 1a, b)。

2) 撮影方法

撮影方法は池田ら¹⁾の方法に準じて十二指腸鏡下に膵管内にバルーンカテーテル (OLYMPUS B7-2LA) を挿入し、ファイバースコープを体外に抜去して膵管内に造影剤 (イオパミロン 370) を徐々に注入する方法、もしくはバルーンカテーテルを留置できない症例ではファイバースコープを挿入したまま Microvasive 社製 ERCP カテーテル (Tandem もしくは Contour catheter) を選択的に膵管内に挿入し造影剤を注入し、以下のごとく回転撮影を行った (Fig. 2)。まず、患者を仰臥位 (ファイバースコープを挿入したままの場合は腹

< 2001年 2月28日受理 > 別刷請求先: 石井 博
〒142 8666 東京都品川区旗の台1 5 8 昭和大学
一般・消化器外科

臥位)とし、管球アームの回転中心を透視下に定めて回転軸を患者に対し水平方向とした180度の回転撮影(水平回転)を行い、次いで管球アームの回転軸を頭側(頭側回転)および尾側(尾側回転)に30度ずつ傾けた水平方向180度の回転撮影を施行する。続いて管球アームの回転軸を患者に対し頭尾方向とし頭側より尾側まで60度の回転撮影(頭尾回転)を行い、さらに圧迫撮影を適宜追加した。また、バルーンカテーテルを用いて膵管造影をする場合はバルーンをインフレートして主膵管のウェッジをする前にまず副膵管から造影剤が十二指腸ドレナージされるかどうかを透視下に確認した。その後、バルーンをインフレートし5mlの注射器を用いて徐々に造影剤を注入加圧し、副膵管からのドレナージがみられない場合は造影剤の注入は腺房造影にならないよう透視下に確認しつつ少量の注入に留

めた。検査終了後は翌朝まで絶食とし、腹部所見と血清アミラーゼ値に異常のないことを確認してから経口摂取を開始した。

3) 検討方法

DR画像はすべてビデオテープに収録し、各疾患につきそれぞれ主膵管、副膵管および分枝膵管と病変との位置関係ならびに分枝膵管の走向形態および立体構築につき検討した。また、浸潤性膵管癌で膵頭十二指腸切除が行われた6例中5例ではR-ERPとともに通常ERP(conventional ERP; C-ERP)と標本膵管造影が併施された。R-ERPとC-ERPについて検査時間、血清アミラーゼ値の推移を対比し、さらに標本膵管造影を加えて病変部位、分枝膵管、膵管走向形態の描出能について検討した。

成 績

1) 手技

R-ERPの撮影時間は一つの回転撮影方向につき約10秒であり連続的の動画像で撮影するため患者の息止めを必要としないが、管球の回転に際して透視台と接触しないよう注意が必要であった。

2) 各疾患と回転式膵管造影(R-ERP)所見

a) 浸潤性膵管癌

R-ERPは浸潤性膵管癌は8例に施行され、主膵管の狭窄ないし閉塞は7例にみられた。副膵管原発の膵管癌の1例では副膵管造影で副膵管の閉塞が認められた。主膵管の走向異型は2例にみられ、ループ型の膵管走向を呈した膵体部癌の1例と主膵管が副膵管を腹側前方から背側に向かい、またぐように走向し膵体部

Table 1 Patients underwent rotating ERPs

invasive ductal carcinoma of pancreas	8
pancreatic cyst	5
intraductal papillary neoplasm	4
anomalous arrangement of pancreaticobiliary ductal system	4
pancreas divisum	4
bile duct carcinoma	2
pancreatic endocrine tumor(MEN type I)	1
pancreatic stone	1
pancreatic trauma	1
others	2
Total	32

Fig. 1 Digital radiography system.

(A) ADVANTEX LC/LP+DXC (GE Medical Systems)

(B) C-vision 2400L (Shimadzu Corporation)



で背側膵管と合流する膵頭部癌の1例を経験した (Fig. 3). この症例では膵頭十二指腸切除にあたり膵体部の主膵管と副膵管の合流より尾側で膵切離を行わないと膵管断端が2本認められることとなり膵管空腸粘膜吻合が煩雑となることがR-ERPにより判断でき、膵管走向形態の把握に有用であった。

b) 膵管内乳頭腫瘍

R-ERPは膵管内乳頭腫瘍4例(腺腫2例, 腺癌2例)に行われた。膵管内乳頭腺腫の2例のうち1例は主膵管より分枝する下頭枝にみられる膵管内乳頭腺腫で膵頭下部切除を行うにあたり、R-ERPにより副膵管の開存度の把握、病変と主膵管および副膵管との立体構築の把握が可能であった (Fig. 4)。膵管内乳頭腺癌の2例のうち1例は膵体部の微小浸潤性膵管内乳頭腺癌でR-ERPにより主膵管と腫瘍との立体構築の把握が可

能となり、膵体部横断切除および膵端々吻合(膵管膵管吻合)が行われた (Fig. 5)。

c) 膵管胆道合流異常(合流異常)および膵癒合不全 R-ERPは合流異常4例に施行され、胆管下部が腹側膵の膵管分枝と合流する膵管分枝合流を2例 (Fig. 6 a, b), 膵不完全癒合を伴う合流異常を1例に認めた (Fig. 7)。

R-ERPは膵癒合不全4例(膵管分枝癒合1例を含む)に施行された。膵癒合不全3例のうち2例は主乳頭および副乳頭から造影可能で膵管癒合不全の確定診断がなされ、腹側膵管系および背側膵管系の分枝が明瞭に区分された (Fig. 8)。膵管分枝癒合の1例は急性膵炎発作を反復する症例でR-ERPにより膵管分枝癒合型不完全癒合に伴う背側膵管の膵液流出障害と診断して十二指腸温存膵頭切除を施行した (Fig. 9)。

3) C-ERP, R-ERP および標本膵管造影所見の対比 浸潤性膵管癌切除例でC-ERP, R-ERPが併施された5例の検査時間はC-ERPで平均54分(25~105分), R-ERPで平均52分(40~75分)とほぼ同様であった。また、検査翌日の血清アミラーゼ値の平均値はC-ERPで127IU/L(54~255IU/L), R-ERPで176IU/L(33~524IU/L)とほぼ同様で臨床的にERCP後膵炎を起こした症例はなかった。

C-ERP, R-ERP および標本膵管造影所見を対比してみると、C-ERPでは病変部位の描出能、分枝膵管の描出能および膵管走向形態の描出能のいずれも80%で、標本膵管造影でも病変部位の描出能は100%であったが、分枝膵管の描出能および膵管走向形態の描出能

Fig. 2 Spinning directions of rotating ERP.

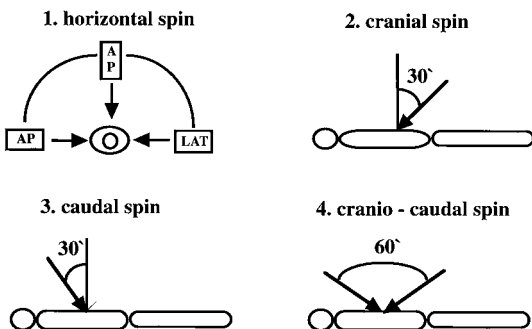


Fig. 3 73y, male. Invasive ductal carcinoma of the pancreas head. Rotating ERP showed abrupt narrowing of the main pancreatic duct (black arrow) and the long Wirsung duct across over the Santorini duct (white arrow)

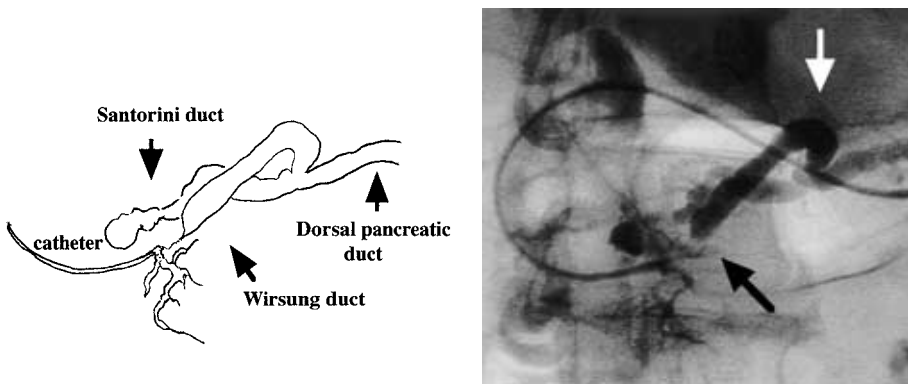
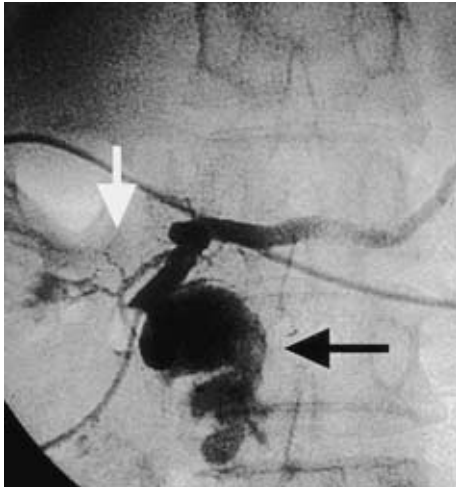


Fig. 4 68y, female. Intraductal papillary adenoma of the pancreas head. Rotating ERP showed cystic tumor of the inferior head of the pancreas (black arrow) and patency of the Santorini duct (white arrow)



は80%であった。それに引き替え、R-ERPでは病変部位の描出能、分枝膵管の描出能および膵管走向形態の描出能のすべてにおいて100%となり、R-ERPが最も優れていた (Table 2) .

4) 合併症

R-ERP 施行にあたり重篤な合併症や急性膵炎を引き起こした例はなかった。慢性膵炎に伴う仮性嚢胞の症例で嚢胞感染を起こした例を1例に認めたが、抗生剤による保存的治療で軽快した。

考 察

内視鏡的逆行性膵管造影 (ERP) の精密診断法として 池田ら¹⁾により内視鏡下留置バルーンカテーテルによる膵管充滿造影法 (バルーン ERP) が報告された。その膵疾患精査における有用性から、教室でもいち早くバルーン ERP を導入しており 現在ではさまざまな施設でバルーン ERP が施行されている。また、胆道系の画像診断では肝門部胆管癌の胆管立体構築を3次元的に把握する胆道撮影法^{2,3)}が報告され、教室でも胆道系疾患に対する精査法として3軸回転アーム搭載装置

Fig. 5 73y, male. Intraductal papillary adenocarcinoma, minimally invasive.(A) CT showed a cystic tumor in the pancreatic body.(B) Rotating ERP showed papillary proliferation in the cystic tumor (arrow)(C) Segmental resection of pancreatic body was performed (arrow)(D) Operating pancreatography showed pancreatic end to end (duct to duct) anastomosis (arrow)

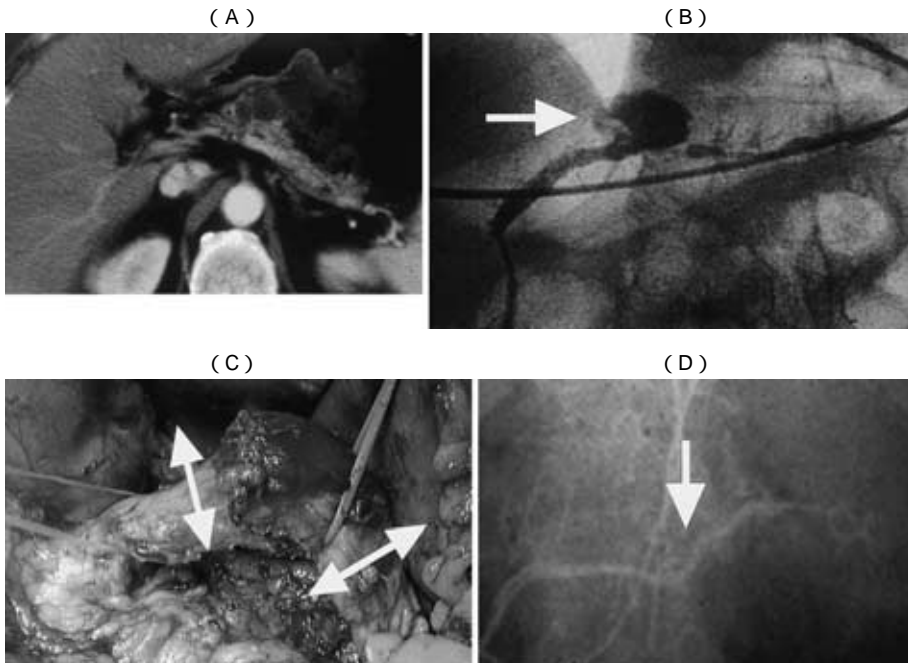


Fig. 6 Anomalous arrangement of pancreaticobiliary ductal system. Rotating ERP showed the terminal bile duct connected to a branch of the ventral pancreatic duct (arrow) (A) 24y, female. Congenital choledochal cyst. (B) 34y, female. Congenital choledochal cyst.

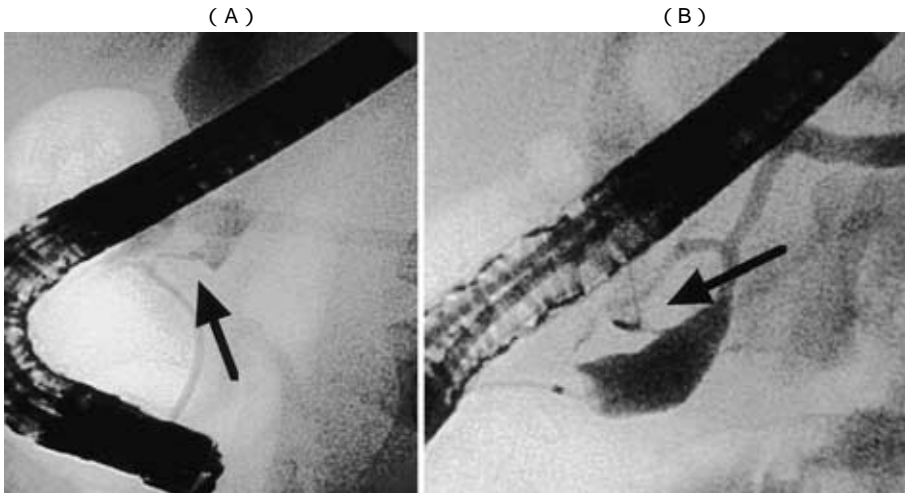
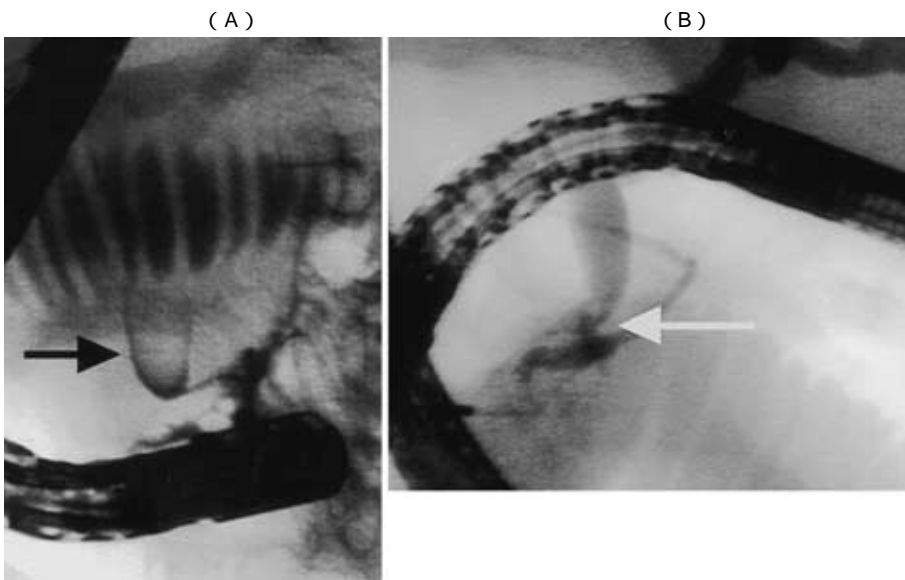


Fig. 7 3y, male. Anomalous arrangement of pancreaticobiliary ductal system with partial pancreas divisum. (A) Ventral pancreatography showed a ventral pancreatic duct with protein plug (black arrow) (B) Dorsal pancreatography showed a dorsal pancreatic duct connected to the common bile duct (white arrow)



を用いた回転式胆管造影法を開発し、その有用性について報告している⁴⁾。

近年の画像診断の進歩に伴い、膵頭部領域の良性腫

瘍や low grade malignancy である粘液産生膵腫瘍や膵嚢胞性病変および内分泌腫瘍などの膵独特の病変に遭遇する機会が増加し、その治療法が注目を浴びてい

Fig. 8 41y, female. Pancreas divisum. (A) Ventral pancreatography showed only ventral pancreatic duct and its branches. (B) Dorsal pancreatography showed only dorsal pancreatic duct and its branches with no communication between dorsal and ventral pancreatic duct.

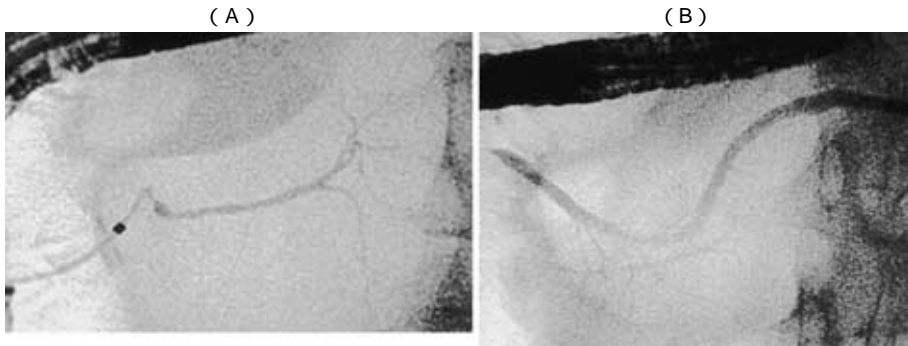


Fig. 9 43y, male. Partial pancreas divisum with relapsing acute pancreatitis. Rotating ERP with compression study showed branch of the dorsal pancreatic duct connecting to the ventral pancreatic duct (arrow) as partial pancreas divisum.

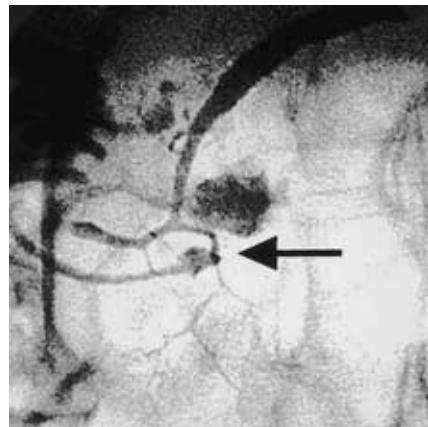
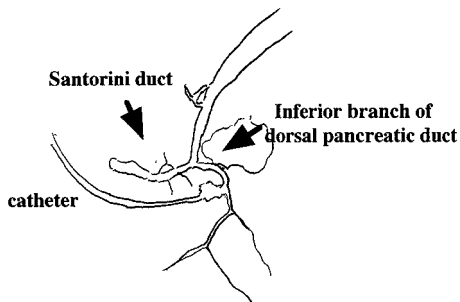


Table 2 Correlation between conventional ERPs, rotating ERPs, and pancreatographies of resected specimens

	feasability of sickness lesion	evaluation of branches of pancreatic ducts	evaluation of pancreatic ductal system
conventional ERPs	4/5(80%)	4/5(80%)	4/5(80%)
rotating ERPs	5/5(100%)	5/5(100%)	5/5(100%)
pancreatographies of resected specimens	5/5(100%)	4/5(80%)	4/5(80%)

る．膵臓外科領域でも術後の quality を考慮した幽門輪温存膵頭十二指腸切除⁵⁾や,さらなる機能温存を旨し十二指腸や総胆管を温存した膵頭切除術^{6,7)}が行われるようになり 教室でも積極的に導入している⁸⁾．膵の区域切除を論ずるにあたり⁹⁾, 膵管走向形態を把握することは極めて重要であり, 膵管像の精度を向上させ立体構築の把握をもたらす膵管造影法が必要とされている．以上の流れと相まって, 我々は胆管造影における 3 軸回転アーム搭載装置の使用経験から回転式動画像を用いて膵管走向を 3 次元的に評価し, さらにバ

ルーン ERP を併施することにより膵管像の精度を向上させ立体構築の把握をもたらす膵管造影法の新たな展開として回転式膵管造影を試みた。

本法は、回転式動画像を用いることにより以下のような利点が生じた(1)連続的動画像で撮影するため回転撮影中の患者の息止めを必要としない(2)回転撮影により任意の角度から膵管走向の把握が可能で患者の体位変換を必要としない(3)モニターテレビ上でのリアルタイムの観察以外に実際の読影はビデオテープに収録し必要なシーンを反復し時間をかけてゆっくりと読影可能で膵管形態把握のトレーニングに適している点である。また、R-ERP 施行にあたり重篤な合併症や急性膵炎を引き起こした例はなく、本法は ERP の手技に熟達した検者により造影による過度の膵管内圧の上昇に留意すれば安全に施行可能と思われる。

各疾患における R-ERP 所見では、その空間分解能の向上が認められた。浸潤性膵管癌の5例で C-ERP, R-ERP を対比した結果では C-ERP, R-ERP の検査時間、検査翌日の血清アミラーゼ値に有意差はなく、ERCP 後膵炎の発症はみられなかった。また、C-ERP, R-ERP および標準膵管造影の読影能の評価では症例数は少ないものの R-ERP が病変部位、分枝膵管および膵管走向形態の描出能のいずれにおいても100%と最も優れており、診断能の向上が示唆された。また、膵頭部癌の1例では主膵管が副膵管を腹側前方から背側に向かいまたぐように走向し膵体部で合流する膵管走向形態の把握が一目瞭然となり、膵頭十二指腸切除における膵切離線の決定に際し膵管断端が1本となる部位を術前に判断でき、膵切除後の膵管空腸粘膜吻合にあたり有用な情報が得られた。いまだかつて、永久治癒が期待されるほどの小膵癌の発見にいたる症例は経験していないが、癌の発生源は主膵管ではなく分枝膵管にあるとする報告もみられ¹⁰⁾、R-ERP により丹念に分枝膵管の変化を見逃さずにアプローチすることが早期膵癌の発見につながるものと考えている。

膵管内乳頭腫瘍では dysplasia-carcinoma sequence が認められ¹¹⁾、low grade malignancy としてさまざまな縮小手術¹²⁾¹³⁾が注目を浴びている。今回のシリーズで主膵管より分枝する下頭枝にみられる膵管内乳頭腺腫に対して膵頭下部切除を行うにあたり、R-ERP により副膵管の開存度の把握、病変と主膵管および副膵管との立体構築の把握が明瞭となり手術術式の決定に際して有用な情報が得られた。また、膵体部の微小浸潤

性膵管内乳頭腺癌に対する膵体部横断切除および膵端々吻合(膵管膵管吻合)に際して膵体部主膵管と病変との立体構築の把握に R-ERP が有用であった。

我々はかねてから膵管胆道合流異常における膵管走向に走向異型が多くみられることを報告しているが¹⁴⁾、R-ERP は複雑な膵管胆道合流形態を有する合流部の形態把握ならびに膵管癒合異常¹⁵⁾¹⁶⁾の診断にも有用である。合流異常において胆管下部が膵管分枝と合流する膵管分枝合流が嚢状拡張を伴う先天性胆道拡張症に高率にみられることをすでに報告しているが¹⁴⁾、回転式動画像を用いることにより胆道末端部と膵管との合流部の重なりがとれ、鮮明な画像が得られるようになっている。また、膵管分枝癒合の1例は R-ERP により膵管分枝癒合型不完全癒合に伴う背側膵管の膵液流出障害と診断して十二指腸温存膵頭切除を行い、経過良好である。

以上のように、回転式膵管造影により膵管走向形態が明瞭化され、本法は膵疾患精査の一助となりうるものと考えられた。

文 献

- 1) 池田靖洋, 松本伸二, 吉本英夫ほか: 内視鏡下留置バルーンカテーテルによる膵管充満造影法 背臥位圧迫撮影の膵精査における有用性. 胃と腸 19: 1231 1242, 1984
- 2) 海保 隆, 宮崎 勝, 伊藤 博ほか: 胆道悪性腫瘍の術式決定における連続回転胆道撮影の意義. 胆と膵 16: 1159 1165, 1995
- 3) 島津元秀, 若林 剛, 田辺 稔ほか: 肝門部胆管癌 診断と治療の進歩 3. 肝門部胆管癌の3次元画像診断. 日外会誌 101: 393 398, 2000
- 4) 石井 博, 新井一成, 福島元彦ほか: Digital Biplane 装置を用いた回転式胆管造影法の有用性について. 胆道 10: 346 352, 1996
- 5) Traverso LW, Longmire WP Jr: Preservation of pancreaticoduodenectomy. Surg Gynecol Obstet 146: 959 962, 1978
- 6) Beger HG, Krautzberger W, Bittner R et al: Duodenum-preserving resection of the head of the pancreas in patients with severe chronic pancreatitis. Surgery 97: 467 473, 1985
- 7) Kimura W, Nagai H: Study of surgical anatomy for duodenum-preserving resection of the head of the pancreas. Ann Surg 221: 359 363, 1995
- 8) 石井 博, 新井一成, 中村明央ほか: 十二指腸温存膵頭切除を施行しえた膵管内乳頭腺腫の1例. 膵臓 12: 376 381, 1997
- 9) 高田忠敬: 膵の区域 概念と臨床応用. Front Gastroenterol 3: 33 43, 1998

- 10) 柳澤昭夫, 加藤 洋: 小膵癌7例の病理組織学的特徴. 消内視鏡 7: 1075-1082, 1995
- 11) Shimamura H, Furukawa T, Kodama T et al: Mucin-producing tumor of the pancreas-surgical treatment. J Hepato biliary Pancreat Surg 4: 168-172, 1997
- 12) 今泉俊秀, 羽生富士夫, 鈴木 衛ほか: 十二指腸温存膵頭全切除術. 消外 14: 475-488, 1991
- 13) Nakagohri T, Asano T, Takayama W et al: Resection of inferior head of the pancreas, report of a case. Surg Today 26: 640-644, 1996
- 14) Ishii H, Arai K, Fukushima M et al: Fusion variations of pancreatic ducts in patients with anomalous arrangement of pancreaticobiliary ductal system. J Hepatobiliary Pancreat Surg 5: 327-332, 1998
- 15) Douglas CW, Michael VS: Partial pancreas division. Cleve Clin J Med 54: 33-37, 1987
- 16) 広岡大司, 大地宏昭, 片岡伸一ほか: 膵管癒合異常 不完全癒合, 分枝癒合, Ansa pancreatica 型癒合と膵炎. 胆と膵 18: 273-279, 1997

Usefulness of the Rotating Pancreatography as a Three-Dimensional Imaging Diagnosis

Hiroshi Ishii, Mitsuo Kusano, Mitsunori Hoshino, Akio Nakamura,
Yasushi Koike, Masaki Ohori, Tetsuji Enosawa, Sho Oyama,
Atsushi Ota and Reiko Koike

Department of Surgery, Division of General & Gastroenterological Surgery,
Showa University, School of Medicine

We analyzed the pancreatic ductal system using rotating 3-dimensional endoscopic retrograde pancreatography. Subjects were 32 patients with pancreatic diseases; 8 with invasive ductal carcinoma of the pancreas, 5 with pancreatic cysts, and 4 each with intraductal pancreatic neoplasm, anomalous arrangement of the pancreaticobiliary ductal system, and pancreatic malfusion, and 7 with others. Contrast medium was injected endoscopically through the papilla of Vater and rotating pancreatography conducted as follows: horizontal spin was done in rotating radiographic imaging 180 degrees to patient on the horizontal axis, cranial spin and caudal spin in tilting imaging to the cranial and caudal position at 30 degrees to the horizontal axis, in craniocaudal spin imaging 60 degrees from the cranial to caudal position, and with additional compression study. Pancreatic ductal systems were clearly recognized by each spinning image and rotating pancreatograms enabled better space analysis than conventional endoscopic pancreatograms. This procedure is thus useful in grasping the status of the pancreatic ductal system in patients with anomalous arrangement of the pancreaticobiliary ductal system and pancreatic malfusion. This procedure was valuable in clarifying pancreatic ductal system status and should prove useful in examination of patients with pancreatic disease.

Key words: endoscopic retrograde pancreatography, rotating pancreatography, 3-dimensional pancreatography, pancreatic ductal system, pancreatic disease

[Jpn J Gastroenterol Surg 34: 544-551, 2001]

Reprint requests: Hiroshi Ishii Department of Surgery, Division of General & Gastroenterological Surgery,
Showa University, School of Medicine

1-5-8 Hatanodai, Shinagawa-ku, Tokyo, 142-8666 JAPAN