

膵臓の画像解剖

森 宣

大分大学医学部放射線医学講座

1. Clinical needs

中国語の膵臓をあらわす「胰」は辺境の地、未開の土地の意味もあり、歴史的に膵臓は小さい臓器ながらその解剖学的構造の詳細は検討されていないことを良く物語っている。膵臓の代表的疾患である膵臓癌(pancreatic ductal carcinoma)は、median survival timeがわずか6ヵ月、5年生存率は4%という極めて予後不良の疾患であるが、近年いくつかの課題が達成されはじめ、その診断と治療に光明がさしてきたかに見える。その進歩の一端を担う画像診断と経血管治療(動注療法)にとって、詳細かつ系統的な膵臓の画像解剖は不可欠な知識のはずであるが、「胰」が表すごとく今までほとんど注目されず系統的な検討はなされておらず、近年飛躍的な解像力を得たCT, MRIを中心とする画像診断により初めて明らかになったものである。しかし、臨床的必要性から明らかにする必要がある膵臓画像解剖はまだ残っており、放射線医学と解剖学の融合の必要性がますます

高まっていると思われる。

2. Pancreatic venous anatomy

Thin-sliceの造影MDCTでは、膵周囲静脈のみならず膵実質の静脈(膵内静脈)まで良好に描出される。これらの膵静脈系は、膵臓における進展度診断の指標となるため、十分認識することが必要である。膵実質内を走行する膵内静脈は、1 mm-sliceの造影MDCT

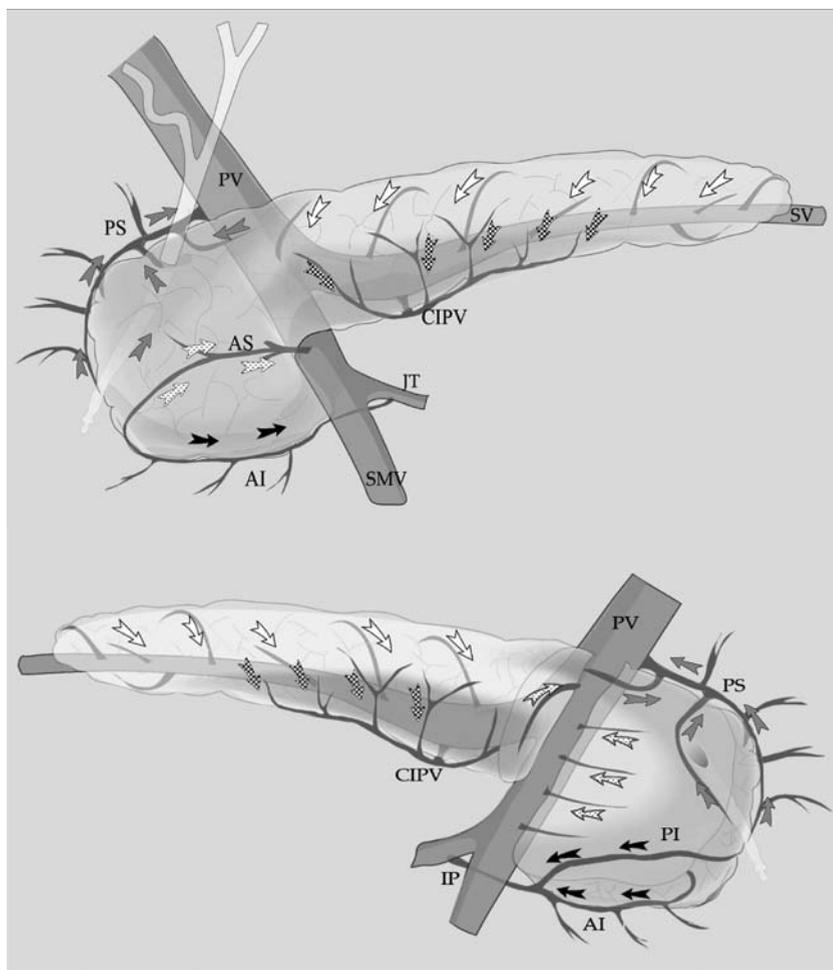


Fig. 1 Pancreatic venous anatomy
 ■: PSPDV, ▨: ASPDV, ■: IPDV and its tributaries, ▩: CIPV, □: direct draining into the splenic vein, SMV or portal vein.

CIPV: central inferior pancreatic vein, PV: portal vein, SMV: superior mesenteric vein, SV: splenic vein, JT: first jejunal trunk, AS: ASPDV, AI: AIPDV, PS: PSPDV, PI: PIPDV, IP: IPDV

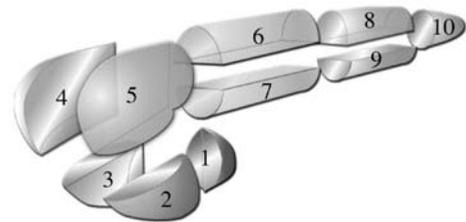
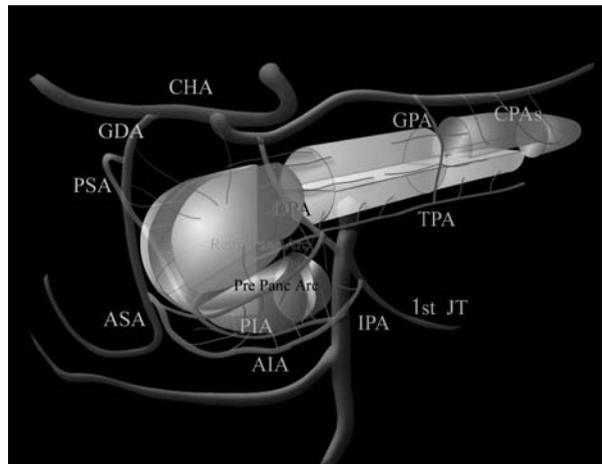
による評価では、膵頭部において平均径 0.75 mm で 1~5 本、体尾部において平均径 0.9 mm で 3~6 本認められている。膵頭部では実質から表面に出ることなく、上腸間膜静脈に直接流入する複数の分枝構造として、また体尾部では脾静脈へ直接流入する点状、コマ状構造として MDCT 上認識される。膵静脈の支配領域 (Fig. 1) に関しては、膵頭上部から膵頭・体部移行部では PDPDV, 膵頭部前面は ASPDV, 膵頭部下縁は IPDV, 膵頭部背面は後下膵十二指腸静脈, 膵鉤部静脈がメインドレナージとなる。一方、膵体尾部では、前下縁は CIPV, その他の領域は脾静脈へ直接流入する小静脈がメインドレナージを担う¹⁾。

3. Pancreatic arterial territories

膵周囲動脈系の画像解剖評価は、従来血管造影を中心になされており、様々な正常変異が知られているが、各膵周囲動脈の膵実質への血流支配域 (pancreatic arterial territories) については検討がなされていなかった。われわれの施設では、進行膵癌患者を対象とした制癌剤動注療法の際、膵周囲動脈系から CT angiography を行い、その造影剤の分布領域から血流支配域を検討し、おおむね膵臓全体の pancreatic arterial territories を確立して報告した²⁾。各膵周囲動脈における膵実質への血流分布 (Fig. 2) と正常変異の知識は、急性膵炎や膵癌などに対する経カテーテル的薬剤動注療法³⁾の際に重要である。

4. Peri-pancreatic lymphatic network & peri-pancreatic neural plexuses

膵臓周囲のリンパ流については、報告数は極めて少ないものの、Deki and Sato によって優れた解剖学的報告がなされている⁴⁾。膵頭部前面においては、上部のリンパ管は総肝動脈に沿って、中下部のリンパ管は上腸間膜静脈に沿って走行し、最終的に腹腔動脈および上腸間膜動脈右側のリンパ節に集結する。膵頭部後面においては、3つのルートが存在し、最終的に腹腔動脈、上腸間膜動脈、大動脈右後方に連立するリンパ節群に集結する。一方、膵体尾部のリンパ路には脾動脈と横行膵動脈 (下膵動脈) に沿う2つの経路があり、最終的に腹腔動脈および上腸間膜動脈左側のリンパ節に集結する。これら膵周囲の正常リンパ路も MDCT の普及により認識することが可能となった⁵⁾。



- Uncus (1): AIPDA and PIPDA
- Anterior inferior head (2): ASPDA and AIPDA
- Posterior inferior head (3): PSPDA and PIPDA
- Superior head (4,5): Anastomotic branches between DPA and superior pancreaticoduodenal arteries and/or the small branches arising GDA, CHA, or right hepatic artery
- Superior and inferior body (6,7): DPA and GPA
- Inferior tail (9): TPA and GPA
- Superior tail (8): Caudate pancreatic arteries
- Tail end (10): Caudate pancreatic arteries

Fig. 2 Pancreatic arterial territories

1 mm-slice の造影 MDCT による検討では、これらのリンパ路はリンパ節間に存在する微細な線状構造として描出されている。その検出率は、腹部大動脈周囲では100%であり、特に再構成冠状断像にて明瞭に描出される。また、腹腔動脈、上腸間膜動脈周囲リンパ路は51~90%、膵頭部周囲リンパ路は27~77%の検出率であったが、膵体尾部周囲リンパ路に関しては描出が不十分であった。これに対し、膵癌のリンパ路浸潤では、肥厚したリンパ路が“網目状”、“管状”、“軟部組織腫瘤状”として認められており、今後膵癌における staging 診断基準に、膵周囲リンパ路の評価も加える必要があると考えられる。課題として、腹腔動脈、上腸間膜動脈周囲には神経叢とともにリンパ網が存在するが、その正常画像解剖を確立して膵癌における staging 診断に役立てないといけない。また、当然膵臓内のリンパ路と膵周囲リンパ路との交通路があり

癌浸潤の重要なルートであるはずであるが、その画像解剖ははまだ明らかでなく、今後の課題のひとつである。

膵臓癌は膵臓内から膵外神経叢に沿って膵臓外に進展し、発見時はすでに進行癌であることがほとんどであり、切除例においても再発も多くその原因は膵外神経叢に沿った癌巣の残存であると言われる。膵周囲には、膵頭神経叢(I部, II部), 上腸間膜動脈神経叢, 総肝動脈神経叢, 肝十二指腸間膜内神経叢, 脾動脈神経叢, 腹腔神経叢といった多くの膵外神経叢が存在する。なかでも、膵頭神経叢第II部は、両側腹腔神経節から上腸間膜動脈神経叢を経て鉤状突起の左縁に連なるものであり、膵癌の再発や予後を規定する重要な神経叢として位置づけられている。正常な膵頭神経叢第II部は、1 mm-slice MDC では時に線状構造として認められることがあるが、一般的に同定は困難である。癌浸潤陽性例では、膵鉤部から上腸間膜動脈, 腹腔動脈に向かう塊状・腫瘤状構造, もしくは同動脈周囲の帯状低吸収域として認識される。さらに、下膵十二指腸動静脈が膵頭神経叢第II部の近傍を走行しているとされ、これらの動静脈に狭窄や閉塞, あるいは周囲脂肪織の索状変化を認めた場合, 同神経叢への癌浸潤を疑う必要がある。正常膵外神経叢の画像解剖はまだ確立していないが、膵癌における staging 診断上きわめ

て重要であり、上腸間膜動脈, 腹腔動脈周囲のリンパ網との複合像としてとらえて検討されるべきと考えられる。

Summary

MDCT や MRI の進歩に伴い、20年前では想像すら出来なかった膵内静脈や膵周囲リンパ路といった細かい画像解剖の認識が可能となった。これら膵臓および膵臓周囲の正常画像解剖の知識は、今後悪性腫瘍や膵炎などの波及を正確に診断する上で必要不可欠になるものと予測される。しかし、詳細な radiologic-anatomic correlation が正常画像解剖の確立には必要であり、今後の臨床解剖学において放射線医学と解剖学に携わる者のさらなる協働が望まれる。

文献

- 1) Hongo N, Mori H, Matsumoto S et al. 2010. Anatomical variations of peripancreatic veins and their intrapancreatic tributaries: multidetector-row CT scanning. *Abdom Imaging* 35: 143-153
- 2) Okahara M, Mori H, Kiyosue H et al. 2010. Arterial supply to the pancreas; variations and cross-sectional anatomy. *Abdom Imaging* 35: 134-142
- 3) Mori H et al: Arterial Infusion Chemotherapy of Pancreatic Cancers. Patent submission number Japan 2009-234569
- 4) Deki H et al. 1988. An anatomic study of peripancreatic lymphatics. *Surg Radiol Anat* 10: 121-135
- 5) Sai M, Mori H, Kiyonaga M et al. 2010. Peripancreatic lymphatic invasion by pancreatic carcinoma: evaluation with multi-detector row CT. *Abdom Imaging* 35: 154-162

Imaging anatomy of the pancreas

Hiromu MORI

Department of Radiology and Imaging Science, Oita University Faculty of Medicine

Pancreatic cancer remains one of the most difficult neoplasms for early diagnosis and treatment. Recent advances of imaging including 3D volume data setting in multidetector-row CT (MDCT) and MRI are urging us to focus on imaging of normal and pathological conditions of pancreatic parenchyme and peri-pancreatic structures, which are frequently involved by pancreatic cancers and are affecting the prognosis of patients with pancreatic cancers. During this lecture, 5 main topics of pancreatic imaging were addressed; pancreatic arterial territories, imaging of intra- and peri-pancreatic venous anatomy and their clinical significance, imaging of peri-pancreatic lymphatic network and their clinical significance for staging of pancreatic cancer, and embryology and imaging of pancreatic ductal system. Recognition and understanding of these anatomy images (CT or MRI features of normal anatomical structures) of the pancreas might lead to the precise staging of pancreatic cancer and lead to a new approach of locally targeted less-invasive treatment such as arterial chemotherapy to the pancreas. There still is the need to establish image anatomy of extrapancreatic neural-lymphatic plexus complex and intrapancreatic lymphatic channels. Collaboration of diagnostic radiologists and anatomy researchers should lead to the development of new prospects of imaging anatomy.

Key words: diagnostic imaging, pancreatic arterial territories, intra- and peri-pancreatic veins, peri-pancreatic lymphatic network