

체장의 이중기 나선식 CT: 동맥기와 문맥기의 비교¹

정 명 진 · 최 병 인 · 한 준 구

목 적 : 체장 질환의 평가에 있어서 나선식 CT의 동맥기 및 문맥기 영상의 유용성을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법 : 37예의 체장선암과 21예의 체장염을 대상으로 이중기 나선식 CT를 시행하였다. 조영제 주입 시작 후 30초에 동맥기와 65초에 지연기의 나선식 촬영을 각각 단일 호흡중지 상태에서 시행하였다. 절편두께는 5mm, 테이블 이동 속도는 초당 5mm로 하였다. 각 영상에서 병변과 체장 실질의 조영 증강 양상, 체장주위 동정맥의 대조도를 평가하였다. 대상 병변 또는 혈관이 주변 실질과 명확한 대조를 보인 경우를 1 등급(Grade 1)으로, 주변실질과 미약한 대조를 보인 경우를 2 등급(Grade 2)으로, 주변 실질과 구분되지 않는 경우를 3 등급(Grade 3)으로 정하였다.

결 과 : 37예의 체장선암중 동맥기에서는 35예, 문맥기에서는 36예가 저음영을 나타내었다. 병변 명료성은 문맥기의 성적 (평균등급: 1.24)이 동맥기의 성적 (평균등급: 1.43)보다 우수하였으나 양 조영기 간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 동맥 조영도는 동맥기의 성적 (평균등급: 1.03)이 문맥기 (평균등급: 1.30)보다 우수하였으며 ($p=0.0051$) 정맥 조영도는 문맥기의 성적 (평균등급: 1.19)이 동맥기 (평균등급: 2.41)보다 우수하였다 ($p<0.0001$).

21예의 체장염중 동맥기에서는 14예, 문맥기에서는 15예가 국소적인 괴사 또는 액체 저류로 여겨지는 저음영의 병변을 나타내었다. 병변 명료성의 면에서 문맥기의 성적 (평균등급: 1.61)이 동맥기의 성적 (평균등급 평균: 1.81)보다 우수하였으나 양 조영기간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 동맥 조영도는 동맥기의 성적 (평균등급: 1.05)이 문맥기 (평균등급: 1.38)보다 우수하였으며 ($p=0.0180$) 정맥 조영도는 문맥기의 성적 (평균등급: 1.10)이 동맥기 (평균등급: 2.33)보다 우수하였다 ($p=0.0005$).

결 론 : 체장 질환을 진단, 평가하기 위해서는 동맥기 및 문맥기의 이중기 나선식 CT가 가장 권장할 만하다. 그러나, 병변의 명료성과 체장주위 정맥의 우수한 대조도를 고려할 때, 체장 질환의 진단 및 평가에 있어 문맥기가 동맥기보다 유용할 것으로 사료된다.

최근의 10여년 간에 전산화단층촬영술 (computed tomography: 이하 CT로 약칭함)는 체장의 영상 진단에 있어서 최선의 방법으로 간주되고 있다. 현재 CT로 체장의 병변을 진단함에 있어서 가장 관심이 집중되고 있는 부분은 조기의 병변을 발견하고 정확히 진단하여 이후의 치료에 필요한 정보를 제공할 수 있는 가능성에 대한 평가로 사료된다. Megibow (1)의 고찰에 따르면 CT로 체장을 평가하고자 할 때의 적절한 검사방법은 조영제의 적절한 주입, 스캔정보의 빠른 수집, 그리고 체장 전장에 걸친 얇은 절편의 영상획득 등이다.

1990년대에 등장한 나선식 CT는 체장의 영상화에 성공적으로 적용되었으며, 위에서 언급한 적절한 검사에 필요한 방법을 사용할 수 있다. 즉, 나선식 CT는 얇은 절편 두께로도 단시간내에 체장 전반을 영상화할 수 있으며 효과적인 조영 증강으로 저혈관성 병변이나 체장 주변 혈관이 잘 구분된다. 그러나 비록 나선식 CT라 할 지라도 병변의 대조도가 극대화되도록 적절히 조영증강된 영상을 얻기 위한 조영제 주입 후의 스캔 시기 결정은 아직 정립되지 못하였다.

저자들은 체장의 병변에 대하여 나선식 CT를 이용하여 동맥기와 문맥기의 이중기 역동적 CT를 시행하였으며 양 조영기 영상간의 병변과 체장 주변 혈관의 명료성을 비교하고자 하였다.

¹ 서울대학교 의과대학 방사선과학교실

본 논문은 1996년도 서울대학교병원 지정 진료 연구비(02-96-174)의 보조로 이루어진 것임

이 논문은 1996년 7월 1일 접수하여 1996년 7월 23일에 채택되었음

대상 및 방법

1994년 5월부터 1995년 4월까지 췌장의 각종 병변이 의심되어 췌장 프로토콜의 나선식 역동적 CT를 시행한 환자 중 병리적으로 확진된 37례의 췌장선암과 병리 및 임상소견으로 진단한 21례의 췌장염을 대상으로 하였다. 연령 구성은 21세에서 81세까지로 평균 56세였다.

CT는 Somatom-Plus S scanner (Siemens Medical System, Erlangen, Germany)와 GE Hi speed Advantage scanner (GE Medical System, Milwaukee, USA)를 사용하였다. 조영제는 전완부에 확보된 18 gauge의 경정맥 도관을 통하여 자동주입기를 이용하여 초당 3mL의 속도로 주입하였다. 1994년 5월부터 1995년 1월까지의 36명의 환자에게는 68% 이온성 조영제 (Rayvist 300, Schering AG, Germany) 100mL를 사용하였으며, 1995년 2월부터 1995년 4월까지의 22명의 환자에게는 77% 비이온성 조영제 (Ultravist 370, Schering AG, Germany) 85mL를 사용하여 환자에게 투여되는 아이오다인의 양은 각각 30g 및 31g으로 유사하도록 하였다. 조영제 주입 시작후 30초 경과시에 동맥기의, 65초 경과후에 문맥기의 스캔을 시작하였다. 각각의 스캔은 5mm의 절편 두께와 초당 5mm의 테이블 이동 속도로 초당 1회전씩 약 20초간 간문부로부터 좌측 신장 하첨부까지 10cm 정도의 범위를 스캔하였고 환자로 하여금 이 시간 동안 최대 흡기 상태에서 호흡을 정지하도록 유도하였다.

양 조영기의 영상을 병변의 명료성, 췌장주변 동맥 및 정맥의 조영 증강도의 세 측면에서 평가하였다. 객관적인 평가를 위하여 동맥기와 문맥기의 영상을 동일한 window

setting으로 현상하여 다른 조영기의 영상과 독립적으로 관찰하였다. 각 영상의 등급은 대상 병변 또는 혈관이 주변 실질과 명확한 대조를 보인 경우를 1 등급(Grade 1)으로, 주변실질과 미약한 대조를 보이거나 확연히 구분되지 않는 경우를 2 등급(Grade 2)으로, 주변 실질과 구분되지 않는 경우를 3 등급(Grade 3)으로 정하였다. 양 조영기의 결과를 Wilcoxon matched paired sample test를 이용하여 비교하였다.

결 과

본 연구의 결과는 Table 1-4에 요약되었다.

37례의 췌장선암중 동맥기에서 35례, 문맥기에서 36례가 저음영을 나타내었다.

병변 명료성의 면에서 문맥기의 성적 (평균등급: 1.24)이 동맥기의 성적 (평균등급: 1.43)보다 우수하였으나 양 조영기간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p=0.0745$) (Fig. 1). 동맥기에서 23례 (62%)의 병변이 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 29례 (78%)의 병변이 1 등급의 명료도를 나타내었다. 직경 3cm 이하의 병변만을 평가하면 15례 중 동맥기에서 9례 (60%)의 병변이 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 12례 (80%)의 병변이 1 등급의 명료도를 나타내었다. 동맥 조영도의 면에서는 동맥기의 성적 (평균등급: 1.03)이 문맥기 (평균등급: 1.30)보다 우수하였으며 통계적으로 유의하였다 ($p=0.0051$). 췌장 주변 주요 동맥들이 동맥기에서 36례 (97%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 26례 (70%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었다. 정맥 조영도의 면에서는 문맥기의 성적 (평균등급: 1.19)이 동맥기 (평균

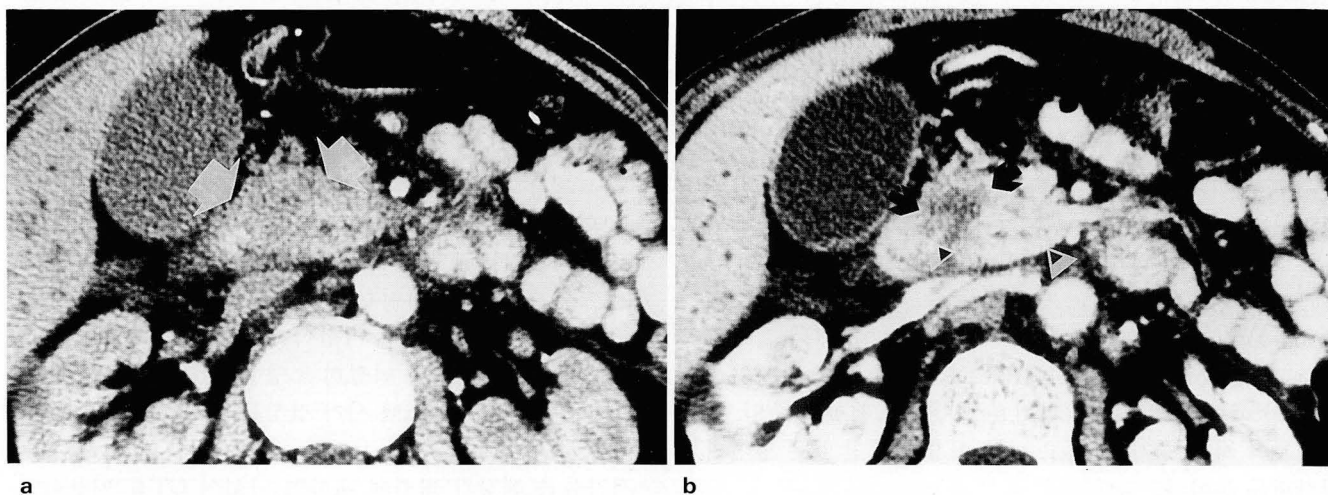


Fig. 1. Adenocarcinoma of the pancreatic head in a 69-year-old man.

- CT scan in the arterial phase shows suspicious bulging mass in the head of the pancreas (arrows). The mass does not contrast with normal pancreatic parenchyma in this phase.
- CT scan in the portal venous phase shows well-defined mass with low attenuation (arrows) compared to the enhancing uncinate process (arrowheads).

등급 : 2.41)보다 우수하였으며 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.0001$) (Fig. 2). 췌장 주변 주요 정맥 및 문맥은 동맥기에서 36예 (97%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 26예 (70%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었다.

췌장염에서 국소적인 괴사 또는 액체 저류로 여겨지는 저음영의 병변을 확인하고자 하였으며 총 21예 중 동맥기에서는 14예, 문맥기에서는 15예에서 이러한 병변을 확인할 수 있었다. 병변 명료성의 면에서 문맥기의 성적(평균등급 : 1.61)이 동맥기의 성적(평균등급 평균 : 1.81)보다 우수하였으나 양 조영기간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p = 0.1088$) (Fig. 3). 동맥기에서 12예 (57%)의 병변이 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 14예 (67%)의 병변이 1 등급의 명료도를 나타내었다. 동맥 조영도의 면에서는 동맥기의 성적(평균등급 : 1.05)이 문맥기(평균등급 : 1.38)보다 우수하였다 ($p = 0.0180$). 췌장 주변 주요 동맥들이 동맥기에서 20예 (95%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 13예 (62%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었다. 정맥 조영도의 면에서는 문맥기의 성적(평균등급 : 1.10)이 동맥기(평균등급 : 2.33)보다 우수하였다 ($p = 0.0005$) (Fig. 4). 췌장 주변 주요 정맥 및 문맥은 동맥기에서 5예 (24%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었으며 문맥기에서 19예 (90%)에서 1 등급의 명료도를 나타내었다.

고 찰

췌장선암은 진단 당시에 원발장기내에 국한되어 있는 경우가 드문 악성 종양이다. CT등의 단면영상기법이 췌장의 평가에 성공적으로 적용되었으나 이러한 영상기법의 발전

이 환자의 생존기간을 연장시키는데 끼친 영향은 미미했다 (1). Ishikawa 등 (2)은, 발견당시 췌장선암의 직경이 2cm 이하인 경우 환자 생존기간의 유의한 개선이 있었다고 보고하였다. 그러므로 가능한 한 조기에, 방사선과적으로는 종양의 크기가 작고 주변조직으로의 침윤이 나타나기 전에 진단하는 것이 CT를 이용한 췌장선암 진단의 최선일 것이다. 또한 문맥 또는 후복막강으로 침범하는 종양과 주변 림프선 또는 췌장막으로 퍼지기 시작하는 종양 간에는 그 생

Table 1. Comparison of Tumor Conspicuity in Cases of Pancreatic Adenocarcinoma

Tumor	Size\Grade	1 (%)	2 (%)	3 (%)	Total
≤ 3	AP	9 (60)	5 (33)	1 (7)	15
	PVP	12 (80)	2 (13)	1 (7)	
> 3	AP	14 (64)	7 (32)	1 (5)	22
	PVP	17 (77)	5 (23)	0 (0)	
Total	AP	23 (62)	12 (32)	2 (5)	37
	PVP	29 (78)	7 (19)	1 (3)	

Note — AP : arterial phase PVP : portal venous phase

Table 2. Comparison of Peripancreatic Vascular Opacification in Cases of Pancreatic Adenocarcinoma

Grade		1 (%)	2 (%)	3 (%)	Total
Artery	AP	36 (97)	1 (3)	0 (0)	37
	PVP	26 (70)	11 (30)	0 (0)	
Vein	AP	7 (19)	8 (22)	22 (59)	37
	PVP	30 (81)	7 (19)	0 (0)	

Note — AP : arterial phase PVP : portal venous phase

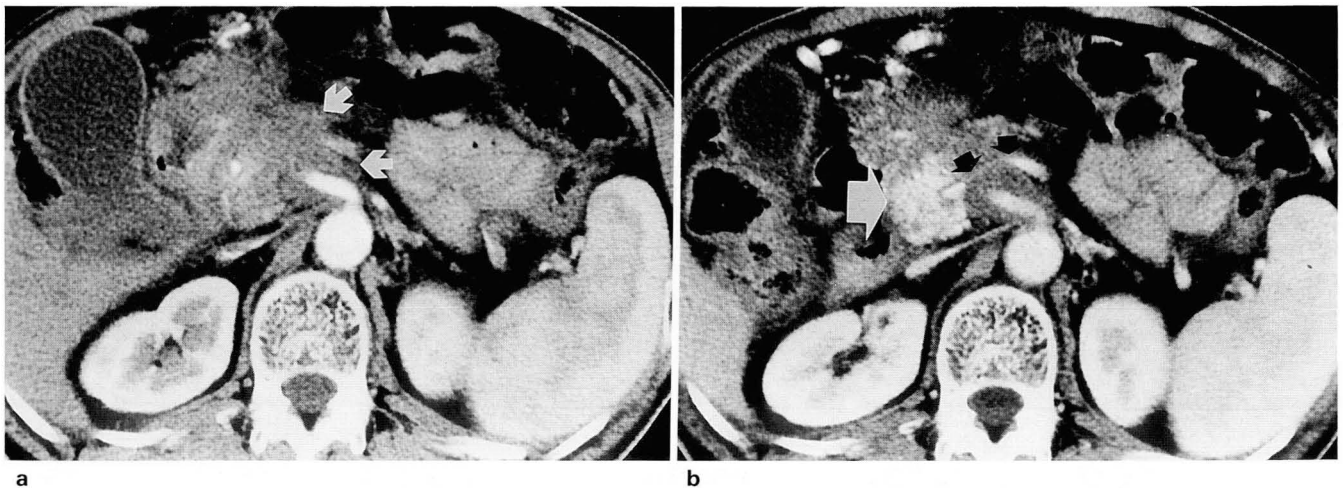


Fig. 2. Adenocarcinoma of the pancreatic head in a 67-year-old man.

a. CT scan in the arterial phase shows low attenuation mass in the head of the pancreas with encasement of celiac trunk (arrows).

b. CT scan in the portal venous phase shows good contrast enhancement of the normal pancreatic parenchyma (large arrow) as compared with low attenuation mass, and enhancing splenic vein encased by the tumor (small arrows).

물학적 행태(biologic behavior)가 다르므로 (3) 방사선과 적 진단은 단지 종양의 발견뿐 아니라 예후의 예측과 치료 법의 결정에 영향을 줄 상기의 구조물 침범 여부도 정확히 평가할 수 있어야 할 것이다.

나선식 역동적 CT는 췌장의 영상을 혁신적으로 향상시켰다. 그러나 췌장의 조영 증강되는 역학(dynamics)은 간의 그것에 비하여 잘 알려져 있지 않다. 어떠한 병리소견이건 저혈관성의 병변은 동맥의 조영증강이 강하게 이루어지

Table 3. Comparison of Lesion Conspicuity in Cases of Pancreatitis

Grade		1 (%)	2 (%)	3 (%)	Total
Conspicuity	AP	12 (57)	1 (5)	8 (38)	21
	PVP	14 (67)	1 (5)	6 (29)	

Note — AP : arterial phase PVP : portal venous phase

Table 4. Comparison of Peripancreatic Vascular Opacification in Cases of Pancreatitis

Grade		1 (%)	2 (%)	3 (%)	Total
Artery	AP	20 (95)	1 (5)	0 (0)	21
	PVP	13 (62)	8 (38)	0 (0)	
Vein	AP	5 (24)	4 (19)	12 (57)	21
	PVP	19 (90)	2 (10)	0 (0)	

Note — AP : arterial phase PVP : portal venous phase

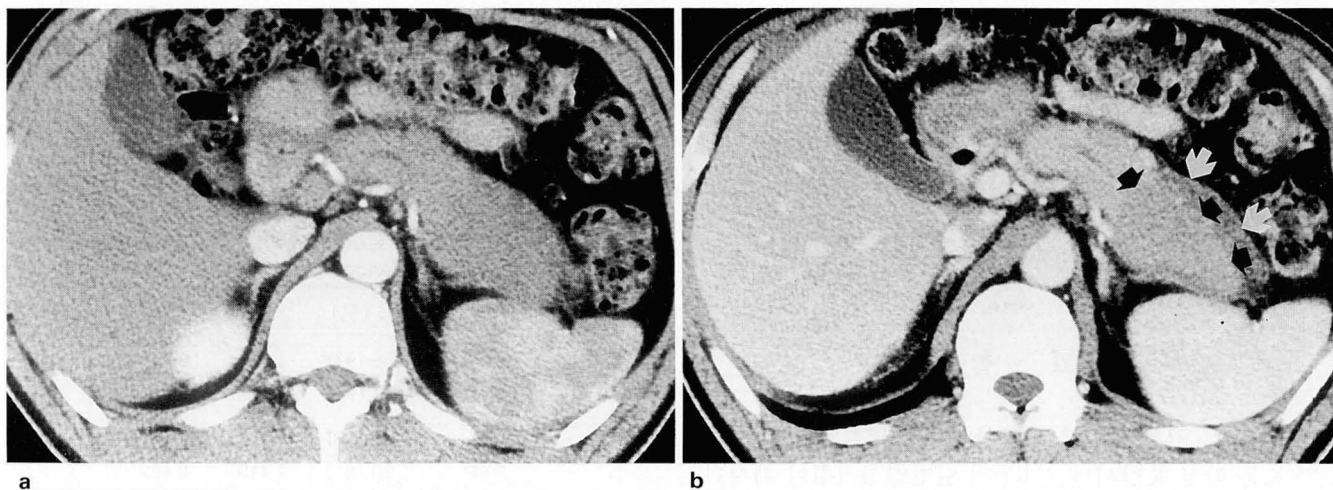


Fig. 3. Acute pancreatitis in a 46-year-old man.

a. CT scan in the arterial phase shows diffuse bulging of the tail of the pancreas.

b. CT scan in the portal venous phase shows low attenuation area in the pancreatic tail (small arrows) and peripancreatic fluid collection (large arrows) clearly. Also note that enhancing portal vein.

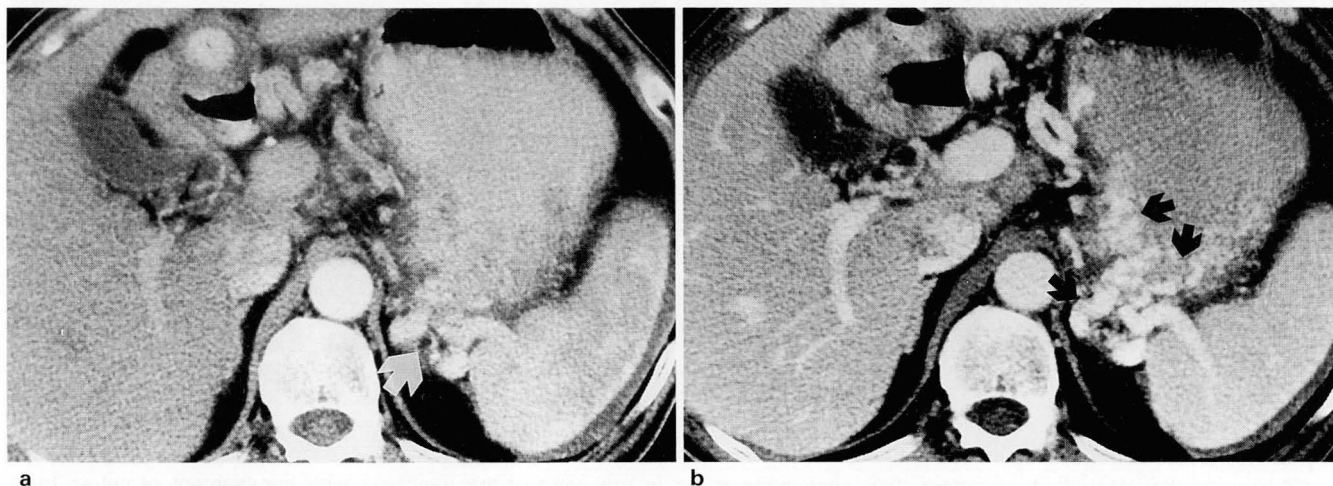


Fig. 4. Chronic pancreatitis in a 61-year-old man.

a. CT scan in the arterial phase shows multiple tubular structures surrounding the gastric cardia (arrow).

b. CT scan in the portal venous phase shows those gastric varices (arrows) more clearly.

는 조영초기에 가장 잘 나타날 것임은 기지의 사실이다. 그러나 본 연구에서 췌장 실질의 조영증강이나 저음영 병변의 명료도는 대동맥이 최고로 조영증강되는 동맥기에서가 아니라 대동맥의 조영증강이 최고점으로부터 감소되기 시작하는, 동맥기 직후의 시기에 보다 뚜렷하였으며 이는 비교적 큰 동맥들로부터 모세혈관과 췌장실질내로 조영제가 분포하게되는 (췌장실질조영기) 약간의 시간적 지연에 기인할 것이라고 생각된다. 물론 췌장은 간과는 달리 문맥으로부터 혈류를 공급받지 않으므로 문맥기라는 개념을 적용하는 것이 정확한 것은 아니나, 상기한 췌장실질조영기가 상장간막정맥 및 문맥의 조영증강이 극대화되는 이른바 문맥기와 중복되고 있다. 췌장 주변 정맥들의 충분한 묘사는 췌장선암의 병기 결정 및 수술 가능성 평가를 위하여 중요한 지표가 된다 (4). 문맥기는 췌장 주변 정맥들의 식별과 병변의 침범 여부를 잘 보여줄 수 있어, 췌장선암의 저음영성 병변의 구분과 더불어 병기를 평가하는데 동맥기보다 우수한 것으로 사료된다.

급성췌장염의 병기를 평가하는 기준은 췌장 주변 액체저류와 췌장 괴사의 범위를 정확히 구분하는 데에 있다 (5). 이러한 병변들은 낮은 CT 음영과 조영증강의 결핍을 특징으로 하므로 (6) 췌장선암에서와 마찬가지로 급속조영 역동적 CT에서 병변의 대조도가 극대화될 것이다. 본 연구에서의 결과에 따르면 췌장염의 저음영 병변 역시 동맥기보다 문맥기에서 좋은 대조도를 나타내었다. 문맥기는 또한 동맥기에서 관찰하기 힘든 문맥, 상장간막정맥과 비장정맥을 강한 조영증강상태로 영상화할 수 있으며 이러한 장점은 만성췌장염의 후유증에 의한 비장정맥이나 상장간막정맥의 협착 등을 관찰하는 데에도 유용하다 (7).

본 연구의 결과에서 저음영성 병변이나 췌장 주변 정맥의 묘사에 문맥기가 동맥기보다 우월하였으나 췌장 주변 동맥의 묘사에 있어서는 동맥기가 통계적으로 우월하였으며 동맥의 명확한 묘사도 췌장 질환의 평가에 중요한 역할을 할 것이다. 그러나 문맥기에서도 동맥의 대조도가 3등급인 레는 한 레도 없었으므로, 췌장 주변 동맥의 평가에 있어서 문맥기도 진단에 제한이 되지 않을 정도의 양질의 영상을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 분석 대상에 포함되지는 않았으나, 양 조영기의 영상에서 병변의 대조도를 관찰하여 보면 동맥기의 초기 영상은 전반적으로 조영 증강이 되지 않은 경향을 보였으며 문맥기의 후기 영상은 간질 침투가 시작되는 경향을 보였다. 이러한 점을 고려하면 병변의 대조도가 가장 두드러진 시기는 조영제 주입 후 45 초에서 70 초 사이일 것으로 사료되며 단기의 나선식 CT를 시도한 연구에서 45 초에 시작되는 스캔을 적용한 경우가 보고되어 있다 (7, 8).

동맥기와 문맥기의 영상은 각각의 유용한 특성을 가지고 있으며 상호 보완적인 관계에 있으므로, 췌장선암 또는 췌장염과 같은 췌장 질환을 진단, 평가하기 위해서는 동맥기 및 문맥기의 이중기 나선식 CT가 가장 권장할 만하다. 그러나, 병변의 명료성과 췌장 주변 정맥의 우수한 대조도를 고려할 때, 췌장 질환의 진단 및 평가에 있어 문맥기가 동맥기보다 유용할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Megibow AJ. Pancreatic adenocarcinoma : designing the examination to evaluate the clinical questions. *Radiology* **1992**;183:297-303
2. Ishikawa O, Ohhigashi H, Sasaki Y, et al. Practical usefulness of lymphatic and connective tissue clearance for the carcinoma of the pancreas head. *Ann Surg* **1988**;208:215-220
3. Mamabe T, Ohshio G, Baba N, Tobe T. Factors influencing prognosis and indications for curative pancreatectomy for ductal adenocarcinoma of the head of the pancreas. *Int J Pancreatol* **1990**;7:187-195
4. Freeny PC, Marks WM, Ryan JA, Traverso LW. Pancreatic ductal adenocarcinoma : diagnosis and staging with dynamic CT. *Radiology* **1988**;166:125-133
5. Balthazar EJ, Robinson DL, Megibow AJ, Ranson JH. Acute pancreatitis : value of CT in establishing prognosis. *Radiology* **1990**;174:331-336
6. White EM, Wittenberg J, Mueller PR, et al. Pancretic necrosis : CT manifestations. *Radiology* **1986**;158:343-346
7. Fishman EK, Wyatt SH, Ney DR, Kuhlman JE, Siegelman SS. Spiral CT of the pancreas with multiplanar display. *AJR* **1992**;159:1209-1215
8. Dupuy DE, Costello P, Ecker CP. Spiral CT of the pancreas. *Radiology* **1992**;183:815-818

Dual Phase Spiral CT of the Pancreas : Comparison of Arterial and Portal Phase¹

Myung Jin Chung, M.D., Byung Ihn Choi, M.D., Joon Koo Han, M.D.

¹Department of Radiology, Seoul National University College of Medicine

Purpose: To compare the images of arterial phase (AP) and portal venous phase (PVP) in the evaluation of conspicuousness of lesion and peripancreatic arterial and venous opacification in pancreatic diseases.

Materials and Methods: Dual-phase spiral CT was performed in 37 patients with pancreatic adenocarcinoma and 21 patients with pancreatitis. CT scans were performed with 5 mm collimation at 1:1 pitch table feed. Images of AP and PVP were obtained at 30 and 65 seconds after administration of contrast material, was initiated. Using a grading system, images were analysed for conspicuousness of lesion and vascular opacification (grade 1 = good, grade 2 = fair, grade 3 = poor).

Results: In pancreatic adenocarcinoma, 35 and 36 of 37 cases showed low attenuation on AP and PVP, respectively. With regard to conspicuousness of tumour, PVP (mean grade: 1.24) was superior AP (mean grade: 1.43), but not significantly ($p = 0.0745$). In arterial opacification, AP (mean grade: 1.03) was significantly superior to PVP (mean grade: 1.30, ; $p = 0.0051$). In venous opacification, PVP (mean grade: 1.19) was significantly to AP (mean grade: 2.41 ; $p < 0.0001$).

In pancreatitis, 14 and 15 of 21 cases showed localized hypo-attenuating lesion indicating necrosis or fluid collection, on AP and PVP, respectively. With regard to conspicuousness of lesion, PVP (mean grade: 1.61) was superior to AP (mean grade: 1.81), but not significantly ($p = 0.1088$). In arterial opacification, AP (mean grade: 1.05) was significantly superior to PVP (mean grade: 1.38 ; $p = 0.0180$). In venous opacification, PVP (mean grade: 1.10) was significantly superior to AP (mean grade: 2.33 ; $p = 0.0005$).

Conclusion: For the diagnosis and staging of pancreatic disease, dual-phase spiral CT in arterial and portal venous phase may be recommendable. The portal venous phase of spiral CT seems, however, to be superior to the arterial phase because the lesion is more conspicuous and there is venous opacification.

Index Words: Computed tomography(CT), helical

Pancreas, CT

Pancreas, diseases

Pancreas, neoplasms

Pancreatitis

Address reprint requests to : Byung Ihn Choi M.D., Department of Radiology, Seoul National University, College of Medicine
28, Yongon-dong, Chongro-gu, Seoul, 110-744 Korea. Tel. 82-2-760-2584 Fax. 82-2-743-6385