

이중나선 CT를 이용한 삼중시기(three phase) 스캔에서 간세포암의 조영 양상¹

김흥인 · 정민하 · 김형수 · 박철민 · 차인호 · 정규병

목 적 : 이중나선 CT를 이용하여 동맥강조기, 문맥강조기, 그리고 지연기 영상을 얻어 간세포암의 조영 양상을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 병리학적으로 또는 임상적으로 간세포암으로 진단된 27명의 환자의 45개의 결절형 병변을 대상으로 하였다. 100-120ml의 조영제를 자동주입기로 2-4ml/sec의 속도로 정맥주입 한 후, 주입 25초-30초 후부터 동맥강조기 영상을, 60-65초 후부터 문맥강조기 영상을, 그리고 약 5분 후부터 지연기 영상을 얻었다. 종양의 크기에 따라 직경 3cm미만군 23예와 3cm이상군 22예를 대상으로하여 각군 별로 종양의 조영 양상을 주위의 간실질과 비교하여 고, 중앙부 고, 주변부 고, 동일, 저, 혼합 음영의 6형으로 분류하여 분석하였다. 간세포암 피막의 조영 양상은 고, 동일, 저의 3형으로 나누어 분석하였다.

결 과 : 동맥강조기에서 종양의 조영 양상은 3cm미만 군에서 고음영을 보인 병변이 16예(74%)로 가장 많았고, 3cm이상 군에서도 고음영을 보인 병변이 16예(73%)로 가장 많았다. 문맥강조기에서는 3cm미만 군의 경우 동일음영이 10예(43%)로 가장 많았고, 고음영 8예(35%) 순으로 관찰되었으며, 3cm이상 군에서는 저음영 13예(65%), 동일음영 4예(18%)로 관찰되었다. 지연기에서는 3cm미만군의 17예(74%), 3cm이상 군의 20예(91%)등 대개의 종양이 저음영을 나타내었다. 각 시기에 따른 전체적인 조영 양상은 3cm미만 군에서는 동맥강조기, 문맥강조기, 지연기에서 고음영-고음영-저음영을 보인 경우가 7예(30%), 고음영-동일음영-저음영을 보인 경우가 6예(26%)였고, 3cm이상 군에서는 고음영-저음영-저음영을 보인 경우가 11예(50%)로 가장 많았다. 간세포암의 피막은 3cm미만 군 23예 중 5예(22%)에서, 3cm이상 군 22예 중 14예(64%)에서 관찰되었다. 전체 피막의 조영 양상은 동맥강조기에서 동일음영이 10예(53%), 저음영이 8예(42%)였고, 문맥강조기에서는 동일음영과 고음영이 각각 9예(47%) 그리고 지연기에서는 모든 피막이 고음영(100%)을 나타내었다.

결 론 : 이중나선 CT를 이용한 간의 삼중시기 역동스캔은 각 시기 별로 간세포암의 혈류 역학적 특성을 잘 나타내 주며, 이상과 같은 간세포암의 조영 양상을 이해함으로써, 간세포암의 발견과 진단에 매우 유용하리라 생각된다.

서 론

최근 우리 나라에도 이중나선식 전산화 단층 촬영기(double spiral CT)의 보급이 늘어나고 있다. 이중나선식 CT는 double pass spiral CT기법을 이용하여 연속적인 두 번의 나선 CT 스캔이 가능하다(1). 이를 이용하여 말초 정맥을 통한 조영제 주입 후 간동맥이 조영되기 시작하는 시기에 첫 번째 나선 CT 스캔을하여 동맥강조기 영상을 얻고, 이어서 간문맥으로의 조영제 유입에의해서 간실질이 조영되는 시기에 두번째의 나선 CT스캔을 시행하여 문맥

강조기 영상을 얻을수 있으며, 약 5분 후에 다시 한번의 나선 CT촬영을 시행하여 간 조직과 혈관에 조영제가 평형을 이룬 지연기 영상을 얻을 수 있다. 나선 CT를 이용한 동맥강조기와 지연기에서의 간세포암의 조영 양상에 대해서는 이미 잘 알려져 있으나(5), 아직 이중나선 CT를 이용한 삼중시기 스캔에서의 간세포암의 조영 양상에 대한 보고는 드물다. 이에 저자들은 이중나선 CT를 이용하여 얻은 동맥강조기 영상, 문맥강조기 영상, 그리고 조직평형기인 지연기 영상에서의 간세포암의 조영 양상을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

¹ 고려대학교 의과대학 진단방사선과학교실
이 논문은 1996년 3월 12일 접수하여 1996년 9월 12일에 채택되었음

1995년 1월부터 1995년 4월까지 본원에서 간세포암으로

진단된 27명의 환자에서의 45개의 결절형 간세포암을 대상으로 하였다. 대상 환자는 남자 22명, 여자 5명이었고, 연령은 36세에서 72세까지로 평균 57세였다. 19개의 병변은 외과적 수술 또는 조직생검에 의하여 병리학적으로 확진하였고, 26개의 병변은 알파 태아 단백(alpha-feto protein) 수치 등 임상적 검사소견과 간동맥조영CT(CTHA), 문맥조영CT(CTAP) 그리고 Lipiodol CT 등의 방사선학적 소견으로 진단하였다. 사용한 CT는 Somatom PLUS S40B (Siemens, Erlangen, Germany)를 사용하였다. 검사 방법은 전완부의 말초정맥을 통하여 100~120ml의 비이온성 조영제를 자동주입기를 사용하여 초당 2~4ml의 속도로 주입하였고 테이블 이동속도 10mm/sec, CT 절편두께 10mm로 촬영하여 영상을 얻었다. 동맥강조기 영상은 조영제 주입 시작 후 25초-30초경과 후에, 문맥강조기 영상은 60초-65초 경과 후에, 그리고 지연기 영상은 약 5분 후에 다시 나선 CT 스캔을 하여 얻었다. 이와 같이 얻은 영상은 종양의 크기에 따라 직경 3cm미만 군(23예)과 3cm 이상 군(22예)의 두 군으로 나누어 분석하였고, 각 군별로 종양의 조영 양상을 각각의 조영 시기별로 주위의 간실질과 비교하여 고, 중앙부 고, 주변부 고, 동일, 저, 그리고 혼합 음영의 여섯 가지 형태로 나누어 분석하였다. 간세포암 피막

(pseudocapsule)의 조영 양상 역시 각 조영 시기별로 주위 간실질과 비교하여 각각 고, 동일, 저음영으로 나누어 비교 분석하였다.

결 과

동맥기에서 종양의 조영 양상은 3cm미만군 23예 중 고음영을 보인 병변이 16예(74%)로 가장 많았으며, 그 외 동일음영 5예(17%), 혼합음영 1예(4%), 주변부고음영 1예(4%) 등으로 관찰되었다. 3cm이상군 22예 중에서도 고음영을 보인 병변이 16예(73%)로 가장 많았고, 그 외 혼합음영 2예(9%), 동일음영 2예(9%), 저음영 2예(9%) 등으로

Table 1. Contrast Enhancement Pattern of HCCs on Arterial Dominant Phase

	< 3cm (n=23)	≥ 3cm (n=22)
High	16 (74%)	16 (73%)
Iso	5 (17%)	2 (9%)
Low	0 (0%)	2 (9%)
Mixed	1 (4%)	2 (9%)
Periph High	1 (4%)	0 (0%)

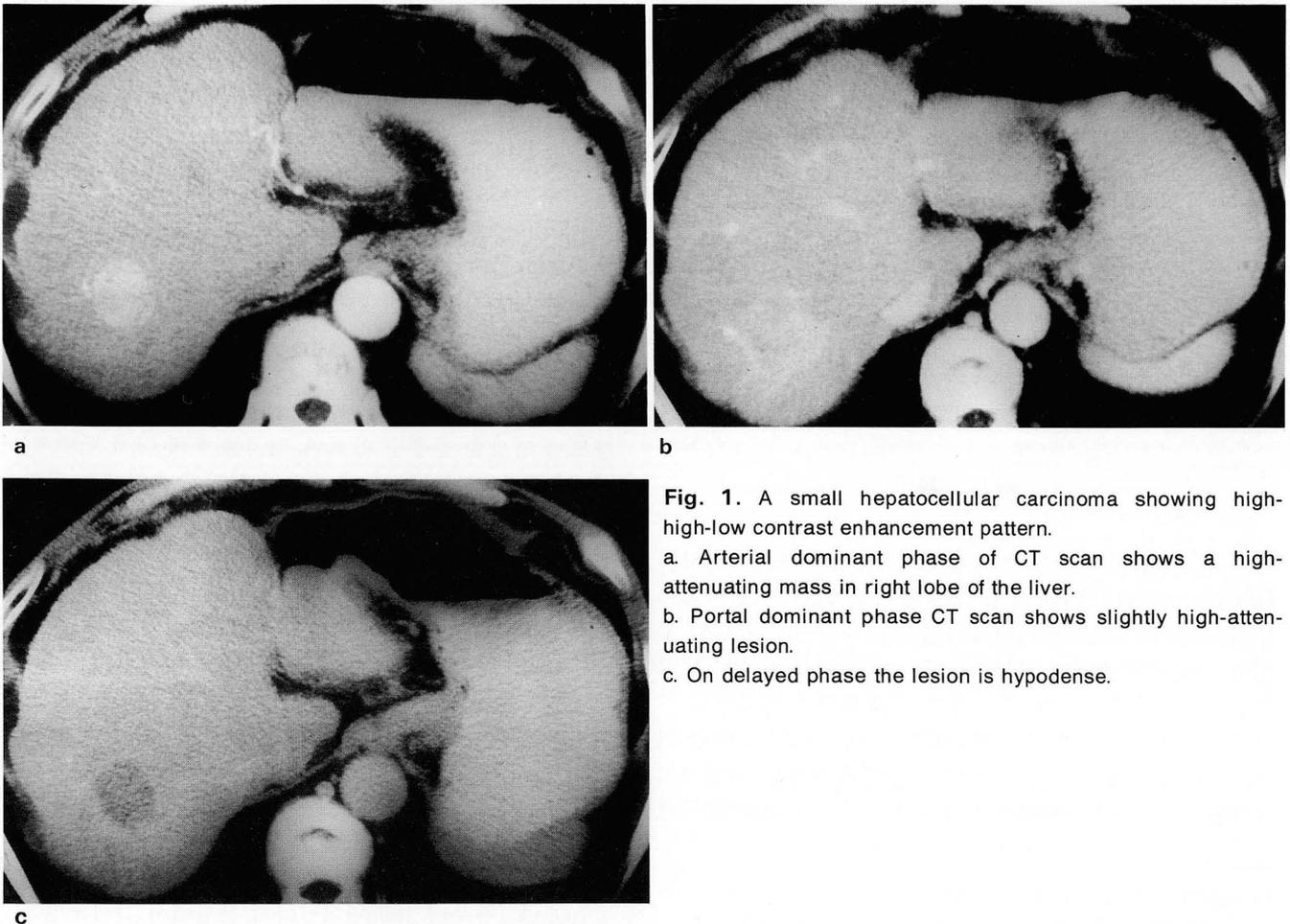


Fig. 1. A small hepatocellular carcinoma showing high-high-low contrast enhancement pattern. a. Arterial dominant phase of CT scan shows a high-attenuating mass in right lobe of the liver. b. Portal dominant phase CT scan shows slightly high-attenuating lesion. c. On delayed phase the lesion is hypodense.

관찰되었다(Table 1).

문맥기에서는 3cm미만군 23예 중 동일음영이 10예(43%)로 가장 많았고, 그 외 고음영 8예(35%), 저음영 3예(13%), 혼합음영 2예(9%)로 관찰되었다. 3cm이상군 22예 중에서는 저음영이 13예(65%)로 가장 많았고, 동일음영 4예(18%), 고음영 2예(9%), 혼합음영 2예(9%), 주변부고음영 1예(4%)로 관찰되었다(Table 2).

지연기에서는 대개의 종양이 저음영을 나타내어 3cm미만군 23예 중 저음영이 17예(74%), 동일음영 4예(17%), 고음영과 혼합음영을 보인 병변이 각각 1예(4%)였고, 3cm이상군 22예에서는 저음영이 20예(91%), 혼합음영이 2예(9%)였다(Table 3). 각 시기에 따른 전체적인 조영 양상은 3cm미만 군에서는 동맥강조기, 문맥강조기, 지연기에서 고음영-고음영-저음영을 보인 경우가 7예(30%) (Fig. 1), 고음영-동일음영-저음영을 보인 경우가 6예(26%) 였고, 3cm이상 군에서는 고음영-저음영-저음영을 보인 경우가 11예(50%) (Fig. 2)로 가장 많았다(Table 4).

간세포암의 피막은 3cm이상 군 22예 중 14예(64%)에서, 3cm미만 군 23예 중 5예(22%)에서 관찰되었다. 전체 피막의 조영 양상은 동맥기에서 동일음영이 10예(53%),

저음영 8예(42%), 고음영 1예(5%)로 관찰되었고, 문맥기에서는 동일음영과 고음영이 각각 9예(47%), 저음영이 1예(5%)로 관찰되었으며, 지연기에서는 모든 피막이 고음영(100%)을 나타내었다(Table 5).

Table 2. Contrast Enhancement Pattern of HCCs on Portal Dominant Phase

	< 3cm (n=23)	≥ 3cm (n=22)
High	8 (35%)	2 (9%)
Iso	10 (43%)	4 (18%)
Low	3 (13%)	13 (65%)
Mixed	2 (9%)	2 (9%)
Pheriph High	0 (0%)	1 (4%)

Table 3. Contrast Enhancement Pattern of HCCs on Delayed Phase

	< 3cm (n=23)	≥ 3cm (n=22)
High	1 (4%)	0 (0%)
Iso	4 (17%)	0 (0%)
Low	17 (74%)	20 (91%)
Mixed	1 (4%)	2 (9%)

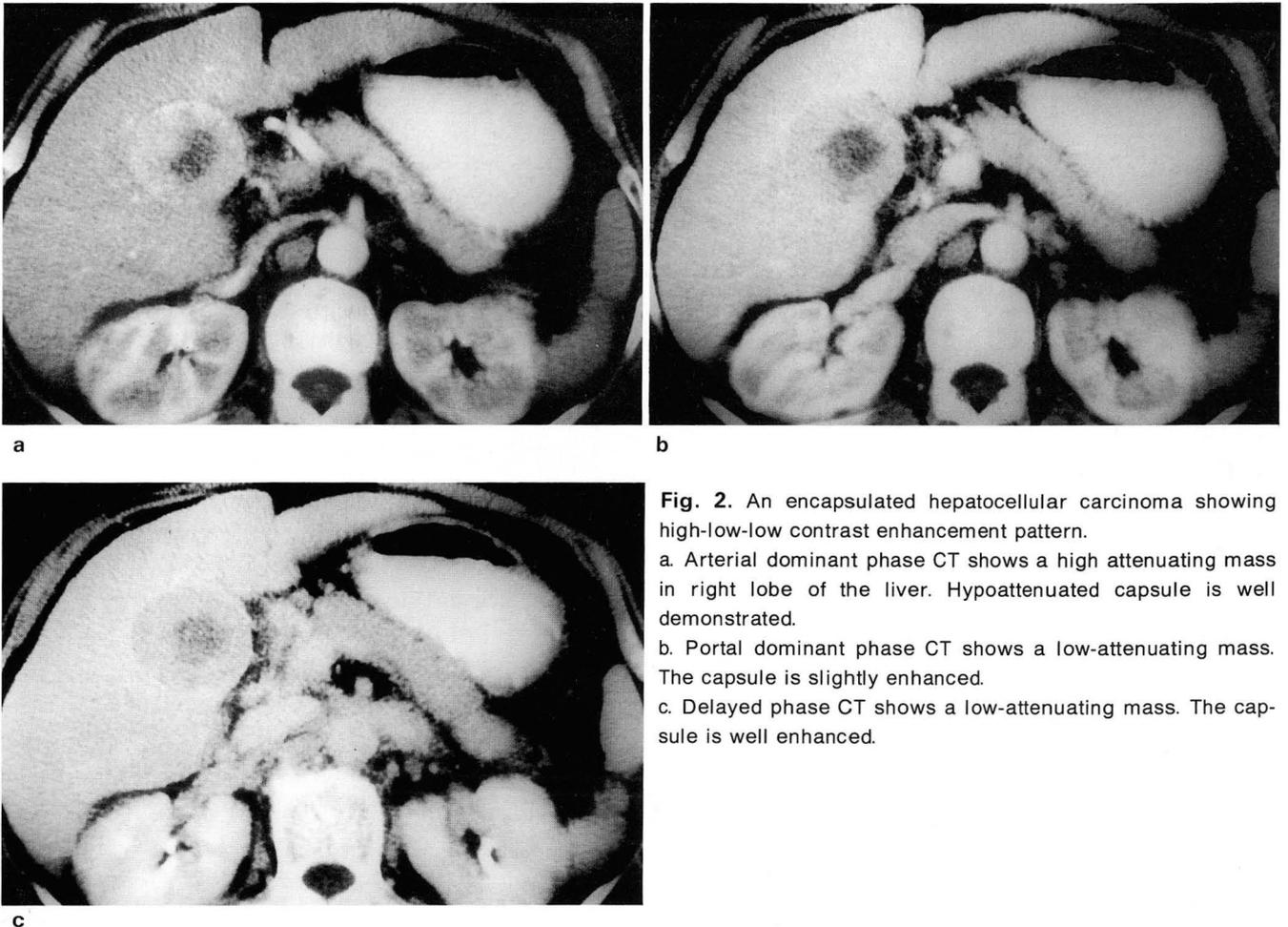


Fig. 2. An encapsulated hepatocellular carcinoma showing high-low-low contrast enhancement pattern.
 a. Arterial dominant phase CT shows a high attenuating mass in right lobe of the liver. Hypoattenuated capsule is well demonstrated.
 b. Portal dominant phase CT shows a low-attenuating mass. The capsule is slightly enhanced.
 c. Delayed phase CT shows a low-attenuating mass. The capsule is well enhanced.

Table 4. Contrast Enhancement Pattern of HCCs on Each Phase

< 3cm (n=23)		≥ 3cm (n=22)	
A-P-D		A-P-D	
H-H-L	7 (30%)	H-L-L	11 (50%)
H-H-L	6 (30%)	H-I-L	4 (18%)
H-H-L	2 (9%)	H-I-I	2 (9%)
I-L-L	2 (9%)	H-L-L	2 (9%)

A; arterial dominant phase P; portal dominant phase
 D; delayed phase H; high attenuation
 L; low attenuation I; iso attenuation

Table 5. Contrast Enhancement Pattern of Capsule (n=19)

Arterial Phase	Portal Phase	Delayed Phase
High 1 (5%)	9 (47%)	19 (100%)
Iso 10 (53%)	9 (47%)	
Low 8 (42%)	1 (5%)	

고 찰

나선 CT(spiral CT)는 스캔속도가 빠를 뿐만 아니라 일회의 호흡정지기간 동안 체적정보수집(volumetric data acquisition)을 하기 때문에 호흡에 의한 변이(respiratory misregistration)가 적고 작은 병변의 발견에도 유용하다(2-4). 또한 정맥내 조영제 주입후 적절한 조영 시기를 선택적으로 스캔하여 영상을 구성 할 수 있으며, 사용 조영제의 양을 줄일 수 있고, 삼차원적 입체 영상 구성에 용이하다는 등의 장점을 가지고 있다. 간에 대한 나선 CT의 적용으로 간질(interstitium)이 조영되어 병변의 묘사를 불명료하게 만들 수 있는 조직 평행기 이전의 비조직평행기에 영상을 얻을 수 있게 되었으며(5), 특히 간 조영시기 중 동맥기 또는 문맥기를 선택적으로 스캔하여 영상을 얻을 수 있다. 나선 CT를 이용하여 일 회의 조영제 주입후 조기영상(35-45초)과 지연기영상(3분-3분15초)을 얻은 이중시기 역동스캔에서의 간세포포함의 조영 양상에 대해서는 이미 발표된 바있다(6).

최근에는 보다 발전된 단계인 이중나선 CT의 등장으로 연속적으로 2회의 나선식 CT스캔을 시행할 수 있게 되어, 간의 조영시기 중 동맥강조기와 문맥강조기의 영상을 일회의 조영제 급속주입 후 연속적으로 얻을 수 있게 되었다. 일반적으로 간동맥의 조영은 급속조영 후 약 20초에 시작되고, 간문맥의 조영은 70-110초에 그 절정을 이루는 것으로 알려져있다. 최근 여러 연구기관에서 이중나선CT를 이용한 간의 삼중시기 역동스캔을 많이 시행하고 있으나 조영제의 주입량, 조영제 농도, 주입 속도, 주입방법과 조영제주입후 동맥기와 문맥기의 스캔을 시작하는 시간간격 등이 정해져 있지 않은 실정이다. 본 연구에서 조영제를 초

당 2-4ml의 속도로 주입하였기 때문에 조영제의 주입속도에 따른 간세포포함의 조영양상에 차이가 있을 것으로 생각되나, 그것에대한 후향적인 분석은 불가능 하였다.

정맥을 통하여 주입된 조영제는 심장, 대동맥, 복강동맥을 경유하여 간동맥으로 흘러 들어가게 된다. 전체 간혈류공급의 약 20-25% 정도를 간동맥에서 공급하며, 말초정맥을 통해 주입된 조영제 총량의 3.5-4.2% 만이 간동맥을 통하여 간으로 공급되는 것으로 알려져있다(7). 간세포포함은 주입된 조영제의 흡수 정도에 비례하여 조영 증강이 되는 것으로 알려져 있으며, 그 고혈관성 특성에 의해 주변의 간실질보다 더 빨리 조영 증강이 된다(8, 9). 특히 간세포포함은 간동맥분지에 의해 혈류가 공급되므로 역동적스캔의 동맥강조기에 최고조로 조영 증강이 되고, 문맥강조기에는 조영제가 간실질을 조영시키게 되면서 빠르게 주변의 간실질에 비해 저음영의 병변으로 바뀐다(5, 10).

저자들의 연구결과 동맥강조기에서 3cm이상군의 73%, 3cm미만군의 74%에서 주변의 간실질에 비하여 고음영을 나타내었다. 이 결과는 조영제의 급속주입 후 35-45초 후에 얻은 조기영상에서 3cm이상군의 61%, 3cm미만군의 75%에서 고음영을 나타내었다는 한 등(6)의 연구 결과에 비해 3cm 이상군에서 고음영의 빈도가 약간높았다. 이는 한 등의 초기 영상에 비해 저자들의 동맥강조기영상이 빨라서 간동맥에 의한 조영 효과를 잘 나타내 주었기 때문인 것으로 생각된다.

문맥강조기에서는 3cm미만군의 43%에서 주변의 간실질과 병변이 잘 구분되지 않는 동등음영, 35%에서 고음영으로 보였고, 3cm이상군의 65%에서 저음영, 18%에서 동등음영등 비교적 다양한 조영증강 형태를 나타내었다. 이러한 다양한 조영양상을 보이는 이유로는, 첫째 병리학적으로 간세포포함은 세포의 분화도와 구조및 변성이 다양하고, 둘째 일괄적으로 조영제의 주입시작 이후 60초 부터 얻은 영상을 문맥강조기라 정의함으로써 개개의 사람간의 혈류역동학적인 차이점과 동반된 문맥고혈압등에 따른 차이를 고려하지 않았다는 점으로 이해할 수 있다. 반면 지연기에서는 대부분(3cm미만의 74%, 3cm이상의 91%)의 병변이 저음영으로 나타나 기존의 다른 연구 결과와 일치하였다(6, 11).

간세포포함의 피막은 가성피막(pseudocapsule)으로서 종괴의 팽창성 성장에 의해 압박된 주위의 정상 간 조직의 변성에 의해 발생되며 간암의 크기가 커질수록 더욱 두꺼워지는 경향이 있으며, 병리조직 소견상 피막은 풍부한 섬유성 간질조직으로 이루어져 있는 내층과 다수의 압축된 소혈관과 신생담도(newly formed bile ducts)로 이루어진 외층으로 형성되어 있다(12). 저자들의 경우 간세포포함의 피막은 3cm미만군의 22%, 3cm이상군의 64%에서 발견할 수 있었으며, 전체적인 조영 양상은 동맥강조기에서는 피막을 식별할 수 없었던 동등음영이 53%, 저음영으로 나타난 경우가 42%였고, 문맥강조기에서는 동등음영과 고음영으로 나타난 경우가 각각 47% 였다. 지연기에서는 전체 피

막이 모두(100%) 고음영으로 조영되었다.

결론적으로 간의 삼중시기 역동스캔은 간실질, 혈관, 그리고 내부 종괴 병변의 혈류역동학적 동태를 동맥기, 문맥기, 지연기의 각 시기별로 비교적 잘 반영해 주며, 이상과 같은 간세포암의 조영 양상을 이해하는 것이 간세포암의 발견과 진단에 매우 유용하리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. Tomiak MM, Foley WD, Jacobson DR. Variable-mode helical CT: imaging protocol. *AJR* **1995**; 164:1525-1531
2. Walkey MM. Dynamic hepatic CT: how many years will it take 'til we learn? *Radiology* **1991**; 181:17-18
3. Bluemke DA, Fishman EK. Spiral CT of liver. *AJR* **1993**; 160:782-792
4. Zeman RK, Fox SH, Silverman PM et al. Helical(spiral) CT of the abdomen. *AJR* **1993**; 160:719-725
5. Foley WD. Dynamic hepatic CT. *Radiology* **1989**; 170:617-622
6. 윤대영, 최병인, 한준구, 한만청. 나선식CT를 이용한 이중시기 역동 스캔에서의 간세포암의 조영양상. *대한방사선의학회지* **1994**; 31:1101-1106
7. Carlisle KM, Halliwell M, Read AE, Wells PN. Estimation of total hepatic blood flow by duplex ultrasound. *Gut* **1992**; 33:92-97
8. Foley WD, Berland LL, Lawson TL, Smith DF, Thorsen MK. Contrast enhancement technique for dynamic hepatic computed tomographic scanning. *Radiology* **1983**; 147:797-803
9. Dean PB, Violante MR, Mahoney JA. Hepatic CT contrast enhancement: effect of dose, duration of infusion, and time elapsed following infusion. *Invest Radiol* **1980**; 15:158-161
10. Hosoki T, Chatani M, Moris S. Dynamic computed tomography of hepatocellular carcinoma *AJR* **1982**; 139:1099-1106
11. Honda H, Matsura Y, Onitsuka H, et al. Differential diagnosis of hepatic tumors(hepatoma, hemangioma, and metastasis) with CT: value of two-phase incremental imaging. *AJR* **1992**; 159:735-740
12. Kadoya M, Matsui O, Takashima T, Nonomura A. Hepatocellular carcinoma: correlation of MR imaging and histologic findings. *Radiology* **1992**; 183:819-825

Triple Phase Spiral CT Findings of Hepatocellular Carcinoma¹

Hong In Kim, M.D., Min Ha Jung, M.D., Hyung Soo Kim, M.D.
Cheol Min Park, M.D., In Ho Cha, M.D., Kyoo Byung Chung, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Korea University

Purpose: To evaluate contrast enhancement patterns of hepatomas (HCCs) on arterial dominant, portal dominant, and delayed phase of CT scan by using double spiral CT.

Materials and Methods: Using double-spiral CT, three-phase dynamic liver scan was performed on 27 patients with 45 nodular HCC lesions. Non-ionic contrast medium (100–120ml) was injected intravenously with an automatic injector at the rate of 2–4ml/sec. CT scans were obtained at 25–30sec (arterial dominant phase), 60sec (portal dominant phase), and 5min (delayed phase) after administration of the contrast medium. The tumors were divided into two groups according to the diameter (<3cm and ≥3cm). In each group, contrast enhancement patterns of HCCs were classified as follows: high, central high, peripheral high, iso, low, or mixed attenuation. The incidence and contrast enhancement patterns of thin peripheral rims (pseudocapsules) were also analyzed.

Results: There were 23 lesions with a diameter less than 3cm, while 22 lesions were 3cm or larger. On the arterial dominant phase, tumors smaller than 3cm showed high(74%), iso(17%), mixed(4%), and peripheral high(4%) attenuation, while the attenuation of tumors larger than 3cm was high(73%), mixed(9%), iso(9%), and low(9%). On the portal dominant phase, tumors smaller than 3cm were most commonly iso(43%) or high(35%), while tumors larger than 3cm were low(65%) or iso(18%). On the delayed phase, tumors were most commonly low in attenuation regardless of size. A thin peripheral rim was observed in 22% of tumors smaller than 3cm and in 64% of tumors larger than 3cm. The rim showed iso(53%) or low(42%) attenuation on the arterial dominant phase, high(47%) or iso(47%) attenuation on the portal dominant phase, and high(100%) attenuation on the delayed phase.

Conclusions: For the detection and diagnosis of HCCs, an understanding of their contrast enhancement patterns is useful.

Index Words: Computed tomography(CT), helical
Liver neoplasms, CT

Address reprint requests to: Cheol Min Park, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Korea University, College of Medicine
80 Guro-dong, Guro-ku, Seoul 152-050 KOREA, Tel. 82-2-818-6183 Fax. 82-2-863-9282