

이중시기(Dual-phase)나선식 CT에서 비장의 크기와 간문맥의 조영증강과의 상관성 연구¹

안승언 · 최종철 · 남경진 · 정원정 · 구봉식 · 박병호 · 이영일 · 정덕환

목 적 : 나선식 CT에서 비장의 크기가 간문맥의 혈류량에 미치는 영향을 확인하고, 그 유용성을 알고자 하였다.

대상 및 방법 : 94년 12월부터 95년 6월까지 본원에서 시행한 나선식 복부 CT에서 간문맥의 혈류량에 명백한 영향을 미치는 소견이 관찰되는 증례를 제외한 51예를 대상으로 하였으며, 대상 환자의 남녀 비는 22:29이었고 나이는 26세부터 72세의 범위이다. 나선식 CT의 동맥기와 간문맥기에서 간문맥의 Hounsfield Unit를 측정하고, 그 값의 간문맥기/ 동맥기 비를 계산하여 조영증강의 정도(%)를 구하였으며, 비장의 크기를 측정하여 두 값의 상관관계를 구하였다. 비장의 크기는 나선식 CT에서 횡축과 종축을 곱한 값으로 하였다.

이 때 실시한 나선식 CT는 Siemens Somatom plus 40기종으로, 조영증강은 120CC의 비이온성 조영제(Ultravist)를 초당 3cc씩 주입하였고, 조영제 주입 시작한 30초 후에 동맥기영상을 60초 후에 간문맥기 영상을 얻었다.

결 과 : 비장의 크기와 간문맥의 조영증강과의 상관 분석을 시행하여 나타난 Pearson's correlation coefficient(r)=0.41081로서, 비장의 크기와 간문맥의 조영증강과의 상관관계는 비교적 유의한 것으로 나타났다.

결 론 : 이상의 결과에서 비장의 크기가 간문맥의 혈류량에 상관성있는 영향을 미친다는 사실을 나선식 CT상에서 확인할 수 있었고, 비장의 크기와 간문맥의 조영증강 정도를 측정하고 상관함으로써, 간문맥의 혈류에 영향을 미치는 병변의 감별에 도움을 줄 것이라 생각된다.

서 론

최근 복부 영상 진단에 나선식 CT의 유용성이 크게 강조되고 있다. 나선식 CT는 스캔속도가 빠르고, 일회 호흡 정지 기간동안 검사를 완료할 수 있으므로 호흡에 의한 변이(respiratory misregistration)가 적으며, 체적정보수집(volumetric data acquisition)을 하기 때문에 임의간격으로 단면을 재구성할 수 있다는 장점 이외에도, 동맥기(arterial phase) 또는 문맥기(portal phase) 만을 선택적으로 스캔할 수도 있으므로, 간의 혈류학적 특성을 잘 나타낸다(1-5).

이러한 나선식 CT를 이용하여 복부영상진단을 시행함에 있어 간동맥과 간문맥을 통한 간실질의 조영증강이 중요한 요소로 작용하는데, 인체내 혈관의 조영증강에 영향을 미치는 인자로는 조영제의 투입량과 투입속도, 그리고

혈류학적 요소를 들수 있으며, 혈류학적 요소들 중 특히 혈류의 양과 속도등이 중요한 인자로 알려져있다(6, 7). 그러므로 간문맥의 조영증강에 간문맥의 혈류량이 중요한 영향을 미친다는 사실을 알 수 있는데, 간문맥은 주로 소화기 장관과 비장을 관류했던 혈액이 다시 간을 통하는 것이므로 이들 장기와 간의 병적상태나 크기 또한 간문맥의 조영증강에 중요한 영향을 미친다 할 수 있겠다.

이에 저자들은 나선식 CT를 이용하여 비장의 크기가 간문맥의 혈류량에 미치는 영향과 유용성을 알고자 하였다.

대상 및 방법

1994년 12월부터 1995년 6월까지 본원을 내원하여 복부 나선식 CT를 시행한 환자 중 간문맥의 혈류에 뚜렷한 영향을 미칠 것으로 생각되는 심질환과 간질환이 있는 환자, 간문맥내에 혈전이 관찰되는 환자와 간문맥과 주변 혈관의 변형이 관찰되는 환자를 제외하였고, R.O.I(region of interest cursor)적용이 적절하지 못했던 환자, 그리고 간문맥기에서 대동맥과 간문맥의 Hounsfield unit(이하 HU

¹ 동아의료원 진단방사선과학교실

이 논문은 1996년 2월 26일 접수하여 1996년 7월 5일에 채택되었음

로 약함)로 측정되는 CT 감약계수 차이가 30HU이상으로 나타난 환자들은 간문맥기를 벗어난 것으로 간주하여 제외하였다(18). 총 51예를 대상으로 하였고, 이중 남자가 22명, 여자가 29명이었으며, 26세부터 72세까지의 연령 분포를 보였다(평균연령: 49). 사용된 나선식 CT기기는 Siemens Somatom plus 40(Siemens Medical System, Erlangen, Germany)기종의 spiral mode를 사용하였으며, 조영증강은 18혹은 20제이지 플라스틱 주사바늘을 전주정맥(antecubital vein)에 설치한 후 환자의 몸무게에 따라 120cc-130cc의 비이온성 조영제인 Ultravist(Schering, Seoul, Korea)를 동력주사기로 초당 3cc씩 주입하였다. 조영제 주입시작한 후 30초 후에 동맥기 영상을 얻었고 다시 30초후에 간문맥기 영상을 얻었다.

동맥기와 간문맥기 영상중 각각 대동맥과 간문맥이 뚜렷이 관찰되는 영상을 선택하여 대동맥과 간문맥의 중앙지점에 R.O.I.(0.26cm²)를 놓고 HU를 구하였고(Fig. 1), 비장의 크기는 종축길이와 두께를 곱한 값으로 나타내었으며, 이 때, 비장의 종축길이는 비장이 관찰되어지는 영상수에 영상절편두께를 곱한 값으로 하였고, 비장의 두께는 관찰되어지는 영상중에서 최고치를 선택하였다.

동맥기와 간문맥기에서 구한 간문맥 CT감약계수의 간문맥기/동맥기의 비를 구하여 간문맥 혈류량의 객관적 지표로 하였고, 비장크기와의 상관관계를 분석하였다.

결 과

1회 호흡 정지법을 이용한 간의 나선식 CT를 실시한 환자군의 조영제 주입 30초 후인 동맥기영상에서 대동맥은 182~324(평균 252) HU, 간문맥은 64~164(평균 110) HU으로 조영되었고 이 때의 동정맥조영증강 값의 차이는 67~233(평균 142) HU으로 나타났으며, 간문맥기 영상에

서 대동맥은 139~213(평균 169) HU, 간문맥은 118~220(평균 159) HU으로 조영되었고 이 때의 동정맥조영증강 값의 차이는 -7~22(평균 7) HU으로 나타났다. 비장의 크기는 15~54(종축 길이×두께; 평균 32)cm²으로 나타났다.

비장의 크기와 간문맥의 간문맥기/동맥기 조영비의 상관관계는 그림 2와 그림 3에서와 같이 나타났고, 통계학적 상관분석을 시행한 결과, Pearson 상관계수(r)가 0.41081로서 비장의 크기와 간문맥의 간문맥기/동맥기 조영증강 비와의 상관관계는 비교적 유의한 것으로 나타났다.

고 찰

간문맥은 위, 소장, 대장 그리고 췌장 등의 소화기 장관을 거친 혈류와 비장을 거친 혈류가 합류하여 이루어지는 큰 정맥으로 정상 성인에서 분당 1100mL정도의 혈류량을 가지는데, 간을 통하여 대정맥으로 유입되므로 소화기 장관과 비장 및 간의 상태에 의해 영향을 받을 뿐 아니라 혈압이나 체온등의 인체전반적인 요소들과 주변 혈관의 발달과 장에 정도에 따라서도 영향을 받는다.

일반적으로 문맥계는 문맥정맥, 간동맥의 유입과 간정맥으로의 유출, 그리고 혈관사이의 상호 균형에 의해 일정한 저혈압이 유지되게 된다. 간문맥과 간실질과 간정맥의 유통경로에 방해를 주는 요인이 발생하였을 때, 간문맥의 혈압은 상승하게 되며 210mmH₂O이상으로 계속되면 간문맥계내의 혈류속도가 느려지고 측부 순환이 형성된다(8). 이러한 간문맥압의 상승원인으로는 심장염이나 울혈성 심부전에 의한 간상부폐색과, 간경화증이 주원인이 되는 간질환에 의한 간내부폐색, 그리고 상복부에서 발생하는 염증이나 종양으로 인한 혈전증과 선천성 문맥정맥 무발육으로 인한 간외부폐색등이 있을 수 있다. Bergstrand등

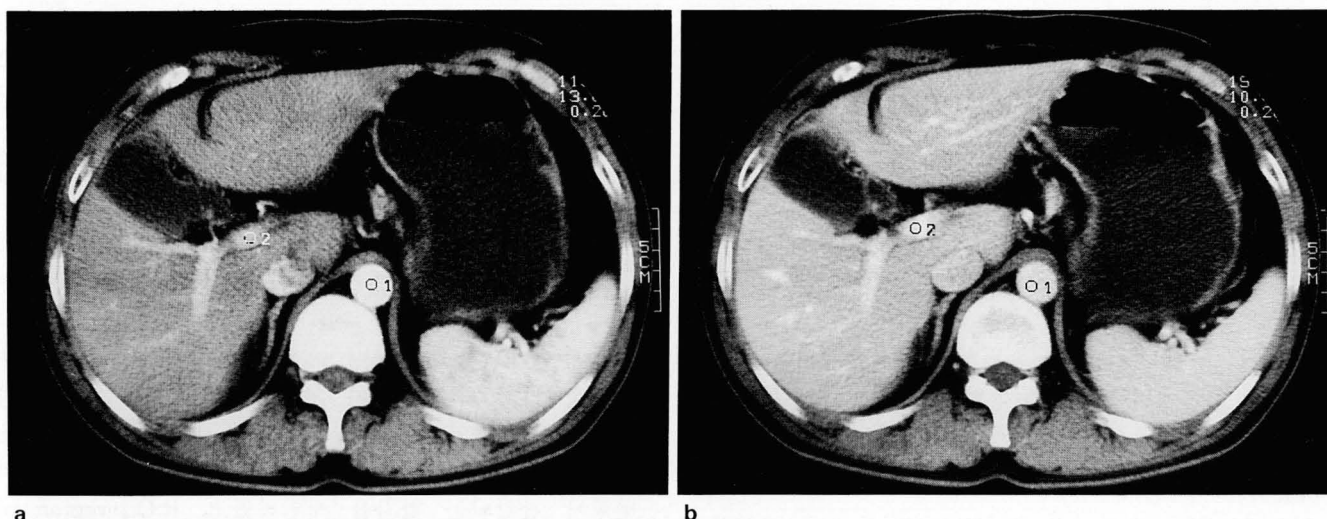


Fig. 1. Abdominal spiral CT scans of 50-year-old women with epigastric pain. The ROI applies to portal vein and aorta in arterial phase(a) and portal phase(b).

(9)은 이처럼 간문맥계의 유통에 장애가 있는 경우에는 혈류속도가 느리고, 주위 측부순환으로 인해 간문맥계의 조영증강은 정상보다 덜 된다는 것을 여러 방법의 연구로 증명하였고, 또한 간문맥의 혈류가 비장비대와의 관계가 있음을 시사하였다.

나선식 CT를 이용한 문맥조영 CT의 민감도는 현재까지의 단순 조영 CT나 MR의 민감도보다도 높은 것으로 평가되어지고 있는데, 정상 간조직은 주로 간문맥으로부터 혈액공급을 받고 간암, 전이암 등의 간종괴는 간동맥으로부터 혈액공급을 받는다는 원리에 기초하여 간동맥과 간문맥의 선택적조영스캔을 이용한 병변의 발견(10) 뿐만 아니라 간종괴의 특성에 대한 평가와 주종괴 이외의 간내 이소성 종괴의 발견, 간문맥 혈전 유무의 결정 등, 특히 간, 담도계 병변의 진단에 있어 그유용성이 더욱 강조되고 있다(3).

이러한 복부영상의 나선식 CT에 있어 중요한 영향을 미치는 조영제의 투입량과 속도, 동맥기와 간문맥기의 적절한 시기에 대해서는 현재까지 정확하게 규정되지는 않았지만, Small 등(11)에 따르면 조영제의 투여량이 125cc 이상에서는 투여량 증가에 따른 간실질의 조영증가 효과가 현저히 감소하는 것으로 나타났고, Bluemke 등(12)도 60% iodinated 조영제 120cc가 적당하다고 발표하고 있으며, 조영제는 투입한 후 빠르게는 20초가 지나야 조영제가 간동맥에 도달한다고 알려져 있고(13), Heiken 등(14)은 조영제 투입 속도가 2.5cc/sec하에서 간실질의 조영증강(> 40HU)시작이 조영제 투입후 58±9초에서 나타나며 평균 31초 정도 지속된다고 발표하고 있어, 이들의 연구결과가 현재 시행되어지는 복부 나선식 CT의 조영증강 방법에 지표가 되고있다.

인체내 장기들의 조영 증강은 조영제의 양과 투입속도, 혈류속도와 혈류량 등 혈류역학적 요소에 영향을 받는 것으로 알려져있다(6, 15). Tonge 등(16)은 인체외의 실험을

통하여 혈류의 속도가 조영증강에 반비례함을 증명하였는데, 이를 인체내에 그대로 적용시키기에는 많은 제한이 따르지만 혈류의 속도가 조영증강에 영향을 미친다는 것을 간접적으로 시사하였고, Pelps 등의 실험에서는 정상인에서 뇌동맥혈류의 조영증강이 혈류량에 비례함을 알 수 있다(17). 혈류는 인체의 호르몬과 신경자극 상태, 영양상태, 장기의 병변상태 등 많은 요소에 영향을 받는 것으로 알려져 있으므로, 조영증강의 정도는 결국 인체내의 많은 요소에 의해 영향을 받음을 알 수 있다(6).

본 논문에서는 비장의 크기가 간문맥의 혈류에 미치는 영향을 확인하고자 하였으므로, 나선식 CT를 이용하여 동맥기와 간문맥기를 시행한 환자중 간문맥의 혈류에 비정상적인 영향을 미치는 소견이 관찰 또는 의심되어지는 경우

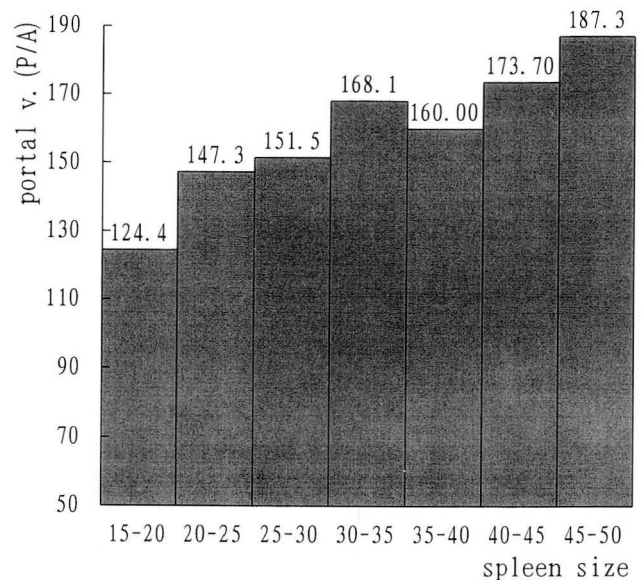


Fig. 3. The mean values of the ratio of the portal vein enhancement according to the spleen size.

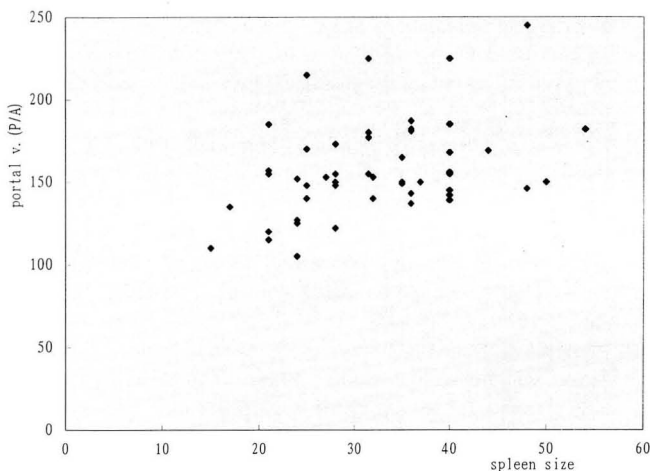


Fig. 2. Graph demonstrating the correlation between the splenic size and portal vein enhancement in 51 patients. In a statistical analysis, the correlation should relatively significant(Pearson's correlation coefficient(r)=0.41801).

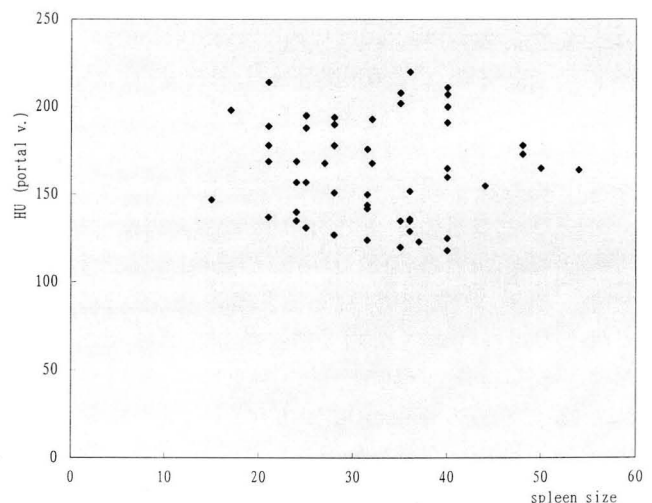


Fig. 4. Graph demonstrating the correlation between the splenic size and H.U. of the portal vein in the portal phase. It shows no significant correlation, statistically.

를 제외함으로서 간문맥의 혈류에 미치는 영향 중 비장의 크기에 의한 영향을 강조하고자 하였다.

본 논문의 제한점으로는 첫째, 간과 심혈관의 장애가 있는 환자와 나선식 CT영상에서 간문맥의 혈류에 영향을 미칠것으로 생각되어지는 소전이 관찰되는 경우를 제외함으로서, 가급적 비장의 크기 외의 요소가 간문맥의 혈류에 영향을 미침을 막고자 하였으나, 혈류학적 요소와 소화기 장관의 기능적 상태 등 간문맥의 혈류에 영향을 미치는 많은 인자들을 배제할 수 없었던 점을 들 수 있겠다. 둘째, 동맥기와 간문맥기의 시기를 모든 환자에 일률적으로 적용함으로서 각 대상에서 나타날 수 있는 동맥기와 간문맥기의 시간적 차이를 적용할 수 없었고, 이로 인해 이원적상의 조영증강 최대 정점에서 HU를 측정하기는 불가능하였으며, 각 대상마다 HU를 측정할 시점에 다소 차이가 있으리라는 점을 들 수 있겠다.

이러한 점을 보완하기 위해 간문맥기에서 동정맥조영증강 차이가 30HU이상인 경우를 제외하였는데, 이는 1983년 Bergener 등(18)이 정의한 조영증강의 3단계중 두번째 단계인 비평형기(nonequilibrium phase)에서 동정맥조영증강의 차이가 10-30HU내에 있어야 한다는데에 근거를 두었다. Bergener and Hamlin은 복부 CT scan에서 간세포암과 주위 정상 간실질과 구분되어지는 정도에 따라 상(phase)을 나누고 이때의 동정맥조영증강 차이를 측정하였으며, 또한 급속조영 후의 동맥기에서의 동정맥조영증강 차이를 측정하여, 급속조영기(>30HU), 비평형기(10-30HU), 평형기(<10HU)로 각 상(phase)에서의 동정맥조영증강 차이를 정의하였고, 이러한 정의는 현재에도 이용되고 있다. 본 논문에서는 급속조영 60초후에 간문맥기를 시행하였으므로 평형기와는 시간적차이가 뚜렷한 것으로 생각되어 급속조영기에 속하는 30HU이상인 경우만 제외하였다.

본 실험의 결과에서 Fig. 4에 나타난 것처럼 간문맥기에서 간문맥의 H.U. 은 비장의 크기와 상관 관계가 전혀 없었으나, Fig. 2와 Fig. 3에 나타난 결과처럼 비장의 크기가 클수록 간문맥의 간문맥기/동맥기 조영증강비가 증가함을 알 수 있었고, 통계학적 상관분석에서도 Pearson 상관계수(r)가 0.41081로 비교적 유의한 수치를 보였다. 통계적 수치가 충분한 유의성을 나타낼만큼 높지 않은 것은 위에서 언급한 제한점들에 의한 것으로 생각되며, 이상의 결론에서 비장의 크기가 증가할 수록 간문맥의 혈류량도 증가한다는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 나선형 CT의 이원적상에서 비장의 크기가 간문맥기의 간문맥과 간실질의 조영증강에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 그러므로, 나선형 CT의 판독시 비장의 크기와 간문맥 또는 간실질의 조영증강을 상관비교함으로서 간문맥에 영향을 미치는 병적상태의 유무를 확인하는데 도움을 줄 것으로 생각되는데, 문맥 고혈압인 경우 비장의 크기는 증가하나 혈류

량 또는 혈류속도 등의 감소로 인한 간문맥과 간실질의 조영증강감소가 예측된다. 그리고 간실질내 종괴의 혈류학적 특성을 파악하는데 있어서 종괴의 조영증강 정도를 아는 것이 필요하며, 종괴와 간실질의 조영증강정도를 비교하게 되는데, 이 때에도 비장의 크기와 간문맥의 상관성을 고려해야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Fishman EK, Jeffrey RB, Jr. Spiral CT: Principle, Technique, and Clinical Applications. *Raven Press*, 1995; 11-19
2. Foley WD, Oneson SR. Helical CT: Clinical Performance and Imaging Strategies. *RadioGraphics* 1994; 14: 894-904
3. Heiken JP, Brink JA, Sagel SS. Helical CT: Abdominal applications. *RadioGraphics* 1994; 14: 919-924
4. 최창호, 문기호, 황인태 등. Spiral CT를 이용한 Dynamic Liver scan. *대한방사선의학회지* 1994; 30(3): 499-503
5. Foley WD. Dynamic hepatic CT scanning. *AJR* 1989; 152: 272-274
6. Claussen CD, Banzer D, Pkretschner C, Kalender WA, Schorner W. Bolus geometry and dynamics after intravenous contrast medium injection. *Radiology* 1984; 153: 365-368
7. Gore RM, Levine MS, Igor L. *Textbook of Gastrointestinal Radiology*. Saunders, 1994; 1788-1809
8. 정은미, 문숙란, 김한석. 문맥 고혈압의 경피적비문맥조영술에 관한 고찰. *대한방사선의학회지* 1983; 19(4): 671-680
9. Bergstrand I, Ekman CA. Portal circulation in portal hypertension. *Acta Radiol* 1957; 47: 1-22
10. Nelson RC, Thompson GH, Chezmar JL, Harned RK II, Fernandez MP. CT during arterial portography: diagnostic pitfalls. *RadioGraphics* 1992; 12: 705-718
11. Small WC, Nelson RC, Bernardino ME, Brummer LT. Contrast-Enhanced Spiral CT of the liver: effect of different amounts and injection rates of contrast material on early contrast enhancement. *AJR* 1994; 163: 87-92
12. Bluemke DA, Fishman EK, Anderson JH. Dose optimization of a nonionic contrast agent for spiral CT of the abdomen. *Radiology* 1985(p)supplement:114
13. Fishman EK, Jeffrey RB, Jr. spiral CT: Principle, Technique, and Clinical Applications. *Raven Press*, 1995; 25-43
14. Heiken JP, Brink JA, McClellan BL, Sagel SS, Forman HP, Di Croce J. Dynamic contrast-enhanced CT of the liver: comparison of contrast medium injection rates and uniphasic and biphasic injection protocols. *Radiology* 1993; 187: 327-331
15. 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
16. Tonge KA, Wright CH, Mathew J, Leach RD, Saunders JF. Flow rate determination using computed tomography. *Br J Radiol* 1980; 53: 946-949
17. Phelps ME, Kuhl DE. Pitfalls in the Measurement of Cerebral Blood Volume with Computed Blood Volume with Computed Tomography. *Radiology* 1976; 21: 375-377
18. Burgener FA, Hamlin DJ. Contrast-enhancement of hepatic tumors in CT: comparison between bolus and infusion techniques. *AJR* 1983; 140: 291-295

Correlation Between Contrast Enhancement of Portal Vein and Spleen Size in Dual-phase Spiral CT¹

Seung-Eon Ahn, M.D., Jong Cheol Choi, M.D., Kyung Jin Nam, M.D.,
Won Jung Jung, M.D., Bong Sik Goo, M.D., Byung Ho Park, M.D.,
Young Il Lee, M.D., Duck Hwan Chung, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Dong-A University

Purpose: To evaluate using spiral CT the effect of spleen size on blood flow in the portal venous system and to know the usefulness of this evaluation..

Materials and Methods: Fifty-one patients without evidence on spiral CT scan of abnormality thought to affect portal venous flow presented between December 1994 and June 1995. We measured spleen size and Hounsfield units of portal vein in dual-phase, and calculated the ratio of the unit in the portal phase to that in the arterial phase. Spleen size was measured, using the length of X-axis by that of Z-axis on spiral CT scan. We then measured the correlation between the two values.

CT was performed with a Somatom Plus-S scanner(Siemens, Erlangen, Germany). A total dose of 120 ml of non-ionic contrast material(Ultravist) was administered at a rate of 3ml/sec. Arterial and portal phase were obtained after 30 seconds and 60 seconds from the beginning of the contrast agent injection.

Results: The correlation between spleen size and contrast enhancement of the portal vein was relatively significant(Pearson's correlation coefficient(r)=0.41801).

Conclusions: Spleen size significantly affects portal venous flow on spiral CT scan. The evaluation of spleen size and contrast enhancement of the portal vein could be useful in the differential diagnosis of diseases which affect portal venous flow.

Index Words: Computed tomography(CT), contrast enhancement
Computed tomography(CT), helical technology
Spleen, CT
Portal vein, CT

Address reprint requests to : Department of Diagnostic Radiology, Dong-A Medical Center.

1, 3-ga, Dongdaesin-dong, Seo-gu Pusan, 602-103 Korea. Tel. 82-51-240-5367 Fax. 82-51-253-4931

1997년도 울산의대 진단방사선과학교실 연수교육

1997년도 울산의대 진단방사선과학교실 연수교육 일정을 다음과 같이 알려 드립니다.

Abdominal Ultrasonography

일 시 : 1997년 3월 30일

장 소 : 서울중앙병원

GI Tract: Barium Study

일 시 : 1997년 5월 25일

장 소 : 서울중앙병원

Ultrasonography of OB & GY

일 시 : 1997년 6월 1일

장 소 : 서울중앙병원

Neurovascular Annual Course

일 시 : 1997년 6월 8일

장 소 : 서울중앙병원

MR in Medicine, Update 1997

일 시 : 1997년 7월 5-6일(Neuro)

1997년 7월 12-13일(Body)

장 소 : 서울중앙병원

Intervention Update in 1997

일 시 : 1997년 9월 7일

장 소 : 서울중앙병원

Breast Imaging

일 시 : 1997년 9월 28일

장 소 : 서울중앙병원

AMC REP, Physics

일 시 : 1997년 11월 1-2일

1997년 11월 8-9일

장 소 : 서울중앙병원

CT: State-of-the-Art Technology

일 시 : 1998년 2월 15일

장 소 : 서울중앙병원