

위암 조직의 자기공명영상과 초음파 소견에 대한 비교 연구

길 성 원 · 지 금 난

목적 : 위암 조직의 종양 침범 깊이와 주위 조직으로의 침윤 정도를 초음파와 자기공명영상을 시행하여 그 진단적 유용성을 알아보고 자기공명영상의 경우 종양을 가장 잘 보여주는 펄스 연쇄에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법 : 위의 부분 혹은 전절제술을 받아 병리적으로 위암으로 확진된 53예의 제거된 위암 조직을 대상으로 하였다. 모든 조직은 자기공명영상과 고주파수 탐촉자로 초음파 영상을 얻었다. 각 조직에 대하여 자기공명영상과 초음파 소견을 각각 독립적으로 종양의 탐지 및 종양의 침범 깊이에 대하여 두 명의 방사선과 전문의가 합의하여 평가하였고 각각의 영상 소견을 병리 조직 소견과 비교하여 두 영상 기기 간에 진단의 정확도를 비교하였다. 자기공명영상은 스피에코 T1 강조 영상, 위상 및 탈위상 경사에코 T1 강조영상, 고속스핀에코 및 단발포고속스핀에코 T2 강조영상의 다섯 펄스 연쇄를 얻었고 이 중 종양의 탐지와 묘출에 우수하다고 평가된 영상 기법을 알아보았다.

결과 : 조기 위암의 경우, 초음파 진단의 정확도는 77%로 자기공명영상의 진단적 정확도 59%보다 우수하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p=0.096$). 진행성 위암의 경우 자기공명영상이나 초음파 각각 97%와 84%의 높은 진단적 정확도를 보여주었으며 자기공명영상이 초음파에 비하여 통계적으로 유의하게 종양병기를 정확하게 진단했다 ($p < 0.001$). 자기공명영상의 다섯 가지 펄스연쇄 중에 종양 침윤 깊이를 선명하고 정확하게 보여준다고 평가된 영상은 조기 위암과 진행성 위암 모두 고속스핀에코 T2 강조영상(75%)이었고, 특히 진행성 위암의 경우 총 93.5%에서 고속스핀에코 T2 강조영상에 우수한 영상 소견을 보였다.

결론 : 자기공명영상과 초음파는 진행성 위암 조직의 종양 병기를 평가하는데 높은 진단적 정확성을 갖고 있으며 자기공명영상이 초음파보다 통계적으로 유의하게 종양병기를 정확하게 진단했다. 위암 조직의 종양 병기를 평가하는데 가장 우수한 자기공명영상 기법은 고속스핀에코 T2 강조영상이었다.

배경 및 목적

한국인에게 가장 흔히 발생하는 악성 종양의 하나인 위암을 진단할 때 종양병기가 치료 방침을 결정하고 예후를 예측하는데 중요한 요인이라 할 수 있다(1-3).

지금까지는 위암의 병기를 결정하는 검사로는 전산화단층촬영 영상을 주로 이용하여 왔으나 초음파에 대한 유용성이 많이 보고되고 있고, 또한 조기위암의 일부는 내시경 유도하의 절제술만으로도 효과가 있어 조기위암 의심시에는 내시경하 초음파의 빈도가 증가하고 있다(4-6). 또 진행성 위암의 경우는 종양이 장막 밖으로 침범된 경우 수술 전후의 항암치료에 대한 인식이

대한자기공명의과학회지 12:178-187(2008)

¹단국대학교 의과대학 영상의학과

단국대학교 의과대학 교내연구비 지원

접 수 : 2008년 11월 5일, 채 택 : 2008년 12월 3일

통신저자 : 지금난, (330-714) 충남 천안시 동남구 안서동 산 29번지 단국대학교 의과대학 영상의학과

Tel. (041) 550-6921 Fax. (041)552-9674 E-mail: jkn1303@dreamwiz.com

받아들여지고 있어 수술전 종양병기에 대한 정확한 판정의 중요성이 대두되고 있다(7, 8). 지금까지 수술전 병기의 판정에 주로 이용되고 있는 급속 조영증강 전산화단층촬영영상은 병기를 결정하는데 있어 정확도가 42-86%로 보고되었고 종양의 위벽 침습을 보거나 임파선 전이를 보는데 제한점이 있다고 보고되어왔다 (9-13).

최근들어 자기공명영상 기기의 급속스캔 기법이 발달되면서 위암의 종양병기를 결정하는 영상 기기로서의 시도가 이루어지고 있다(14-19). 이에 본 연구는 절제된 위암 조직을 대상으로 하여 최근 복부 영상 진단에 이용되고 있는 급속 자기공명영상의 여러 영상기법과 고주파 탐촉자를 이용한 초음파 영상을 각각 얻어 종양의 위벽 침윤 정도에 대해 병리 조직 소견과 직접 비교 후에 각각의 영상 기기에 대한 위암의 종양병기의 정확도를 알아보려고 하였다. 또한 자기공명영상의 경우 종양의 침윤을 주변 정상 조직과 구분되게 정확하게 가장 잘 보여주는 영상 기법을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

대상 및 영상방법

위의 악성 종양으로 수술을 시행한 53예의 절제된 위암 조직을 대상으로 하였다. 52예는 위 부분절제술이 1예는 위 전절제술이 시행되었다. 종양의 위치는 위의 분문부 1예, 체부 21예, 체부와 위동 9예, 위동 22예였다. 조직 검사상 세포의 분화도는 분화도가 좋은 세포형인 경우 7예, 좋거나 중등도인 경우 2예, 중등도이거나 나쁜 경우 3예, 나쁘거나 인환세포인 경우 3예, 인환세포인 경우 7예였고 1예의 육종형 위암이 포함되었다.

연구 방법으로는 위암의 수술 직후 제거된 위조직의 주변에서 대망이나 장간막을 제거한 후 18×23 센티미터 정도 크기의 플라스틱 수조에 넣고 생리 식염수를 가득 채운 후, 가능하면 빨리 (수술 직후 4.5 시간 안에) 자기공명영상 및 초음파를 시행했다. 위의 절제후 영상을 시행하기까지 절제된 위 조직은 냉

장 보관을 하였고 두 검사를 시행할 때 두 검사간에 우선 순위는 없었다. 영상을 얻기 전에 종양 부위의 위치 및 크기를 확인하고 조직을 펼쳐서 수조 속에 넣었고, 조기 위암의 경우 종괴가 육안적으로 분명치 않은 경우 병리의사와 함께 종양의 위치를 확인한 후 그 부위를 중심으로 영상을 얻었다.

절제된 위암 조직에 대하여 1.5T 자기공명영상 기기(1.5T Signa Excite; GE healthcare, Milwaukee, Wis)로 장경 26 cm 정도의 두경부 코일(Quadrant head coil)을 사용하여 조직에 대한 자기공명영상 기법을 다음과 같이 시행하였다.

스핀에코 기법 T1 강조영상(Spin Echo, TR/TE 400/10 ms)과 경사자장의 정위상(in-phase Gradient Echo, TR/TE 160/4.2 ms, flip angle 60°)과 지방억제 방법인 탈위상(out-of-phase Gradient Echo, TR/TE 125/2.2 ms, flip angle 90°)의 T1 강조영상을 시행하였고 T2 강조영상인 고속스핀에코(Fast Spin Echo, TR/TE 2500/180 ms) 및 단발포고속스핀에코(Single Shot FSE, TR/TE 3000/100 ms)의 영상기법들을 시행했다.

스캔은 위조직 표면에 대한 수평 방향의 정찰영상을 얻은 후 위벽에 침윤된 종양의 위치를 확인하고 종양의 장경을 따라 수직 방향으로 위벽의 층을 따라 중단면으로 영상을 얻었다. 관심 영역의 크기는 14×14 cm 정도의 사각형으로 하고, matrix 크기는 256×256으로, NEX(number of excitation)는 3으로 했다. 모든 스캔의 절편 두께는 3 혹은 4 mm로 했고 절편 간격은 없었다.

초음파 영상은 8-15 MHz 직선형 탐촉자(Sequoia 512, Acuson, Mountainview, Calif)를 이용하여 한 명의 영상의학과 전문의가 절제된 종양 조직을 플라스틱 수조속에 넣은 후 종양이 충분히 잠길 정도의 생리 식염수를 채운 상태에서 수조속에서 직선형의 고주파 탐촉자를 이동하면서 종양의 침윤 깊이에 대한 중단면의 초음파영상을 얻었다. 이때 탐촉자를 비닐로 쌓아준 후 탐촉면과 비닐 사이는 공기가 들어가지 않도록 충분한 양의 젤리로 채웠고, 초음파를 시행할 때 조직 주변에 공기

Table 1. Diagnostic Accuracy between MRI and US in Gastric Cancer Specimen

	GC	EGC	EGC (mucos)	EGC (submuc)	AGC	AGC (seros)	AGC (extrase)
MR Dx Accura	43/53 (81%)	13/22 (59%)	6/15 (40%)	7/7 (100%)	30/31 (97%)	2/3 (67%)	28/28 (100%)
US Dx Accura	43/53 (81%)	17/22 (77%)	10/15 (67%)	7/7 (100%)	26/31 (84%)	1/3 (33%)	25/28 (89%)

McNemr test p=0.096

p<0.001

GC : gastric cancer

EGC : early gastric cancer

EGC(mucos) : early gastric cancer confined to mucosa

EGC(Submuc) : early gastric cancer confined to submucosa

AGC : advanced gastric cancer

AGC(seros) : advanced gastric cancer confined to serosa

AGC(extrase) : advanced gastric cancer penetrates serosa

MR Dx Accura : diagnostic accuracy of MR

US Dx Accura : diagnostic accuracy of US

길성원 외

방울에 의한 인공물이 생기지 않도록 가능한 천천히 초음파 탐촉자를 수조속에서 이동했다.

영상분석

각각의 영상 소견에 대한 분석은 두 사람의 방사선과 전문가가 합의하에 전향적으로 시행하였다. 영상 소견의 분석 방법은 종양의 침범 깊이, 즉 점막층, 점막하층, 근육 및 장막층, 장막외층, 종양의 발견 불가 등으로 구분하였고, 이를 자기공명영상 및 초음파 각각의 영상 기기 별로 독립적으로 분석했다. 이 소견을 병리 조직상의 종양 침윤 정도와 직접 비교하여 각각의 영상 기법에 대한 종양병기의 진단적 정확도를 알아보았다. 영상

소견의 분석 후 종양의 침윤 깊이가 가장 깊었다고 보았던 곳에 대하여 병리 조직을 보는 전문의에게 분석을 요청 하였으며, 또한 전체의 종양 조직은 얇게 절제하여 자세히 분석되었고, 이 결과를 영상 소견과 비교하였다. 두 영상기법에 따른 진단적 정확도 차이의 통계적 유의성을 McNemar test를 이용하여 알아보았다.

또한 자기공명영상의 분석에서는 다섯 펄스연쇄 중 최소 세 개에서 탐지되는 경우 종양으로 확인할 수 있었다. 조기 위암과 진행성 위암의 각각에 대해 종양의 발견이 가능했던 경우, 이 종양이 자기공명영상의 여러 영상기법 중에서 종양의 침윤 부위를 주변 조직과 구분되게 명확하게 잘 보여주는지 등의 영상 소

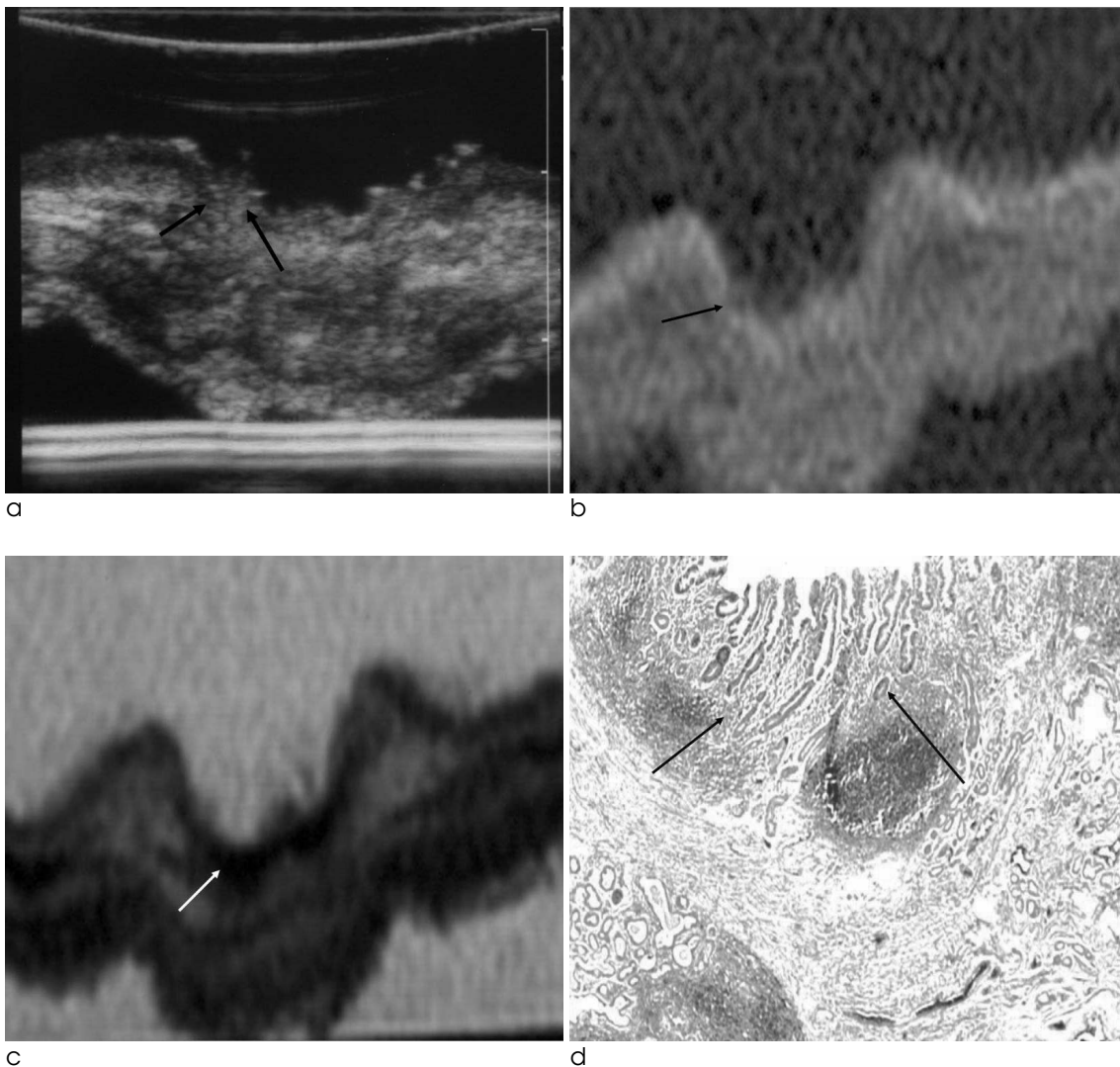


Fig. 1. EGC type IIc confined to mucosa

a. US shows irregular slight hyperechoic infiltrative lesion (arrows) disrupting the normal hypoechoic mucosa and extension into submucosal layer. b. Gradient echo T1 weighted in-phase image shows suspicious focal ill-defined low signal intensity lesion (arrow) at the mucosal layer. c. Fast spine echo T2-weighted images show well defined dark SI mass (arrow) confined to mucosal layer. d. Histopathologic finding of microphotography (H & E stain, magnification $\times 10$) shows tumor infiltration (arrows) confined to mucosal layer.

견에 기준을 두고 영상을 분석한 후 분석 요건을 모두 만족시키는 영상을 자기공명영상의 각 영상 기법 별로 그 비율을 구한 후 좋은 영상으로 분류된 비율이 각 영상 기법 별로 어느 정도 인지를 비교해 보았다.

자기공명영상 소견의 분석은 위암 조직이 정상 위조직 내에서 잘 구분이 되어 보이는지, 주변의 정상 위조직은 세 개의 층(점막층, 점막하층, 근육층) 이상으로 구분이 되어 위암의 위벽 침윤을 아는 기준으로 이용할 수 있는지, 정상 조직과 종양의 경계는 그려지는지, 종양이 위벽내 침윤된 깊이는 병리적 소견과도 잘 일치하는지의 여부를 두 방사선과 전문의의 합의하에 상기 네 가지 요건을 만족 시키는 자기공명영상을 각 영상 기법 별로 알아보았다. 조기 위암 및 진행성 위암 각각을 또 전체 위암의 경우를 총 합하여 각 경우에서 위의 조건을 모두 만족하는 좋은 영상으로 분류된 비율을 각각의 자기공명영상 기법 별로 알아보았다.

결 과

진단의 정확도

전체 53예에서 병리조직 검사에서 종양이 점막하층까지 국한된 조기 위암은 22예였고, 종양의 장경을 기준으로 표면에서의 넓이는 0.5-5 cm이었다. 이중에서 자기공명영상은 13예(59%)를 초음파는 17예(77%)를 정확하게 종양 침윤 깊이를 진단하였다. 근육층 이상을 침윤한 진행성 위암은 31예였고 자기공명영상은 이 중 30예(97%)를 초음파는 26예(84%)를 정확하게 진단했다. 조기 위암과 진행성 위암을 모두 합한 위암 전체의 결과는 자기공명영상 및 초음파 모두 81%(53/53)의 진단적 정확도를 보였다 (Table 1).

조기위암인 점막하층까지 종양의 침윤이 있는 경우를 점막층에 국한된 경우와 점막하층까지 종양이 침윤된 경우로 다시 분류하여 보았다. 조기 위암 22예 중에서 종양이 점막층에 국한된 경우는 15예였고, 이 경우 자기공명영상은 6예(40%)를 정확하게 진단했고, 5예(33%)를 점막하층까지 종양의 침윤이 있는

것으로 진단했으며 4예(27%)에서는 종양을 확인할 수 없었다. 조직 초음파 소견에서는 10예(67%)를 정확하게 진단했고, 4예(26%)를 점막하층까지 종양이 있는 것으로 잘못 진단했으며 (Fig. 1), 1예(7%)에서 종양을 발견하지 못했다. 종양의 발견이 불가능했던 4예는 모두 표면에 국한된 평평하거나 약간 함몰된 경우 (EGC type II/III)였다. 점막하층까지 종양이 침윤된 7예의 경우 자기공명영상과 초음파 모두 점막하층까지의 종양 침윤을 정확히 진단했다(Fig. 2).

진행성 위암 31예에서는 자기공명영상 소견에서 30예를 조직 초음파 소견에서는 26예를 근육층 및 장막층까지 종양의 침윤이 국한된 경우(Fig. 3)와 장막층 밖으로 종양이 침윤한 경우를 각각 구분하여 정확하게 진단했다. 이 중 장막층까지 종양 침윤이 있었던 경우 3예는 자기공명영상에서 2예를 초음파에서는 1예를 정확히 진단했다.

장막층 밖으로 종양의 침윤이 있는 28예의 경우 자기공명영상에서는 전례에서 정확히 진단했으며, 초음파 검사에서는 3예(10.5%)에서 종양 침윤 정도가 장막층까지 국한되어 있는 것으로 저평가했다.

진단 기기별로 나누어 진단적 정확도를 분석해 보았을 때 자기공명영상은 조기 위암의 경우 22예 중에 13예, 즉 59%를, 초음파의 경우 17예, 즉 77%를 각각 정확하게 종양 침윤 깊이에 대하여 초음파가 진단율이 높았으나 McNemar test상 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p=0.096$) (Table 1).

진행성 위암의 경우 자기공명영상은 30예, 97%를 초음파는 26예, 84%에서 종양 침윤 깊이를 정확하게 진단하였고 McNemar test상 유의한 차이를 보여($p<0.001$) 진행성 위암에서 자기공명영상이 초음파보다 통계적으로 유의하게 종양병기 T2와 T3를 구분하는데 진단적 가치가 있다고 평가되었다.

조기 위암과 진행성 위암의 결과를 모두 합한 경우의 진단적 정확도는 자기공명영상과 고주파 초음파 검사가 모두 85%로 진단율에 차이를 보이지 않았다.

Table 2. Ratio of Satisfying Image Among Five MR Pulse Sequences

	T1 SE	T1 GRE	Fat-sat T1	T2 FSE	T2 SSFSE
GC	15/53 (28%)	25/53 (47%)	13/53 (25%)	40/53 (76%)	28/53 (53%)
EGC	3/22 (14%)	6/22 (27%)	1/22 (5%)	11/22 (50%)	6/22 (27%)
AGC	12/31 (39%)	19/31 (65%)	12/31 (38%)	29/31 (94%)	22/31 (71%)

T1 SE : T1 weighted spin echo

T1 GRE : T1 weighted gradient echo in-phase

Fat-sat T1 : T1 weighted gradient echo out-of-phase

T2 FSE : T2 weighted fast spin echo

T2 SSFSE : T2 weighted single shot fase spin echo

GC : gastric cancer

EGC : early gastric cancer

AGC : advanced gastric cancer

자기공명영상기법

위암 조직의 자기공명영상을 펄스 연쇄 별로 종양의 명확한 묘출에 대해 영상의 질이 우수하다고 평가된 경우는 경사예코

정위상 T1영상이 25예(47%), 지방 억제 탈위상 T1 기법이 13예(25%), 스피네코 T1 기법이 15예(28%), 고속스핀에코 T2 기법이 40예(76%), 단발포고속스핀에코 T2 기법이 28예

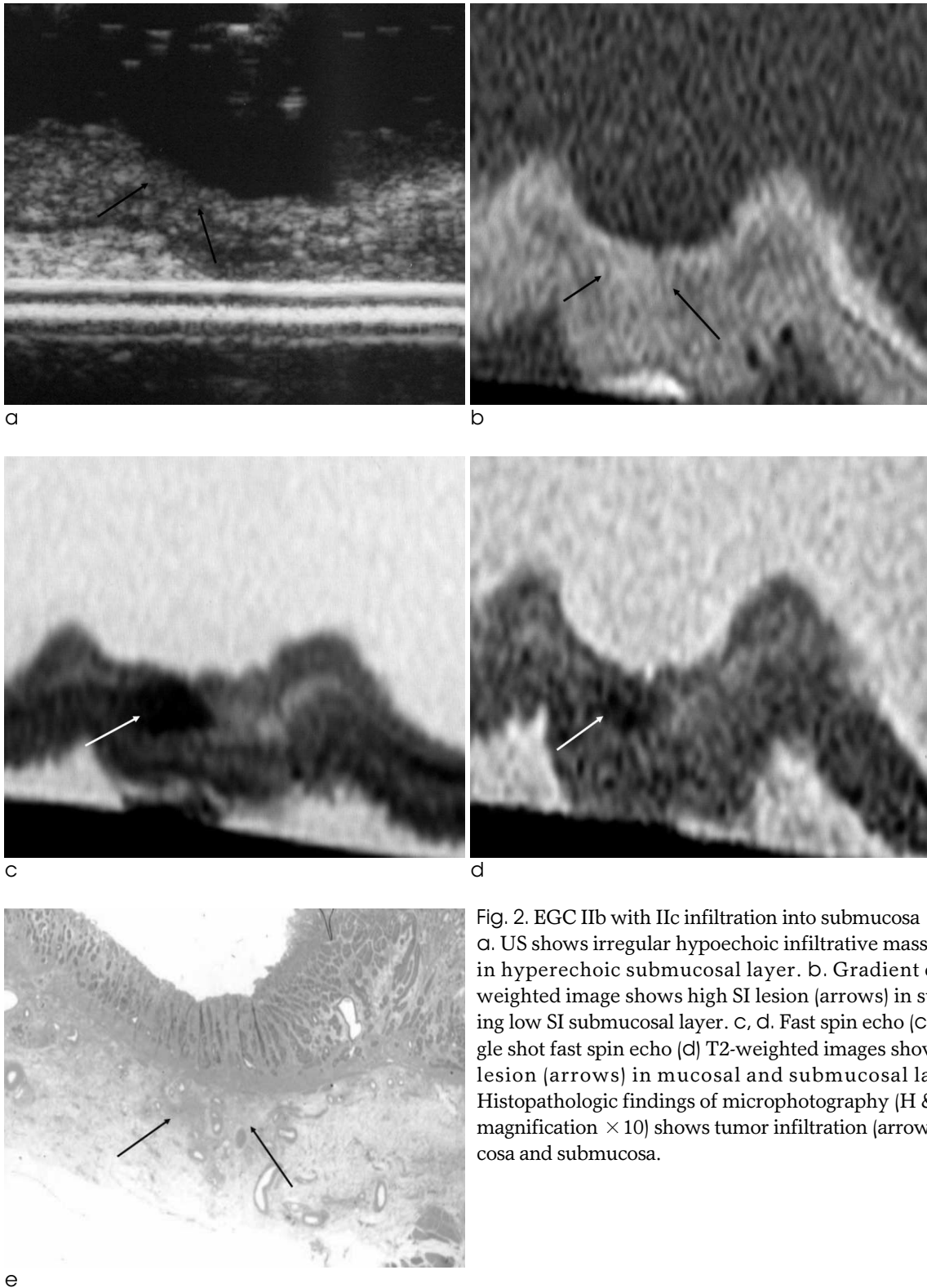


Fig. 2. EGC IIb with IIc infiltration into submucosa
 a. US shows irregular hypoechoic infiltrative mass (arrows) in hyperechoic submucosal layer. b. Gradient echo T1-weighted image shows high SI lesion (arrows) in surrounding low SI submucosal layer. c, d. Fast spin echo (c) and single shot fast spin echo (d) T2-weighted images show dark SI lesion (arrows) in mucosal and submucosal layers. e. Histopathologic findings of microphotography (H & E stain, magnification $\times 10$) shows tumor infiltration (arrows) in mucosa and submucosa.

(53%)였다. 조기 위암 22예 중에서 종양의 침윤 깊이를 명확하게 잘 보여준다고 평가된 각 영상 기법 비율은 경사예코 T1 영상이 6예(27%), 지방 억제 T1 기법이 1예(5%), 스핀예코 T1 기법이 3예(14%), 고속스핀예코 T2 기법이 11예(50%), 단발포고속스핀예코 T2 기법이 6예(27%)였다. 진행성 위암에서 종양의 침윤 깊이를 잘 묘출한다고 평가된 각 영상 기법의 비율은 경사예코 T1영상이 19예(65%), 지방 억제 T1 기법이 12예(39%), 스핀예코 T1 영상이 12예(39%), 고속스핀예코 T2 기법이 29예(94%), 단발포고속스핀예코 T2 기법이 22예(71%)였다 (Table 2). 다섯 가지 영상 기법 중에 급속스핀예코 T2 기법이 가장 높은 진단적 가치를 갖는 영상기법이라고 할 수 있었다. 진행성위암에 국한해서 보면 네 가지 조건을 모

두 만족하는 영상비율이 상당히 높았던 정위상 경사예코 T1(65%) 및 단발포고속스핀예코 T2 (71%) 기법도 상당히 진단적 가치가 있다고 하겠다.

고 찰

현재까지 위암의 수술전 병기 결정을 위해서는 전산화단층촬영 영상이 주로 이용되고 있고 초음파나 자기공명영상은 그 사용이 상당히 제한적이어 왔다.

위벽의 구조는 내시경적 초음파에서 다섯 개의 구분되는 에코의 차이(고-저-고-저-고)로 네 개의 층구조(점막층, 점막하층, 근육층, 장막층)를 구분할 수 있다고 알려져 있고, 내시경

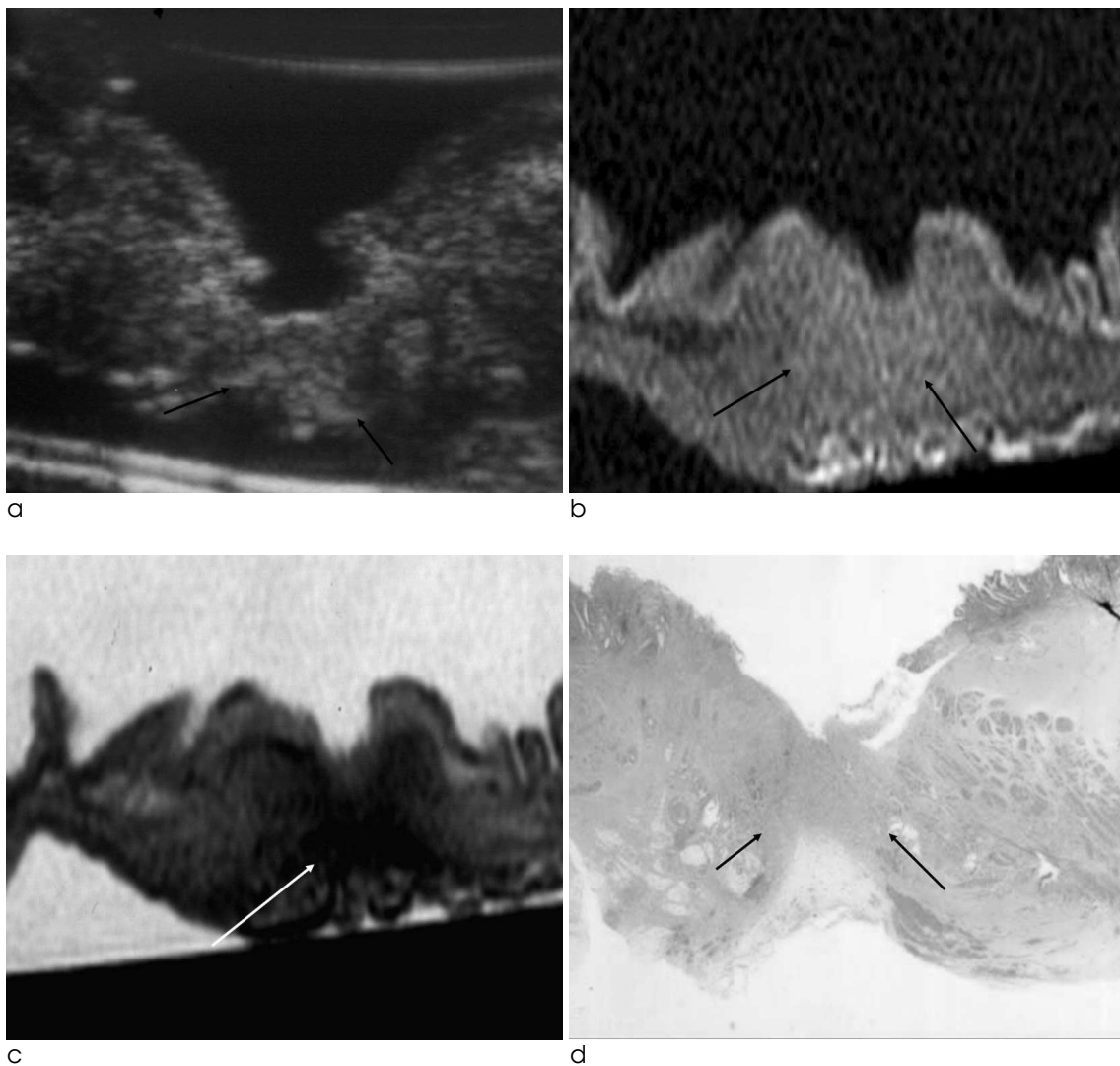


Fig. 3. AGC Borrmann classification type III invasion into proper muscle layer
 a. US shows slight high signal intensity lesion (arrows) suspicious extension into extraserosal layer. b. Gradient echo T1-weighted image shows poorly demarcated slight high SI infiltrative mass (arrow) in muscle layer. c. Fast spin echo T2-weighted image shows well-defined dark SI mass (arrow) invasion into proper muscle layer. d. Histopathologic findings of microphotography (H & E stain, magnification $\times 10$) shows tumor (arrows) invasion into inner circular muscle layer.

적 초음파를 이용한 위암의 종양병기에 대한 보고는 지속적으로 있어 왔다(20-22). 또한 내시경적 초음파는 종괴의 위벽내 침윤을 보는데 정확도는 78 - 92%로 보고되어 조영제를 이용한 급속 조영 전산화단층촬영술과의 비교에서 좀 더 우수하다고 알려져 있다(21). 그러나 내시경적 초음파의 경우 시술자의 기술과 능력에 따라 정확도에 차이가 심하고 침습적이며, 병변의 위치와 범위를 보는데 제한성이 있다고 보고하였다(14, 20, 22). 김 등은 수술로 절제된 위벽의 초음파 소견과 병리조직 소견과의 연관성을 보고했다(19). Willis 등은 위암의 다양한 치료 방법 중에서 내시경적 점막절제술의 적응증 및 적용여부를 알아보기 위해서 위암의 내시경적 초음파 시행의 필요성을 논의하였으나, 내시경적 초음파의 기술적인 제한성뿐만 아니라 점막하층까지 침윤된 종양의 정확도와 주변의 임파선 침범 여부를 보는데 좀 더 발전이 있어야 된다고 보고하였다(22). 내시경하에서의 위벽에 대한 초음파는 점막에 국한된 조기위암에서 내시경하의 종양절제술이 일반화되어 가면서 내시경 소견이 조기위암의 양상을 보이면 내시경 초음파로 종양의 침윤 정도와 범위를 확인하는 것이 일반화되어 있다(4-6).

Kuntz(23) 등은 위암의 병기 진단에 이용되는 영상 기법들을 비교하면서 전산화단층촬영술과 내시경적 초음파 검사는 서로 보완적인 방법으로 위암의 다양한 치료 방법을 결정하는데 도움을 줄 수 있다고 하였고, 자기공명영상은 기술적 진보에 따라 앞으로 그 역할의 중요성에 대한 가능성을 제시했다.

자기공명영상은 전산화단층촬영술에 비해 위장관 영상에 잘 이용되지 않았는데 이는 고식적인 스핀에코 기법의 경우 영상 시간이 길어 위장의 운동에 의한 모양의 변화 그리고 호흡이나 혈관의 박동에 의하여 인공음영이 유발되어 영상의 질이 저하되기 때문이다. 그러나 최근에는 이러한 제한점들을 어느 정도 극복할 수 있는 많은 기법들, 즉 급속 스캔 영상기법, 호흡 보상술(respiratory triggering), 사전 포화술(presaturation), 지방 신호 억제기법(fat suppression) 등이 개발되었고, 장운동 억제제의 투여와 물, 공기, 철분제재(ferumoxides), 가돌리늄(gadolinium), 암모늄 시트레이트(ammonium citrate) 등 여러 종류의 조영제를 사용하여 위장관 영상의 질을 향상시켜왔다(24-27).

현재 북부에서 많이 사용하고 있는 자기공명영상의 급속 영상 획득 기법에는 경사에코 기법인 훼손경사에코 및 급속다면훼손경사에코 기법과 스핀에코 기법인 고속스핀에코와 단발포고속스핀에코 기법이 있다. 경사에코기법은 90° 이내의 숙임각(flip angle)을 이용하여 종자화(relaxation time)의 회복시간이 짧고, 에코 신호를 얻는데 걸리는 시간이 짧아서 파형 반복 시간을 줄임으로서 영상 획득 시간을 단축시키는 기법이다. 스핀에코 기법인 고속스핀에코는 하나의 반복시간 안에 여러 개의 180° 고주파를 주어 고식적인 스핀에코 기법에 비해 영상 시간을 획기적으로 단축시키는 방법이다 (15, 28, 29). 고속 스캔 자기공명영상 기법은 영상 획득 시간을 획기적으로 줄임으로서 인공물의 영향을 상당히 배제시킬 수 있다. 북부에서 주로

사용하는 고속 스캔 자기공명영상 기법들은 경사에코 기법을 이용하고 에코 시간을 조절하여 지방억제 기법이 가능하다. T2 강조영상 기법으로는 경사에코나 고속스핀에코 기법을 이용할 수 있고 여기에서 반복시간을 무한대로 하여 T2 효과를 더 강조한 영상 기법을 얻을 수도 있다.

본 연구에서는 경사에코 기법인 경사자장 정위상 및 탈위상의 T1 강조영상과 스핀에코 T1 강조영상, 스핀에코 기법인 고속스핀에코 및 단발포고속스핀에코 T2 강조영상을 얻었다.

위의 정상층의 구분에 대해서는 여러 저자들이 자기공명영상 소견으로 각층의 구분이 매우 우수하다는 보고를 하였다. 스핀에코 기법으로는 T2 기법이 T1 기법보다 우수하다고 했고, 고속 스캔기법에서는 고속스핀에코 T2 기법이 위벽의 층을 세 개의 층 이상으로 구분하며 좋은 영상의 질을 유지한다는 보고를 하였다(15, 28, 29). 또한 자기공명영상은 전산화단층촬영술에 비해 대조도가 높고 횡단면뿐 아니라 시상면, 관상면 등의 다면 영상이 가능하여 전산화단층촬영술의 부분용적 효과를 극복할 수 있고, 인접한 체장이나 간의 신호 강도와 위장 종괴의 신호 강도가 서로 확연히 다르므로 이들 조직간의 지방층이 적어도 경계면을 보다 쉽게 구분 할 수 있어, 정맥으로 조영제의 투여 없이도 전산화 단층 촬영보다 좋은 질의 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다(16-19).

현재까지 자기공명영상을 이용한 위에 대한 연구는 많지 않았다.

Auh(28)등이 4.7-Tesler의 고자장 자기공명영상 기기로 고식적인 스핀에코 기법을 이용하여 정상 위조직 및 종양이 있는 위조직을 관찰하여 위의 각 층을 잘 구분할 수 있었고, 종양의 위벽 침윤을 보는데 정확도가 높다고 하였다. 이때 10% 포르말린으로 조직을 고정된 후 자기공명영상을 시행하면 조직 고정에 따른 조직의 신호강도의 변화가 있다는 보고를 하였고 이러한 연구 결과는 그 이전에도 있었다(28, 30). 이에 본 연구에서도 포르말린 고정 전에 영상 검사를 시행하였다.

Dux(15)나 서(29) 등은 급속 자기공명영상 기법을 이용한 위의 절제된 조직의 관찰에서 정상 위 조직이 2 - 5 층으로 구분이 된다는 좋은 결과를 얻었다. 서(29) 등은 이를 직접 병리조직 소견과 연관을 지어 설명했으며, 점막층의 구분을 보는데는 T1고속저각영상획득(FLASH)이나 지방 억제 T1 고속저각영상획득 기법이 좋다고 했으며, T2 고속스핀에코가 점막하층의 구분을 좋은 영상의 질로 명확하게 보여주어 점막하층과 근육층간의 구분을 보는데 좋다고 했고, 근육층의 명확성 및 점막층과 점막하층간의 구분이 T1 고속저각영상획득, 지방억제 T1 고속저각영상획득 및 T2 고속스핀에코에서 모두 좋은 소견을 보여준다고 보고하였다. Dux(15)는 20예의 위암 환자의 조직 소견과 자기공명영상의 비교에서 2 cm 이하의 조기위암 한 예 를 제외하고는 자기공명영상에서 종양을 발견할 수 있어 종양의 발견율은 95%였고, 종양 병기의 진단적 정확도는 65%라고 했다. 또한 스핀에코 T1 및 T2 강조 영상과 지방억제 영상으로 반위상 기법을 시행하여, 지방억제 반위상 기법의 경우 T1이나

T2 기법에 비해 종양의 신호강도가 높게 보여 종양의 구분이 좀더 분명하다고 했다.

또한 최근 급속자기공명영상을 이용한 T1 고속저각영상획득 및 T2 급속스핀에코 등을 이용한 생체내 위암 병기에 대한 정확도를 나선형 전산화단층촬영술 결과와 비교한 보고에서 종괴의 침윤 정도에 대해서는 자기공명영상이 나선형 전산화단층촬영술보다 우수하다고 보고하였다(25-27). Kim(19) 등은 진행성 위암에서 자기공명영상은 전산화단층촬영술보다 종양병기에 있어서는 우수하나 임파선 전이에 있어서는 정확도가 떨어진다고 보고했다.

성(16) 등이 진행성 위암의 생체내 자기공명영상을 이용하여 종양의 묘출 정도에 대한 보고에서 True-FISP이 T2 고속스핀에코나 T1 고속저각영상획득에 비해 우수하였으며, 이는 True-FISP이 영상의 잡음이 적고 장기를 둘러싸는 저신호 강도의 띠로 인해 명확한 경계를 보여주기 때문이라고 설명했는데, 종양의 위벽 침윤의 판정에 있어서는 True-FISP이 실제보다 병기를 높게 판정하는 과병기화가 많은 것으로 평가되었고 병기 결정의 정확도는 T1 고속저각영상획득 기법이 True-FISP이나 T2 고속스핀에코보다 약간 우수한 결과를 얻었는데, 통계적 유의성은 없었다고 보고했다.

또한 Mastushita(17) 등도 반위상 기법인 훼손된 GRASS (gradient-recalled acquisition in the steady state) 기법을 이용하여 위암의 장막층 밖으로의 침윤을 판단하는데 정확도가 높다고 보고하여 T3 종양의 진단의 정확도가 96%, T4 종양의 경우 80%의 정확도를 보고하였다.

본 연구 결과에서는 종양의 명확한 묘출이 가장 우수하고 종양의 침윤 깊이를 정확하게 보여주는 데는 여러 영상 기법 중에서 T2 고속스핀에코가 가장 우수하게 평가되었고 이 결과는 그동안 보고된 결과들과 비교적 일치하는 소견이고 진행성 위암으로 국한하여 보면 T2 단발포고속스핀에코와 정위상 경사예코 T1 영상 등도 진단에 도움을 받을 수 있는 영상 기법으로 평가할 수 있었다. 또한 조기 위암을 진행성 위암으로 보거나 진행성 위암을 조기 위암으로 본 경우는 한 예도 없었는데, 이는 고속스핀에코 T2 강조영상이나 단발포고속스핀에코 T2기법이 점막하층과 근육층의 경계를 잘 보여주기 때문이라고 할 수 있다.

또한 지금까지 보고된 위암 병기의 진단적 정확도에 대한 결과들은 조기위암의 경우는 대상에서 제외되거나 자기공명영상의 경우 종양의 발견 자체에 의의를 두었으나(11-13, 16-18) 본 연구의 결과는 조기 위암을 포함한 것에도 그 의의를 둘 수 있겠다.

본 연구의 결과 위암의 조직 영상에서 조기 위암은 초음파가 자기공명영상보다 높은 진단율을 보여주었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 자기공명영상의 경우 평평하거나 약간 함몰된 모양의 점막에 국한된 조기 위암은 주변과의 신호 강도 차이를 인지하기 쉽지 않았고, 종양의 발견 및 묘출이 가장 우수하다고 평가된 고속스핀에코 T2 강조영상에서도 주변에 있는 식염수의 신호 강도가 증가되어 종양의 발견이 불가능한 경우가

많았다. 조기 위암 중에서도 점막하층까지 종양의 침윤이 있는 경우는 초음파나 자기공명영상 전 예에서 진단이 용이했다. 이는 초음파상 고에코로 나타나는 정상 점막하층에 종양에 의한 저에코를 확인하는 것이 용이하였고, 자기공명영상에서는 고속스핀에코 T2 강조영상, 단발포고속스핀에코 T2 강조영상, 경사자장 T1 강조영상, 스핀에코 T1 강조영상 등에서도 점막하층의 신호강도가 점막층이나 근육층과 어느 정도 분명하게 구분되기 때문에 여겨진다.

최근들어 직장암의 악성 종양에 대한 자기공명영상 소견의 국소 종양 병기에 대한 보고가 지속적으로 보고되고 있는데, 종양의 장벽으로의 침윤 정도와 조직 소견의 비교에서 수술전 항암치료나 방사선 치료를 받지 않은 경우에는 진단적 정확도가 65-86% 정도라는 보고를 하였고 영상의 질도 우수하다고 하였다(31-34). 종양병기의 경우 최근 그룹 연구 결과에서 조직병리 소견과 자기공명영상 소견의 비교에서 95%의 신뢰구간에서 0.5 mm 이내의 장막층 밖으로의 종양 침윤을 예측할 수 있다는 보고도 있었다(35). 직장암에서 표면 위상 코일을 이용한 자기공명영상과 초음파의 종양 병기의 정확성의 비교에서 근육층 밖으로 종양 침윤이 있는 진행된 경우 자기공명영상이 더 유용하다는 결과가 있었다(36). 위암 조직의 영상 소견을 비교한 연구 결과에서도 근육층 이상을 침범한 진행성 위암의 경우 통계적으로 유의하게 자기공명영상이 초음파보다 국소 종양 병기 진단이 좀 더 정확하다는 본 연구 결과와 일치하는 소견이라 여겨진다.

위암의 종양 병기에 대한 정확한 진단을 위한 다양한 시도가 이루어지고 있는 것은 위암에 있어서 치료방침의 결정과 예후를 예측하는 인자로서 종양 병기를 아는 것이 중요하다는 데는 반론의 여지가 없기 때문이며 특히나 종괴의 위벽내 침윤 정도 즉 국소 종양 병기를 아는 것이 최근에 다양한 치료 방법이 시도되면서 그 중요성이 증가하고 있다. 종양의 병기 결정에 기본적으로 이용되고 있는 전산화단층촬영술은 원격 전이를 제외하고 종양의 국소 침윤 정도나 주변 장기로의 침범과 임파선 전이를 보는 데에 제한점이 많다고 알려져 있다. 최근들어 급속영상기법을 이용한 생체내 자기공명영상이 직장암에서 좋은 결과를 보고하고 임상적으로 활발히 이용되고 있는 것을 보면 자기공명영상의 기술적인 발달로 촬영 시간의 단축 및 인공음영에 대한 극복이 좀 더 이루어지고, 고자장 및 다중채널하에서 좀 더 기술적인 혁신이 이루어진다면 위암의 종양 병기를 평가하는데도 자기공명영상이 전산화단층촬영술을 보완 및 대체할 수 있는 때가 올 것으로 생각된다.

대상 군의 수적인 제한성과 생체내가 아닌 유리관 속에서 조직의 영상 소견 결과라는 한계성이 있음을 인정하더라도, 위암 조직의 종양병기에 대한 자기공명영상과 초음파 소견에 대한 진단적 정확도를 직접 비교해 본 첫 시도로서 상기 결과가 최근들어 시도되고 있는 생체내의 자기공명영상의 종양병기 측정이나 그동안 꾸준한 결과를 보고하고 있는 내시경적 위종양의 진단에 대한 결과와 비교해 보았을 때 비교적 잘 부합되는 결과를 보여

주었다.

결론

결론적으로 절제된 위암 조직을 자기공명영상 및 고주파수 초음파 영상을 얻어 국소 중앙 병기에 대한 진단적 정확도를 측정해 본 결과 조기 위암의 경우는 자기공명영상보다 초음파가 진단율은 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었고 진행성 위암의 경우는 자기공명영상이 T2와 T3에 대한 진단적 정확성이 초음파에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다.

또한 자기공명영상의 여러 영상 기법 중에서 중앙의 침범 정도를 정확하게 잘 보여줄 수 있는 펄스 연쇄는 조기 위암이나 진행성 위암 모두 고스스핀에코 T2 기법이었다.

참고 문헌

1. 한국중앙암등록사업연례보고서(2002.1-2002.12). 보건복지부 한국중앙암등록사업본부 2003
2. 노성훈, 류창학, 김용일, 김충배, 민진식, 이경식. 위절제를 시행한 위암환자 2603예의 생존율 및 예후인자 분석. 대한외과학회지 1998;55:206-213
3. Roukos DH. Current advances and changes in treatment strategy may improve survival and quality of life inpatients with potentially curable gastric cancer. Ann Surg Oncol 1999;6:46-56
4. 이준행, 윤정환, 김병관 등. 조기위암의 근치적 치료로서 내시경적 점막절제술. 대한소화기내시경학회지 1996;16:928-934
5. Ono H, Kondo H, Gotoda T, et al. Endoscopic mucosal resection for treatment of early gastric cancer. Gut 2001;48:225-229
6. Ohashi S, Segawa K, Okamura S, et al. The utility of endoscopic ultrasonography and endoscopy in the endoscopic mucosal resection of early gastric cancer. Gut 1999;45:599-604
7. DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA. Cancer; Principles and practice of oncology. 6th ed. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins, 2001;1092-1126
8. Coccini G, DeLisi V, DiBlasio B. Randomized comparison of 5-FU alone or combined with mitomycin and cytarabine(MFU) in the treatment of advanced gastric cancer. Cancer Treat Rep 1982;66:1263-1276
9. 이재문, 김춘열, 천경아 등. 위암의 자기공명영상 진단: 전산화 단층촬영술과의 비교. 대한방사선의학회지 1994;31:307-312
10. 정진일, 이종태, 유형식 등. 위암의 자기공명영상 진단: 전산화 단층촬영술과의 비교. 대한방사선의학회지 1994;31:307-312
11. 정민하, 김홍인, 김태형 등. 이중 나선식 CT를 이용한 삼중 시기 역동 스캔: 위암의 침윤 정도의 결정. 대한방사선의학회지 1997;36:93-99
12. Minami M, Kawachi N, Itai Y, et al. Gastric tumors: Radiologic-pathologic correlation and accuracy of T-staging with dynamic CT. Radiology 1992;185:173-178
13. Fukuya T, Honda H, Kaneko K, et al. Efficacy of helical CT in T-staging of gastric cancer. J Comput Assist Tomogr 1997;21:73-81

14. Marcos HB, Semelka RC. Stomach Disease: MR evaluation using combined T2-weighted single-shot echo train spin-echo and gadolinium-enhanced spoiled gradient-echo sequences. J Mag Reson Imag 1999;10:950-960
15. Dux M, Roeren T, Kuntz C, Schipp A, et al. MRI for staging of gastric carcinoma:First results of an experimental prospective study. J Comput Assist Tomogr 1997;21:66-72
16. 성창규, 김아영, 김태경, 송치성, 한준구, 최병인. 진행성 위암의 자기공명영상: T1강조 FLASH, T2강조 TSE 및 True-FISP 영상 간의 비교. 대한방사선의학회지 1998;39:1149-1156
17. Matsushita M, Oi H, Murakami T, et al. Extraserosal invasion in advanced gastric cancer: Evaluation with MR imaging. Radiology 1994;192:87-91
18. Sohn KM, Lee JM, Lee SY, Ahn BY, Park SM, Kim MK. Comparing MR imaging and CT in the staging of gastric carcinoma AJR Am J Roentgenol 2000;174:1551-1557
19. Kim AY, Han JG, Seong CK, Kim TK, Choi BI. MRI in staging advanced gastric cancer: Is it useful compared with spiral CT? J Comput Assist Tomogr 2000;24:389-394
20. Worlick H, Dunz D, Engelhard K. Ultrasonic examination of the wall of the fluid-filled stomach. JCU 1989;17:3-14
21. Botet JF, Lightdale CJ, Zauber AG, et al. Preoperative staging of gastric cancer: Comparison of endoscopic US and dynamic CT. Radiology 1991;181:426-432
22. Willis S, Trong S, Gribniz J, Fass V, Schumpelick. Endoscopic ultrasound in the preoperative staging of gastric cancer: Accuracy and impact on surgical therapy. Surg Endosc 2000;14:951-954
23. Kuntz C, Herfarth C. Imaging diagnosis for staging of gastric cancer. Semin Surg Oncol 1999;17:96-102
24. Bailes DR, Gilderdale DJ, Bydder GM, Collins AG, Firmin DN. Respiratory ordered phase encoding(ROPE): a method for reducing respiratory motion artifacts in MR imaging. J Comput Assist Tomogr 1985;9:835-838
25. Wesbey GE, Brasch RC, Goldberg HI, Engelstad BL. Dilute oral iron solutions as gastrointestinal contrast agents for magnetic resonance imaging: initial clinical experience. Mag Reson Imag 1985;3:57-64
26. Hahn PF, Stark DD, Saini S, Lewis JM, Wittenberg J, Ferrucci JT. Ferrite particles for bowel contrast in MR imaging: design issues and feasibility studies. Radiology 1987;164:37-41
27. Bisset GS. Evaluation of potential practical oral contrast agents for pediatric magnetic resonance imaging. Pediatr radiol 1989;20:61-66
28. Auh YH, Lim TH, Lee DH, Kim YH, Lee MG, et al. In vitro MR imaging of the resected stomach with a 4.7-Tesler superconducting magnet. Radiology 1994;191:129-134
29. 서보경, 설혜영, 이남준 등. 절제된 정상위벽의 자기공명영상기법에 관한 연구: 조직소견과의 비교. 2001;45:483-494
30. Thckman DI, Kundel HL, Wolf G. Nuclear magnetic resonance characteristics of fresh and fixed tissue: the effect of elapsed time. Radiology 1993;148:183-185
31. Delange E, Fechner R, Edge S, Spaulding C. Preoperative staging of rectal carcinoma with MR imaging: Surgical and histopathological correlation. Radiology 1990;176:623-628
32. Beets-Tan RG, Beets GL. Rectal cancer: review with emphasis

- on MR imaging. Radiology 2004; 232:335-346
33. Gagliardi G, Bayar S, Smith R, Salem RR. Preoperative staging of rectal cancer using magnetic resonance imaging with external phase-arrayed coils. Arch Surg 2002;137:447-451
34. Zhang XM, Zhang HL, Yu D, et al. 3-T MRI of Rectal Carcinoma: Preoperative Diagnosis, Staging, and Planning of Sphincter-Sparing Surgery. AJR Am J Roentgenol 2008;190:1271-1278
35. MERCURY Study Group. Extramural Depth of Tumor Invasion at Thin-Section MR in Patients with Rectal Cancer: Results of the MERCURY Study. Radiology 2007;243:132-139
36. Blomqvist L, Machado M, Rubio C, et al. Rectal tumor staging: MR imaging using pelvic phased-array and endorectal coils vs endoscopic ultrasonography. Eur Radiol 2000;10:653-660

J. Korean Soc. Magn. Reson. Med. 12:178-187(2008)

In Vitro Imaging of MRI and Ultrasound for Gastric Carcinoma

Sung Won Kil, Keum Nahn Jee

Department of Radiology, College of Medicine, Dankook University

Purpose : To evaluate and compare the diagnostic accuracy of MRI and ultrasound(US) for estimation of invasion depth of gastric carcinoma by correlation with histopathologic findings in vitro and to find out the best MR pulse sequence for detection and accurate delineation of tumor.

Materials and Methods : Resected specimen of total or subtotal gastrectomy from 53 patients with gastric carcinoma were done of imaging studies of MRI and US. And US was examined by using high frequency linear transducer for tumor invasion depth by a radiologist. In each case, both imaging findings of MRI and US were evaluated independently for tumor detection and invasion depth by consensus of two radiologists and were compared the diagnostic accuracy between two imaging modalities according to the histopathologic findings. MR imaging with five MR pulse sequences, spin echo T1 and in- and out-of-phase gradient echo T1 weighted images, FSE and SSFSE T2 weighted images, were performed. Five MR pulse sequences were evaluated and compared on the point of detection and accurate distinction of tumor from surrounding normal tissue.

Results : In EGC, diagnostic accuracy of US(77%) was superior than that of MRI(59%) but no statistically significant difference was noted between two imaging modalities($p = 0.096$). In AGC, both imaging modalities of MRI and US showed relatively high diagnostic accuracy as 97% and 84% respectively. Diagnostic accuracy of MRI was statistically better than that of US at the significant level($p < 0.001$). The best MR pulse sequence among five in each specimen was FSE T2WI(75.5%, 40/53) in both EGC and AGC. In AGC, FSE T2WI showed excellent imaging quality by showing very high ratio (93.5%, 29/31) of accurate delineation of tumor.

Conclusion : MRI and US show relatively high diagnostic accuracy in the evaluation of tumor invasion depth of resected specimen in AGC. The most excellent pulse sequence of MRI for the evaluation of tumor invasion depth is FSE T2WI on the point of detection and accurate delineation of tumor in both EGC and AGC.

Index words : Magnetic resonance (MR), tissue characterization
 Ultrasound (US), tissue characterization
 Specimen, MR, US
 Stomach cancer, MR, US

Corresponding author : Keum Nahn Jee, M.D., Ph.D., Department of Radiology, Dankook University Hospital
 San-29, Anseo-dong, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungnam, 330-714, Korea.
 Tel. 82-41-550-6921 Fax. 82-2-552-9674 E-mail: jkn1303@dreamwiz.com