대한방사선의학회지 1999;40:451-457

악성과 양성 두경부 병변의 감별에 있어 자화전이를 이용한 자기공명영상의 유용성[1]

서상일 · 이남준 · 김명규 · 최재웅 · 조성범 · 김정혁 · 최종욱[2]

목적 : 두경부 자기공명영상에서의 자화전이 현상(magnetization transfer)을 알아 보고, 자화전이율이 악성종양과 양성병변의 감별에 도움을 줄 수 있는 지를 평가하기 위함이다.

대상 및 방법 : 병리조직학적으로 확진된 36예의 두경부 병변(악성종양, n=22 : 염증성 병변과 양성종양, n=14)을 대상으로 하였고, 1.5 T의 초전도형 자기공명영상장치를 사용하여 축상 스핀에코 T1 강조영상 및 터보 스핀에코 T2 강조영상을 얻고, 이 영상에서 보인 병변을 중심으로 자화전이 펄스를 주지 않은 2D FLASH(TR=500ms, TE=12ms, flip angle=20°)와 2 kHz off-set 펄스를 사용한 자화전이 영상을 전향적으로 얻었다.

자화전이 전과 후의 영상에서 병변과 정상 근육, 지방, 그리고 뇌척수액에 관심부위를 두어 자화전이율을 측정하였고, 수정자화전이율을 계산하였다. 악성종양과 양성병변, 그리고 병변과 정상 두경부 근육간의 자화전이율 및 수정자화전이율의 차이가 통계적으로 유의한지를 Wilcoxon rank sum 및 Median test와 student t test를 사용하여 검증하였다.

결과 : 자화전이율 및 수정자화전이율은 악성종양의 경우는 각각 0.343±0.024, 0.328±0.026 이었고, 양성병변의 경우에는 각각 0.228±0.049, 0.193±0.047이었다. 두경부 근육의 경우 0.429±0.020, 0.412±0.020 이었고, 지방의 경우 0.048±0.028, 0.041±0.030, 그리고, 뇌척수액의 경우 0.032±0.023, 0.030±0.029이었다. 정상 두경부 근육과 두경부 병변들의 자화전이율 및 수정자화전이율, 그리고 악성종양과 양성병변의 자화전이율 및 수정자화전이율간의 차이는 통계적으로 유의하였다($p<0.01$). 두경부 자기공명영상에서 양성병변으로부터 악성종양을 감별함에 있어 자화전이율이 0.300이상일 경우에 악성종양이라고 했을 때의 검사의 민감도는 91%, 특이도는 93% 그리고 정확도는 92%이었다. 한편, 수정자화전이율이 0.280이상일 경우에 악성종양이라고 했을 때의 검사의 민감도는 95%, 특이도는 93% 그리고 정확도는 94%이었다.

결론 : 자화전이 영상을 이용한 자화전이율은 두경부에서 정상 근육과 병변, 그리고 악성종양과 양성병변의 감별에 도움을 줄 수 있는 보조적 자기공명 영상기법으로 생각된다.

자화전이 현상(magnetization transfer)은 특정 공명주파수에 의해 미리 포화된 거대분자에 결합된 수소핵들로 부터 주위의 자유 물분자내 수소핵들 사이로 포화된 자화가 이동되는 현상으로 이는 수소핵들간의 쌍극작용과 화학적 교환(dipolar interaction and chemical exchange)을 통해 이루어지며, 결과적으로 주위의 물분자의 신호강도가 낮아지게 된다(1,2). 임상적으로는 이러한 자화전이 현상을 이용한 영상기법은 자기공명혈관조영술(3-5)과 가도리니움 조영증강 영상(6-9) 등과 같이 대조도 증대(contrast augmentation)의 목적으로 많이 응용되고 있다. 또한, 자화전이 현상을 이용한 조직 특성화(tissue characterization)에 대한 연구가 다발성 경화증(10)과 뇌수막종(11)등에서 보고 되고 있다. Yousem 등(12)은 자화전이 영상이 조직 특성화에 기여할 수 있다는 Lundbom(11)의 보고를 바탕으로 두경부에서의 악성종양과 양성종양의 감별에 자화전이율(magnetization transfer ratio)이 유용하다고 보고하였다. 자화전이 영상에서의 신호강도는 거대분자 함유량에 따라 좌우되므로, 각 조직들간의 거대분자 함유량이 다양한 두경부에서는 대조도가 좋은 자화전이 영상을 얻을 수 있다(13). 즉, 거대분자 함유량이 많은 근육에서는 자화전이를 많이 일으키고, 거대분자 함유량이 거의 없는 지방과 뇌척수액에서는 자화전이가 신호강도에 거의 영향을 미치지 않으므로 조직들간의 대조도가 향상될 수 있다. 이 연구의 목적은 두경부 양성종양 및 염증반응을 포함한 양성병변으로부터 악성종양을 감

[1]고려대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]고려대학교 의과대학 이비인후두경부외과학교실
이 논문은 1998년 8월 7일 접수하여 1998년 12월 9일에 채택되었음.

별함에 있어 자화전이 영상의 유용성을 알아보기 위함이었다.

대상 및 방법

먼저, 건강한 20대 자원자 20명으로부터 사전 동의를 받은 후 정상 두경부 근육 즉, 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid), 날개근(pterygoid), 교근(masseter) 과 지방, 그리고 뇌척수액의 MT 영상을 얻었고 이를 기존의 보고(13)와 비교하였다.

1997년 6월부터 1998년 2월까지 수술 및 병리학적으로 확인된 두경부 병변중 수술전 MT 영상을 포함한 자기공명 영상을 시행한 36예를 대상으로 하였다. 악성종양은 22예로 남자가 17명, 여자가 5명이었고, 평균나이는 52(18-79)세 였으며 , 편평세포암이 13예, 비편평세포암이 9예(미분화 암 3예, 림프종 2예, 흑색종, 점액표피양암, 선양낭성암 그리고 유두상암이 각 1예)이었다. 양성병변은 14예로 남자가 10명, 여자가 4명이었고, 평균나이는 44(15-67)세 였으며, 양성종양이 6예로 다형성 선종 3예, 혈관종 2예, 그리고 혈관섬유종이 1예였고, 감염과 염증반응이 8예로 염증성 가종양, 림프양증식증, 표피증식증(acanthosis), 낭입낭(inclusion cyst), 만성 염증, 심재성 경부 감염, 괴사성 봉소염(necrotizing cellulitis), 비뇌성 모균병(rhinocerebral mucormycosis)이었다.

자기공명영상은 모두 1.5 T 자기공명영상장치(Magnetom Vision, Siemens, Erlangen, Germany)로 경부 코일(cp array neck coil, Siemens, Erlangen, Germany)을 사용하여 얻었다. 앙와위 자세로 호흡에 의한 허상을 줄이기 위해 얕은 숨을 쉬는 상태에서 검사가 진행되었으며, 스핀에코 T1 강조영상, 터보 스핀에코 T2 강조영상, 고속저각영상획득(2-dimensional fast low angle shot, FLASH 2D) 자화전이영상, 조영증강 스핀에코 T1 강조영상을 횡단면 또는 필요에 따라 관상면 영상을 전향적으로 얻었다. 각 영상의 제원(parameter)은 FOV(field of view)가 20 ㎝, 5 ㎜ 절편 두께와 2.5-㎜ gap, matrix 크기는 179 x 256으로 하였고, 그리고, acquisition은 2회이었다. 자화전이영상은 먼저 T2 강조영상에서 병변을 확인한 후, 자화전이 전(pre-MT) 영상을 FLASH 2D(TR/TE/flip angle = 500 msec/12 msec/20 °)를 사용하여 얻었고, 같은 조건에서 물의 공명주파수와 2 KHz 차이가 나는, 250 Hz의 band width와 7 msec duration의 off-resonance 펄스를 사용하여 자화전이 후(MT) 영상을 3분 동안 얻었으며, 자화전이영상에서 조영제는 사용하지 않았다.

자화전이 영상의 정량적 분석을 위해 병변 신호강도의 측정은 자화전이 전, 후의 단면 위치를 같게 한 후 같은 병변 내에서 관심부위 동심원의 위치, 모양, 크기를 동일하게 한 후 자화전이 전과 후의 영상에서의 신호강도를 각각 2회 이상 측정하여 평균값을 택하였다. 동심원은 지름 5mm에서 10mm정도의 크기로 병변에 알맞게 정하였다. 병변내에 관심부위를 택할 때는 비교적 동일한 신호강도를 갖는 고형성분의 부위를 많이 포함하도록 동심원을 그렸는데 이는 자화전이가 주로 고형성분에 많은 거대분자에 의해 유발되기 때문이다.

병변의 자화전이 효과를 알아보기 위해 자화전이 전과 후의 영상에서 얻은 병변내의 신호강도를 가지고 자화전이율을 다음 공식에 의해 계산하였다.

MTR = 1-(Ms/Mo)

MTR:자화전이율(magnetization transfer ratio)

Ms:자화전이를 준 후의 영상에서의 병변의 신호강도

Mo:자화전이를 주지 않은 영상에서의 병변의 신호강도

또한 저자들은 영상획득 과정에서 발생할 수 있는 자장의 불균질화를 보정하기 위해 해당 병변이 있는 단면의 자화전이 전과 후의 영상에서 배경화면잡음의 신호강도 평균에 대한 표준편차를 각각 2회 이상 측정하여 평균값을 구한 후 수정자화전이율을 다음 공식에 의해 계산하였다.

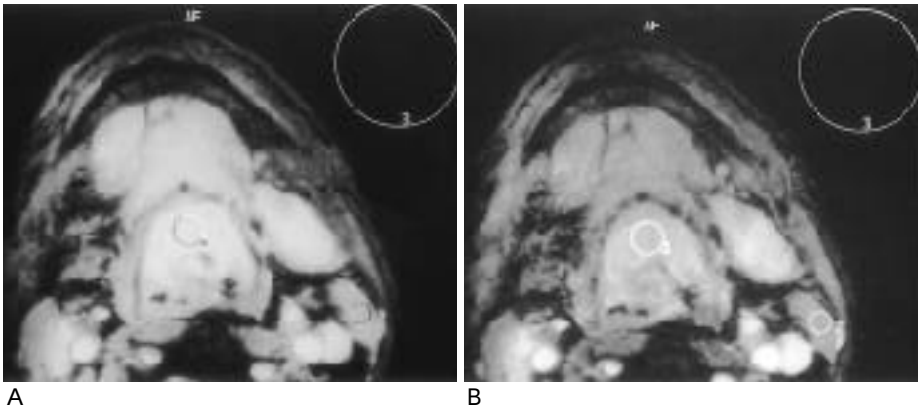
cMTR = 1-{(Ms/SDns)/(Mo/SDno)}

cMTR:수정자화전이율(corrected magnetization transfer ratio)

Ms자화전이를 준 후의 영상에서의 병변의 신호강도

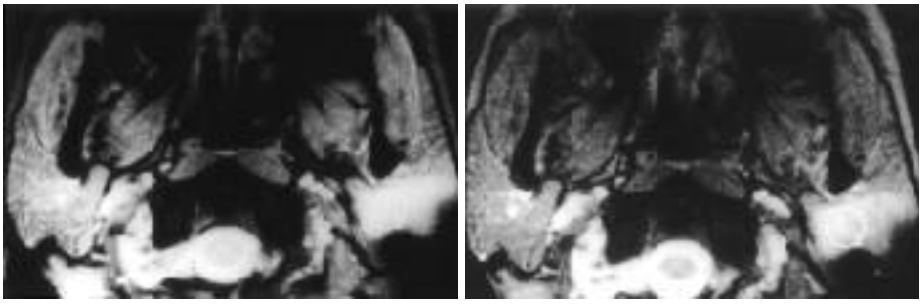
SDns:자화전이를 준 후의 영상에서의 배경 신호잡음에 대한 표준편차

Mo:자화전이를 주지 않은 영상에서의 병변의 신호강도



A B

Fig. 1. Supraglottic squamous cell carcinoma
(A) Pre-MT image(500/12, 20 °flip angle) and(B) post-MT image with 2 kHz off-set pulse. The signal intensties of the mass(white circle labeled 1) are 670.3 and 417.3 on pre- and post-MT image, respectively. MTR is 0.377. The higer the MTR value, the greater the degree of suppression of the signal intensity after MT pulse, and the more macromolecular cell wall protein in the lesion. The corrected MTR(cMTR) is 0.417, that is calculated using standard deviation of the back ground noise(white circle labeled 3). The signal intensities of the normal sternocleidomastoid muscle(white circle labeled 2) are 471.7 and 254.2 on pre- and post-MT image, respectively. MTR is 0.461.



A B

Fig. 2. Parotid pleomorphic adenoma (A) pre-MT and (B) post-MT image. The degree of signal intensity suppression of this benign mass in left parotid gland is less than that of the malignant mass in Fig. 1. MTR is 0.248, and cMTR is 0.208.

Table 1. MTRs(magnetization transfer ratios) and cMTRs(corrected MTRs) of Malignant Tumors in the Head and Neck

Case	Age/sex	Histology	MTR	cMTR
1	60/male	supraglottic SCC*	0.336	0.325
2	60/male	supraglottic SCC	0.330	0.325
3	57/male	supraglottic SCC	0.377	0.417
4	66/male	supraglottic SCC	0.335	0.315
5	50/male	laryngeal SCC	0.342	0.342
6	79/male	laryngeal SCC	0.293	0.286
7	66/male	laryngeal SCC	0.352	0.343
8	61/male	laryngeal SCC	0.366	0.339
9	47/female	tonsil SCC	0.331	0.325
10	61/male	tonsil SCC	0.321	0.246
11	72/male	tonsil SCC	0.346	0.360
12	48/male	tongue SCC	0.367	0.357
13	63/male	retropharyngeal SCC	0.306	0.306
14	18/male	undifferentiated carcinoma	0.385	0.367
15	24/female	undifferentiated carcinoma	0.340	0.318
16	24/male	undifferentiated carcinoma	0.443	0.391
17	24/female	tonsil lymphoma	0.341	0.330
18	56/female	mandible lymphoma	0.371	0.326
19	65/male	mucoepidermoid carcinoma	0.312	0.284
20	42/male	adenoid cystic carcinoma	0.292	0.280
21	34/male	malignant melanoma	0.341	0.330
22	59/female	recurrent papillay Carcinoma	0.310	0.305
mean±standard deviation			0.343±0.024	0.328±0.026

*SCC = squamous cell carcinoma

SDno: 자화전이를 주지 않은 영상에서의 배경 신호잡음에 대한 표준편차

병변과의 비교를 위해 병변이 없는 부위에서 흉쇄유돌근(ster- nocleidomastoid), 교근(masseter) 중 한 개 이상, 지방, 그리고 뇌척수액의 자화전이율과 수정자화전이율을 얻었다.

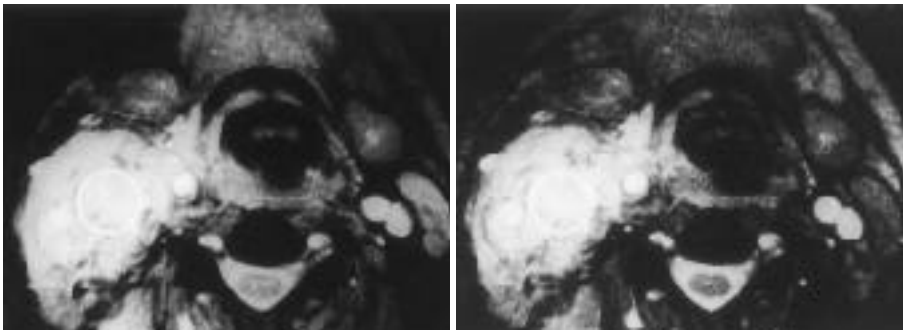
악성종양과 양성병변간의 자화전이율이 차이가 있는 지, 악성종양과 정상 두경부 근육간의 자화전이율이 차이가 있는지, 그리고, 양성병변과 두경부 지방과 뇌척수액간의 자화전이율이 차이가 있는 지를 알아보았고, 정상 분포를 따를 경우에는 student t test를 사용하였고, 정상 분포를 따르지 않을 경우에는 Wilcoxon rank sum & Median test를 SAS system을 사용하여 통계적으로 검정하였다. 또한 각각의 경우에 수정자화전이율의 차이는 통계적으로 유의한 지를 같은 방법으로 검정하였다. 한편, 특정 자화전이율값이 양성종양과 양성병변의 기준값이 될 수 있는지의 여부를 분석하였다.

결 과

정상 자원자 20명에서 측정한 정상 두경부 근육, 지방 조직, 그리고 뇌척수액의 자화전이율은 각각 0.453 ± 0.058(0.398-0.576), 0.051±0.022(0.015-0.095), 그리고 0.036±0.018 (0.013-0.059)이었다.

두경부 악성종양(Fig. 1)과 양성병변(Fig. 2)에서 측정한 자화전이율과 수정자화전이율을 Table 1과 2에 요약하였다.

두경부 병변들간의 자화전이율 및 수정자화전이율의 차이와 병변과 정상 구조물간의 자화전이율 및 수정자화전이율의 차이를 Table 3에 요약하였다.



A B

Fig. 3. Huge inflammatory mass in the right posterior triangle
(A) pre-MT and (B) post-MT imaging. The preoperative diagnosis was metastatic lymphadenopathy, and thus radical neck dissection was done. The MTR and cMTR are 0.269 and 0.233, respectively, which favors the diagnosis of a benign condition. The final pathologic diagnosis was chronic inflammation with abscess formation.

Table 2. MTRs(magnetization transfer ratios) and cMTRs(corrected MTRs) of Benign Lesions in the Head and Neck

Case	Age/sex	Histology	MTR	cMTR
1	30/female	pleomorphic adenoma	0.248	0.208
2	48/male	pleomorphic adenoma	0.226	0.162
3	24/female	pleomorphic adenoma	0.234	0.203
4	19/female	hemangioma	0.155	0.125
5	18/male	hemangioma	0.123	0.113
6	15/male	angiofibroma	0.236	0.214
7	60/male	inclusion cyst	0.239	0.207
8	65/male	hypopharyngeal acanthosis	0.265	0.234
9	53/female	inflammatory pseudotumor	0.347	0.296
10	37/male	lymphoid hyperplasia	0.296	0.262
11	60/male	chronic inflammation	0.184	0.133
12	63/male	deep neck infection	0.269	0.233
13	67/male	necrotizing cellulitis	0.262	0.214
14	51/male	rhinocerebral mucormycosis	0.108	0.100
mean±standard deviation			0.228±0.049	0.193±0.047

두경부 악성종양의 자화전이율은 0.343±0.024, 양성병변의 자화전이율은 0.228±0.049로써 악성종양에서 통계적으로 유의하게 자화전이율이 높았다($p<0.01$ by Wilcoxon rank sum & Median test). 또한 수정자화전이율의 경우도악성종양에서 통계적으로 유의하게 높았다(0.328±0.026 vs 0.193 ±0.047, $p<0.01$ Wilcoxon rank sum & Median test). 악성종양과 두경부 근육간의 자화전이율의 차이는 정상 두경부 근육에서 통계적으로 유의하게 높았고(0.343±0.024 vs 0.429±0.020, $p<0.01$ by student t-test), 수정자화전이율의 차이도 통계적으로 유의하였다(0.328±0.026 vs 0.412± 0.019 $p<0.01$ by student t test). 양성병변과 두경부 지방 및 뇌척수액간의 자화전이율의 차이도 양성병변에서 통계적으로 유의하게 높았고(0.228±0.049 vs 0.048±0.028 & 0.239±0.050 vs 0.032±0.023, $p<0.01$ by Wilcoxon rank sum & Median test), 수정자화전이율의 차이도 통계적으로 유의하였다(0.193±0.047 vs 0.041±0.030 & 0.202±0.044 vs 0.030±0.029). 두경부 자기공명영상에서 양성병변과 악성종양을 감별함에 있어 자화전이율이 0.30 이상일 경우에 악성종양이라고 했을 때의 검사의 민감도는 91%, 특이도는 93% 그리고 정확도는 92%이었다. 한편, 두경부 자기공명영상에서 양성병변과 악성종양을 감별함에 있어 수정자화전이율이 0.28이상일 경우에 악성종양이라고 했을 때의 검사의 민감도는 95%, 특이도는 93% 그리고 정확도는 94%이었다.

고 찰

두경부질환 진단에서 자기공명영상은 다평면 영상과 다양한 기법의 영상들을 이용하여 조직간의 대조도를 높히는 등의 많은 장점이 있어서 종전의 CT(computed tomography)검사를 대치하고 있다. 그러나, 아직 종양과 주위부종과의 감별, 양성과 악성종양의 감별, 또는 염증성 병변과 악성종양의 감별에 고식적 MR로써 감별하기가 용이하지 않을 경우가 있어서 많은 보조적 기법이 시도되고 있는데 그중 하나가 조직내의 거대분자 함유량의 차이 때문에 발생되는 자화전이를 이용한 자화전이 영상이다.

자화전이 현상은 특정 공명주파수에 의해 미리 포화된 거대분자에 결합된 수소핵들로 부터 주위의 자유 물분자내 수소핵들 사이로 포화가 이동되는 현상으로 이는 수소핵들간의 상호작용(dipolar interaction and chemical exchange)을 통해 이루어지며 결과적으로 주위의 물분자의 신호강도가 낮아지게 된다(1, 2). 이 기법은 1983년 Muller 등(14)에 의해 처음 소개되었고, 그 후에 Wolff와 Balaban(15)은 토끼의 콩팥을 이용한

Table 3. Average Vaules of MTRs(magnetization transfer ratios) and cMTRs(corrected MTRs) in the Head and Neck

Target tissue	No. of cases	MTR (mean±SD)	cMTR (mean±SD)
Malignant tumor	22	0.343±0.024[+§]	0.32±0.026[+§]
Benign lesion	14	0.228±0.049[+]	0.193±0.047[+i]
Muscle*	54	0.429±0.020[§]	0.412±0.019[§]
Fat	27	0.048±0.028[i]	0.041±0.030[i]
CSF	27	0.032±0.023[i]	0.030±0.029[i]

*: sternocleidomastoid muscle, masseter muscle.
[+]: $p < 0.01$ by the Wilcoxon rank sum & Median test.
[§]: $p < 0.01$ by the student t test.
[i]: $p < 0.01$ by the Wilcoxon rank sum & Median test.

연구에서 뛰어난 조직 대조도를 얻어 이를 ' 자화전이 대조(magnetization transfer contrast) 라고 명명하였다.

임상적으로는 이러한 자화전이 현상을 이용한 영상기법은 주로 대조도 향상과 조직 특성화에 이용되고 있다. 자기공명혈관조영술에서 혈액이 흐르는 혈관과 주위 뇌조직 사이의 대조도를 향상시켜 가는 직경의 혈관의 영상화에 이용되고 있으며(3-5), 가도리니움조영증강 자기공명영상에서도 주위 뇌조직의 신호강도를 감쇄시켜 병변의 조영증강의 증대(conntrast augmentation)효과를 이루고 있다(6-9). 한편, 최근에는 자화전이 현상을 조직 특성화(tissue characterization)에 이용하는 연구가 활발하며, 예로 다발성 경화증에서 이미 탈수초화된 부위와 활동성 병변에 의한 부종과의 감별(10)과 뇌수막종(11)에서 교원질 함량에 따른 자화전이 대조의 차이 등을 보고하고 있는데 본 연구도 자화전이 현상을 이용한 조직 특성화를 이용하여 두경부 악성종양과 양성병변을 감별하고자 하였다.

이미 기술한 것처럼 거대분자 함유량이 자화전이 영상에서의 신호강도를 좌우하며, 각 조직들간의 거대분자 함유량이 다양한 두경부에서는 대조도가 좋은 자화전이 영상을 얻을 수 있다(13). Yousem 등(13)은 자화전이 영상이 조직 특성화에 기여할 수 있다는 Lundbom 등(11)의 보고를 바탕으로 두경부 구조물의 자화전이율을 발표하였고, 두경부에서의 악성종양과 양성종양의 감별에 자화전이율이 유용하다고 보고하였다(12). 본 연구에서 정상 두경부 구조물중 거대분자 함유량이 많은 근육에서의 자화전이율이 가장 높았고, 거대분자가 거의 없는 지방 및 뇌척수액에서 자화전이율이 가장 낮았는 데 이는 Yousem 등(13)이 보고한 결과와 유사하였다.

두경부의 병변의 영상진단에 있어 양성종양과 악성종양의 감별도 중요하지만 공격적이고 침윤성이 있는 염증성 병변과 악성종양의 감별 역시 중요한 데, 양성 병변 증례 12번의 경우 임상적 그리고 기존의 자기공명영상에서는 악성 종양을 의심하였으나, 자화전이율과 수정자화전이율이 각각 0.269, 0.233 로써 양성병변에 합당한 소견이었고 수술로써 만성염증반응 및 농양형성이 확인되었다(Fig. 3). 비록 종양을 제외한 양성병변의 증례수가 적지만 향후 두경부 병변중 악성과 유사한 염증성 병변의 감별에 자화전이율이 유용할 것으로 기대된다.

본 연구에서 악성종양의 MTR은 0.347±0.024로써 Yousem 등(12)이 보고한 편평상피암에서 0.392±0.097, 비편평상피암에서 0.370±0.104보다 전반적으로 낮게 측정되었는데, 정확한 이유는 알 수 없지만 아마도 주자장의 세기와 관련이 있는 듯하다. 그러나 양성병변으로부터 악성종양을 감별함에 있어서는 제한점으로 작용하지는 않았다.

병변에 따라 서로 다른 자화전이율을 보이는 이유는 종양의 경우 세포의 증식이 많기 때문에 거대분자의 수가 많아 자화전이가 많이 발생하고 따라서 자화전이율이 높을 것이고, 염증 반응의 경우 자유 물분자가 많아서 자화전이율이 낮기 때문이다(13). 종양중에서도 악성과 양성종양에서의 자화전이 대조가 다르다고 알려져 있고 이는 성상세포종에 관한 Lundbom 등(11)의 연구에서 보고된 바 있다. 즉, 고분자량의 핵물질을 많이 가지고 있는 고등급 성상세포종의 경우가 상대적으로 세포질이 많은 저등급의 성상세포종보다 자화전이 대조가 높을 것이라고 보고하였다. 이를 두경부 병변의 경우에 적용하면 상대적으로 거대분자가 많은 핵질을 풍부히 가진 악성종양의 경우의 자화전이율이 양성종양의 그것보다 높을 것이다. 그러나, 본 연구에서는 자기공명영상에서의 병변과 병리표본과의 비교는 하지 않았다.

본 연구에서 사용된 자기공명영상의 제원은 Yousem 등(12,13)의 보고를 참조하였으며, FLASH 2D기법을 사용한 이유는 자화전이 대조효과가 긴 TR 혹은 낮은 flip-angle 경사자장 신호기법에서 가장 잘 얻어진다는 Wolff 등(1)의 보고에 따른 것이다. 한편, 본 연구에서는 주자장의 비균질성에 의해 나타나는 배경화면의 잡음으로 인한 신호강도의 영향을 보완하기 위하여 자화전이 펄스를 주기 전, 후의 배경화면 잡음의 표준편차를 구하고, 이들 값으로 자화전이 전, 후영상에서의 병변의 신호강도를 나누어 준 값을 이용하여 수정 자화전이율을 구하였다(16, 17). 양성 증례 9번의 경우 자화전이율은 0.347로써 악성종양에 합당한 수치였으나, 수정 자화전이율은 0.296으로 계산되어 배경잡음의 영향이 자화전이율에 어느 정도 기여하였음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서 수정 자화전이율의 경우 0.28이상을 악성종양으로 간주하였기 때문에 결과에는 영향을 미치지 못했다.

두경부 병변에 있어 이러한 수정 자화전이율에 대한 연구는 아직 보고된 바가 없어 앞으로 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

본 연구에서의 제한점은 주자장의 비균질성, 측정시 관찰자간의 혹은 관찰자내에서의 오차, 그리고, 적은 대상수를 들 수 있고, 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로, 자화전이 영상을 이용한 자화전이율 및 수정자화전이율은 두경부에서 악성종양과 양성병변의 감별에 도움을 줄 수 있는 보조적 자기공명 영상기법으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Wolff SD, Balaban RS. Magnetization transfer imaging: practical aspects and clinical applications. *Radiology* 1994;192:593-599
2. 조정연, 장기현, 이재영, 이한경, 유인규, 한문규. Gadolinium 조영증강뇌자기공명영상에서자화전이의효과 . *대한방사선의학회지*

1996;35:19-25
3. Edelman RR, Ahn SS, Chien D, et al. Improved time-of-flight MR angiography of the brain with magnetization transfer contrast. *Radiology* 1992;184:395-399
4. Pike GB, Hu BS, Glover GH, Enzmann DR. Magnetization transfer time-of-flight magnetic resonance angiography. *Magn Reson Med* 1992;25:372-379
5. Lin W, Tkach JA, Haacke EM, Masaryk TJ. Intracranial MR angiography: application of magnetization transfer contrast and fat saturation to short gradient-echo. *Radiology* 1993;186:753-761
6. Pierce WB, Harms SE, Flamig DP, Griffey RH, Evans WP, Hagans JE. Three-dimensional gadolinium-enhanced MR imaging of the breast: pulse sequence with fat suppression and magnetization transfer contrast-work in progress. *Radiology* 1991;181:757-763
7. Finelli DA, Hurst GC, Gullapali RP, Bellon EM. Improved contrast of enhancing brain lesions on postgadolinium, T1-weighted spin-echo images with use of magnetization transfer. *Radiology* 1994;190: 553-559
8. Mathews VP, King JC, Elster AD, Hamilton CA. Cerebral infarction: effects of dose and magnetization transfer saturation at gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology* 1994;192:401-406
9. Kurki TJ, Niemi PT, Lundbom N. Gadolinium-enhanced magnetization transfer contrast imaging of intracranial tumors. *J Magn Reson Imaging* 1992;2:401-406
10. Grossman RI, Gomori JM, Ramer KN, Lexa FJ, Schnall MD. Magnetization transfer: theory and clinical applications in neuroradiology. *RadioGraphics* 1994;14:279-290
11. Lundbom N. Determination of magnetization transfer contrast in tissue: an MR imaging study of brain tumors. *AJR* 1992;159:1279-1285
12. Yousem DM, Montone KT, Sheppard LM, Rao VM, Weinstein GS, Hayden RE. Head and neck neoplasms: magnetization transfer analysis. *Radiology* 1994;192:703-707
13. Yousem DM, Schnall MD, Dougherty L, Weinstein GS, Hayden RE. Magnetization transfer imaging of the head and neck: normative data. *AJNR* 1994;15:1117-1121
14. Muller RN, Marsh MJ, Bernardo MI, Lauterbur PC. True 3-D imaging of limbs by NMR zeugmatograpy with off-resonance irradiation. *Eur J Radiol* 1983;3:286-290
15. Wolff SD, Balaban RS. Magnetization transfer contrast(MTC) and tissue water proton relaxation in vivo. *Magn Reson Med* 1989; 10:135-144
16. Yamashita Y, Fan ZM, Yamamoto H, et al. Spin-echo and dynamic gadolinium-enhanced FLASH MR imaging of hepatocellular carcinoma : correlation with histopatho logic findings. *J Magn Reson Imaging* 1994;4:83-90
17. Stark DD, Wittenberg J, Edelman RR, et al. Detection of hepatic metastases : analysis of pulse sequence performance in MR imaging. *Radiology* 1986;159:365-370

대한방사선의학회지 1999;40:451-457

J Korean Radiol Soc 1999;40:451-457

Malignant Versus Benign Lesions in the Head and Neck : The Usefulness of Magnetization Transfer Imaging[1]

Sang Il Suh, M.D., Nam Joon Lee, M.D., Myung Gyu Kim, M.D.
Jae Woong Choi, Sung Bum Cho, M.D., Jung Hyuk Kim, M.D., Jong Ouck Choi, M.D.[2]

[1]Deparment of Diagnostic Radiology, Anam Hospital, Korea University College of Medicine
[2]Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Anam Hospital, Korea University College of Medicine

Purpose : To determine whether magnetization transfer ratio(MTR) helps differentiate malignant from benign lesions of the head and neck.

Materials and Methods : In 36 patients with pathologically proven head and neck lesions (malignant tumor, n=22; benign tumor and inflammation, n=14), we prospectively obtained axial SE T1, TSE T2, and pre-and post-MT images(2D FLASH; TR/TE/=500/12, flip angle=20 °) using a 1.5T superconducting unit. The MT pulse used for MT images was 7 msec gaussian, with 2 kHz off-resonance. The signal intensities of ROI of lesions, muscle, fat, and CSF were measured during pre- and post-MT imaging. MTRs and corrected MTRs(cMTRs) were calculated and compared between benign and malignant lesions. Statistical differences were evaluated by Wilcoxon rank sum and student t test.

Results : Statistically significant differences were found between MTRs and cMTRs of malignant and benign lesions($p < 0.01$) and muscle ($p < 0.01$). The differences in MTRs and cMTRs of benign and fat($p < 0.01$) or CSF($p < 0.01$) were also statistically significant.

In the case of malignant tumors, mean MTR and cMTR were greater than those of benign lesions(0.343 ± 0.024 and 0.328 ± 0.026, vs 0.228 ± 0.049 and 0.193 ± 0.047, $p < 0.01$). Using a criterion of 0.3 for malignancy, the diagnostic sensitivity, specificity, and accuracy of MTR for malignancy are 91, 93, and 92%, respectively. Using a criterion of 0.28, the corresponding figures for cMTR 95, 93, and 94%, respectively.

Conclusion : MTR analysis of MT imaging could help to differentiate malignant and benign lesions of the head and neck.

Index words : Head and neck neoplasms, MR,
Head and neck neoplasms, diagnosis
Magnetic resonance (MR), magnetization transfer contrast

Address reprint requests to : Sang Il Suh, M.D., Department of the Diagnostic Radiology, Anam Hospital, Korea University college of Medicine
126-1, 5-Ka, Anam-dong, Sungbuk-ku, Seoul 136-075, Korea
Tel. 82-02-920-5579 Fax. 82-02-929-3796