대한방사선의학회지 1999;41:777-783

외상성 상완신경총 손상의 자기공명영상[1]

김 형 수·성 득 제[2]·김 상 수[3]

목적 : 외상성 상완신경총 손상에서 MR의 유용성을 알아보고자 하였다.
대상 및 방법 : 외상성 상완신경총 손상으로 수술전 MR을 시행하고 수술을 받은 25명을 대상으로 하였다. MR은 먼저 신경근 발인손상 유무와 위수막류 유무를 분석하였고, 신경절후 상완신경총의 병변유무와 병변형태를 후향적으로 분석하였다. MR분석 결과는 수술후 최종 진단과 비교하였다.
결과 : 총 125개의 신경근 중 104개(83%)부위에서 신경근 발인유무를 확인할 수 있었다. 수술 후 진단된 52개의 신경근 발인손상 중 28개(54%)에서 MR로 신경근 발인손상을 진단했는데, MR상 신경근 발인손상 또는 위수막류가 있던 경우를 합하여 37개(71%) 손상을 진단하였다. 신경절전 척수신경 발인손상 진단에서 MR은 민감도 80%, 특이도 91%였다. 신경절후 손상에서는 수술로 확인된 12예중 신경절후 상완 신경총의 부분손상이 있던 1예와 상완신경총의 미만성 손상으로 판독했으나 수술상 정상이었던 1예를 제외하고 10개(83%)에서 병변부위와 형태를 알 수 있었다.
결론 : 외상성 상완신경총 손상에서 MR은 신경절전·후 병변 진단에 유용하다.

상완신경총 손상은 대부분 상완신경총의 급작스런 견인으로 발생한다. 최근 교통사고, 특히 오토바이 사고가 증가하면서 상완신경총 손상도 크게 증가하고 있다. 이에 대한 치료로 1970년대 이전까지만해도 수술보다는 보존적인 치료로 자연회복을 기다리거나 절단술을 시행하였으나 최근 미세수술의 발달로 상완신경총 마비환자에게도 괄목할만한 효과를 얻고 있다(1-3).

적절한 수술방법을 정하거나 예후예측때 신경절전(preganglionic)손상과 신경절후(postganglionic)손상을 구분하는 것이 가장 중요하다. 즉 신경근 발인손상(신경절전 손상)이 있는지, 또는 상완신경총 손상(신경절후 손상)이 있는지를 구분해야 한다. 신경절전 손상 때는 신경재생의 가능성이 거의 없으므로 수술적치료는 부신경(spinal accessory nerve), 늑간신경(intercostal nerve), 건측 상완신경총의 일부를 사용해서 손상된 상완신경총의 말초부분에 신경이전(neurotization) 등을 시행하며, 신경절후 손상 때는 부분적으로 신경이 이어져있으면 신경박리(neurolysis), 끊어져있으면 신경이식(nerve graft) 등을 시행한다(1-3).

여러가지의 다른 수술방법이 있으므로 적절한 수술방법과 예후예측을 위해서는 C5에서 T1까지 신경근 전부의 손상유무와 신경절후 병변의 정확한 부위와 형태파악이 필수적이다. 외상성 상완신경총 손상에 대한 자기공명영상(이하MR)의 진단적 가치에 대해서는 논란이 많다(4-11). 지금까지의 논문들은 신경절전 발인손상(root avulsion)의 MR 진단때 주로 위수막류(pseudomeningocele)나 경부 배근의 신호강도 변화 등의 이차소견들만 분석하거나(4,5,7,8,10,11), 손상빈도가 비교적 높은 C5, 6에만 MR로 신경근 발인손상을 분석하였고(9), 신경절후 병변에 대해서는 보고가 드물다(6). 저자들은 MR영상의 위수막류 유무뿐 아니라 신경근 자체의 발인손상 유무와 신경절후 병변과 수술소견을 비교하여 MR영상의 유용성을 알아보고자하였다.

대상 및 방법

1998년 8월부터 1999년 3월까지 외상성 상완신경총 손상으로 수술전 MR을 시행하고 수술적 탐색을 시행한 24명의 남자와 1명의 여자를 대상으로 하였다. 연령분포는 16세부터 58세까지였고 평균 29세였다. 교통사고가 19예, 추락사고가 4예, 산업재해가 2예였다. 외상후 MR을 시행한 사이의 기간은 3주부터 293주였고 평균 52주였다.

MR은 1.0T Horizon LX(GE Medical System, Milwaukee, WI, U.S.A)를 사용하였다. 먼저 척추 surface coil을 사용하여 횡단

[1]원광대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]고려대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[3]원광대학교 의과대학 정형외과학교실
이 논문은 1998년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 연구됨.
이 논문은 1999년 5월 11일 접수하여 1999년 7월 12일에 채택되었음.

T1강조영상(TR/TE = 500-700 /20-25msec), T2(3300-4300/90-120), T2*강조영상(600-800/20, flip angle 20°)를 얻었는데 시야는 12-16cm, 행렬수(matrix number)는256×192, 절편두께는 4mm, 절편간격2 mm로 C3척추체부터 T1/2신경공(neural foramen)까지 연속해서 얻었다. Rectangular surface coil을 흉부의 전상방에 놓고 신경공부터 쇄골의 외측까지 시상 및 관상 T1, T2, T2지방억제 영상을 얻었는데 건측과의 비교를 하기위해 좌우측을 모두 얻었다. 시야는 20-22cm, 행렬수는 256×224, 절편두께 5mm, 절편간격 0.5 mm였다.

MR분석은 최종 진단명을 모르고 병변의 좌우측만 아는 두 명의 방사선과의사의 합의에 의해 후향적으로 하였다. 먼저 건측과 환측 모두 이어지는 MR영상상 척수에서 신경공까지 신경근을 확인하면 정상으로 판독했다. 그리고 건측 신경근이 확인이 되는데 환측 신경근이 척수에서 떨어지거나 보이지않는 경우에 신경근 발인손상으로 판독했다. 그러나 건측 신경근도 확인이 되지않으면 부적절(Inadequate)로 분류하였다. 위

Table 2. Surgical and MR Correlation of Preganglionic Injury.

Surgical Findings	MR findings		
	Avulsion or pseudomeningocele	Inadequate	Normal
Avulsion	37	6	9
Normal	5	12	56

Table 1. Study Data for 25 Patients with Traumatic Brachial Plexus Injury

Case no./ Age/sex	Interval between MRI and Injury(wk)	MRI finding						Injury levels based on Surgery
		Preganglionic					Postganglionic	
		C5	C6	C7	C8	T1		
1/16/M	14	I	I	P	P	I	(-)	Avulsion, C7-T1
2/17/M	282			A+P	A+P	A+P	(-)	Avulsion, C7-T1
3/21/M	21		A	A+P		P	(-)	Avulsion, C7&8
4/44/M	31		A	A	A	I	(-)	Avulsion, C6-8
5/36/M	36	I	A	A+P	A+P	A+P	(-)	Avulsion, C6-T1
6/22/M	12	I			A+P	A+P	(-)	Avulsion, C6-T1
7/18/M	293	I	P	P	I	I	(-)	Avulsion, C5&6
8/24/M	20	A	A	A+P	A+P		(-)	Avulsion, C5-T1
9/22/M	21		A+P	P	I	I	(-)	Avulsion, C5&6
10/28/M	158			A+P	A+P	I	(-)	Avulsion, C7-T1
11/29/M	41		P	P	P	P	(-)	Avulsion, C5-7
12/21/M	69	A	I	A+P	A+P	P	(-)	Avulsion, C5-T1
13/25/M	6	A+P	A+P	A+P	P		(-)	Avulsion, C5-8
14/45/M	38			A+P	A+P	P	Fibrosis of root, trunk	Avulsion, C5-T1 with root and trunk(fibrosis)
15/25/M	3				P		Diffuse BP Injury	Avulsion at C6-T1 with MCN, median N. injury
16/36/M	58		(-)				(-)	Ulnar, radial, median N.
17/24/M	27	I	(-)	I	I		(-)	MCN
18/23/M	19		(-)				Infraclavicular BP hematoma	Infraclavicular BP
19/41/M	26	(-)					(-)	MCN, radial nerve
20/17/M	37	(-)					(-)	MCN
21/16/M	31	(-)					Trunk neuroma	Upper trunk(neuroma)
22/32/F	23	I	I	I	I	I	(-)	Partial tear, infraclavicular BP
23/58/M	13	(-)					(-)	High radial nerve
24/42/M	27	(-)					(-)	Suprascapular nerve
25/47/M	6	(-)					(-)	MCN, median nerve

Note: A = Nerve root avulsion, P = Pseudomeningocele, I = Inadequate
N = Nerve, BP = Brachial plexus, MCN = Musculocutaneous nerve

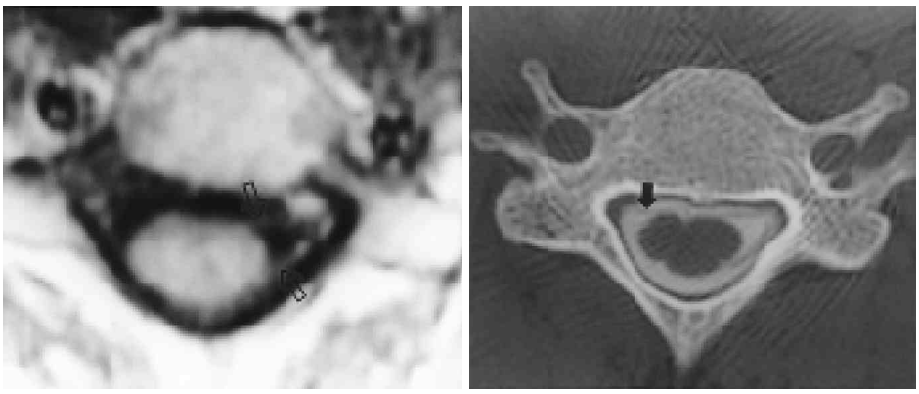

Fig. 1. Avulsion of right C6 nerve root without pseudomening ocele in 24-year-old man.
A. Axial T1-weighted image at level of C5 vertebral body shows absence of right C6 nerve roots. Note normal left C6 roots(open arrows).
B. CT myelogram at the same level of A. Note normal left roots and right scar tissue(arrow).

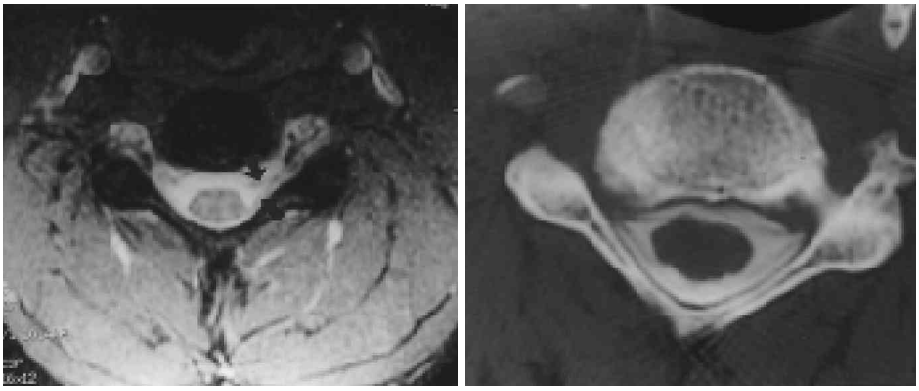

Fig. 2. Normal right C6 roots interpreted as nerve root avulsion on MR in 21-year-old man.
A. Axial GRE T2*-weighted image at level of C5-6 neural foramina shows normal left C6 roots exiting thecal sac (arrows). Right C6 roots are not seen.
B. CT myelogram at the same level of A. Note normal right C6 roots.

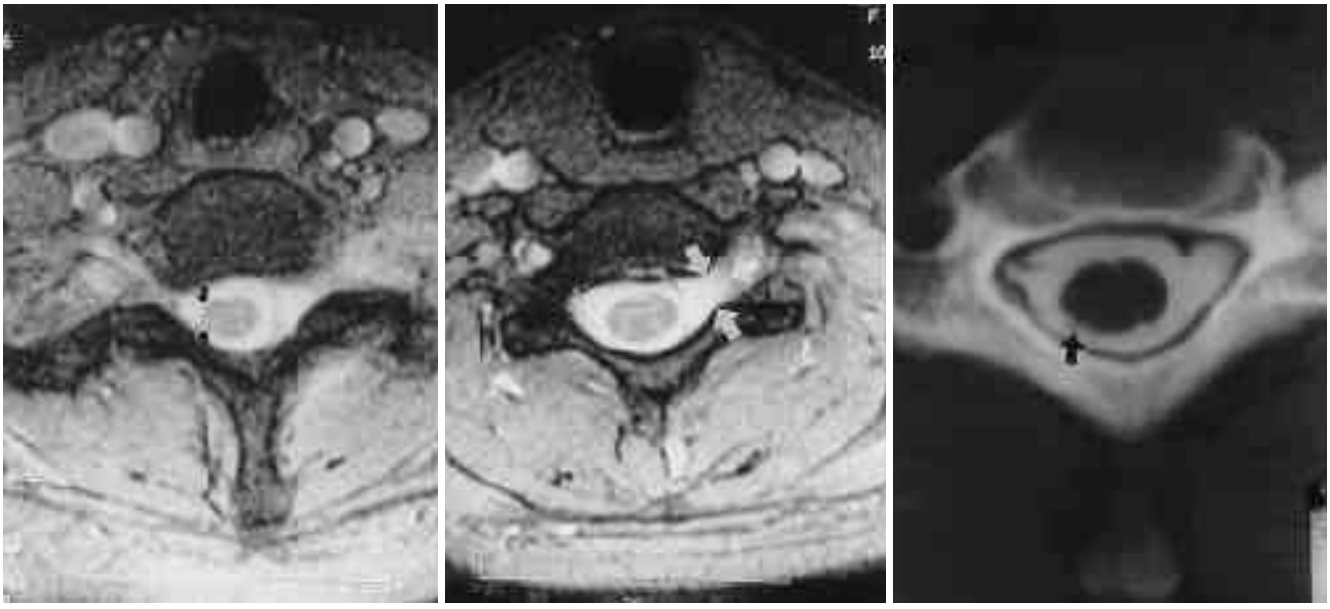

Fig. 3. Left C7 nerve root avulsion and associated pseudomeningocele in 17-year-old man.
A. Axial GRE T2*-weighted image at level of C6 vertebral body shows normal right C7 roots exiting and entering cervical cord (arrows). Note that left C7 nerve roots are not seen.
B. Axial GRE T2*-weighted image at level of C6-7 neural foramina shows normal right C7 roots exiting thecal sac(open arrows). No left C7 nerve roots are seen. Note left pseudomeningocele(arrows).
C. CT myelogram at the same level of B. No left C7 nerve roots are seen. Note normal right C7 nerve roots. Right dorsal rami of C8 exiting cervical cord is seen(arrow).

수막류 여부도 분석하였는데 위수막류는 경막 바깥쪽의 뇌척수액의 저류(retention)가 신경공쪽으로 빠져나간 경우로 하였다. 신경절후 병변분석은 MR에서 신경근(root), 신경체간(trunk), 신경분(division), 신경대(cord)가 주위 지방에 둘러싸인 선상의 중간신호강도인 경우에 정상으로 판독했고, 건측과 비교하여 크기나 신호강도의 변화가 있으면 신경손상으로 판독하였다. 판독된 MR소견은 신경절전 손상의 경우 이학적 검사와CT 척수조영술(CT myelography) 및 수술로 확진한 결과와 비교하였고, 신경절후 손상의 경우 수술소견과 비교하였다.

결 과

각 환자들의 임상과 MR소견은 Table 1에 요약하였다. 총 125개의 신경근중 104개(83 %)를 MR에서 신경근 발인유무를 진단할 수 있었다. 21개(17 %)에서 MR의 해상도 부족이나 움직임에 의한 허상으로 환측 뿐 아니라 건측의 신경근도 확인 할 수 없어서 부적절한 것으로 분류하였다.

수술 결과 52개에서 신경근 발인손상이 있었는데 이가운데 MR로 신경근 발인손상을 확인 할 수 있었던 경우(Fig. 1)는 28개(54%)였다. 그 중 21개에서 위수막류가 같이 있었고 7개는 위수막류가 없었다. MR로 신경근 발인손상으로 진단하였으나 수술 후 발인이 없었던 경우는 1개(Fig. 2)였다. 신경근 발인손상이 있거나 또는 위수막류가 있는 경우는 42개였으며(Fig. 3), 이중 수술 후 발인손상이 확인된 경우는 37개(88%)였다. 저자들의 경우, 위수막류만 있고 신경근 발인손상이 없던 경우는 5예였다. 신경절전 손상에서 MR상 신경근 발인손상 또는 위수막류가 있었던 경우를 합하면 저자들은 민감도 80%, 특이도 91%, 정확도 87%를 얻었다(Table 2).

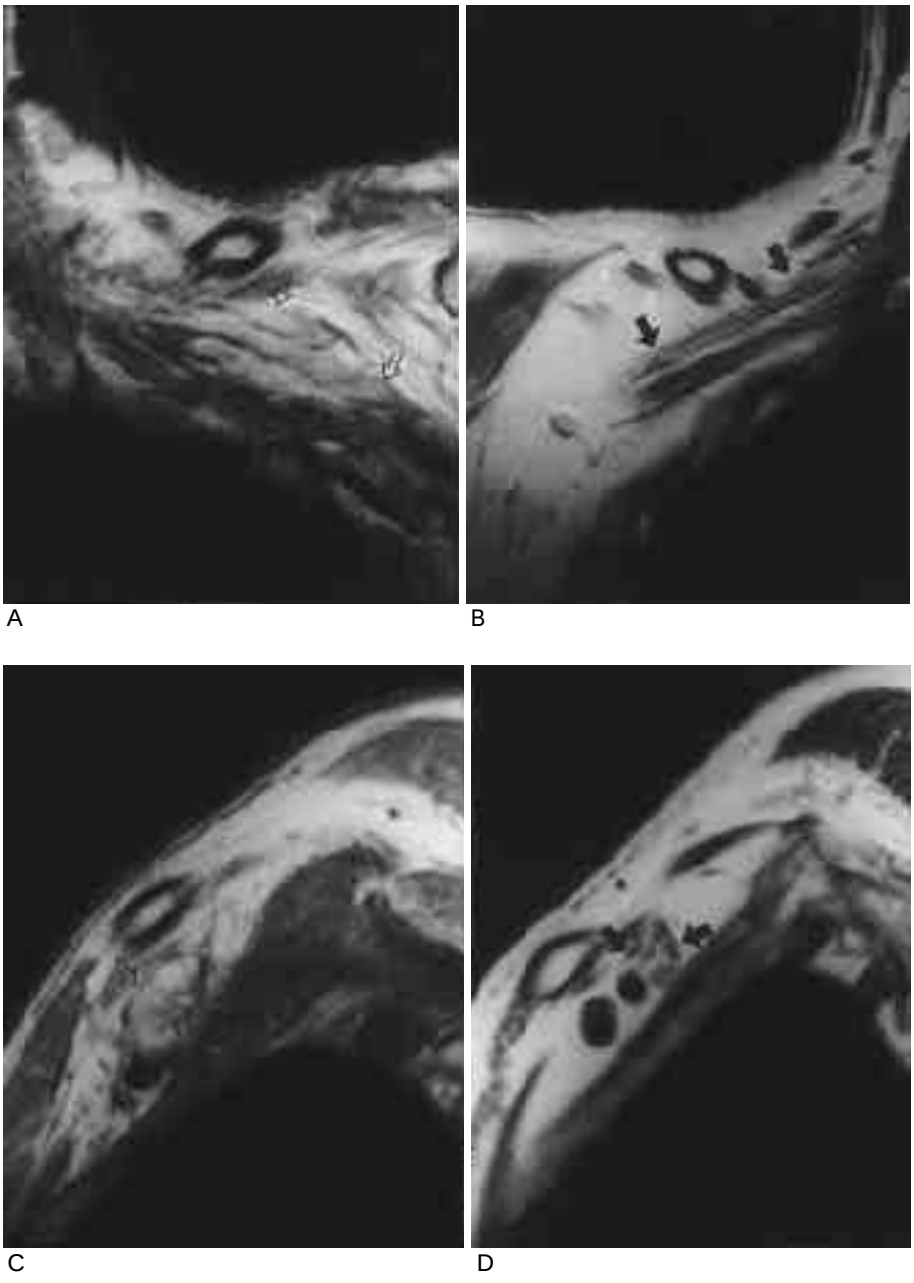

Fig. 4. Surgically proven normal left postganglionic brachial plexus interpreted as diffuse brachial plexus injury.
Coronal(A) and sagittal(C) T2-weighted images show thickened nerve bundles and high signal intensity at left postganglionic brachial plexus(open arrows). Compare normal right brachial plexus on coronal and sagittal (B,D) T2-weighted image(arrows).

신경절후 손상이 의심되어 상완신경총 전부와 말초신경의 수술적 탐색을 시행한 12예 중 MR에서 정상으로 판독하였으나 수술상 상완신경총 부분손상이 있던 1예와 MR에서 전반적인 상완신경총 손상으로 판독하였으나 수술상 상완신경총은 정상이고 말초신경 손상만 있었던 1예(Fig. 4)을 제외하고, 10예(83%)에서 말초신경전의 상완신경총의 병변 부위와 형태를 진단할 수 있었다. MR로 진단할 수 있었던 10예 중 7예는 신경절후 상완신경총은 정상이었다. 손상이 확인된 3예는

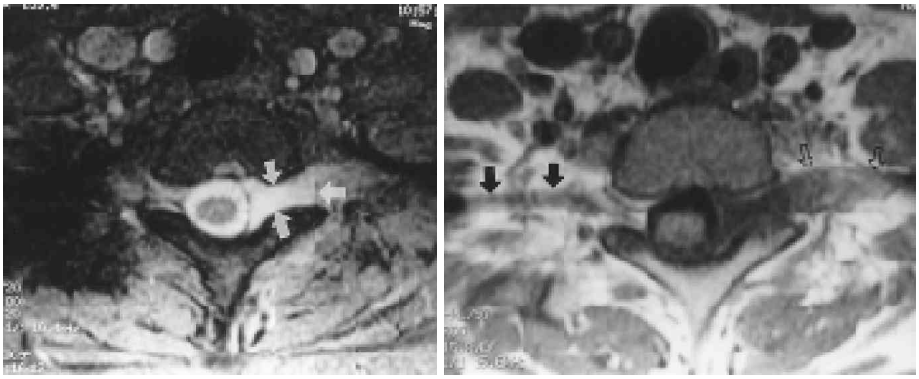

Fig. 5. Left T1 postganglionic root fibrosis and associated pseudomeningocele in 45-year-old man.
A. Axial GRE T2*-weighted image shows pseudomeningocele(arrows).
B. Axial T1-weighted image shows thickening of left T1 root(open arrows). Note normal right root(arrows).

Fig. 6. Left clavicular fracture with infraclavicular brachial plexus contusion in 23-year-old man.
A. Coronal T2-weighted image shows infraclavicular hematoma(open arrows) and swelling and hyperintensity of brachial plexus(arrows).
B. Sagittal T2-weighted image shows hematoma(open arrows) and contused brachial plexus(arrows).

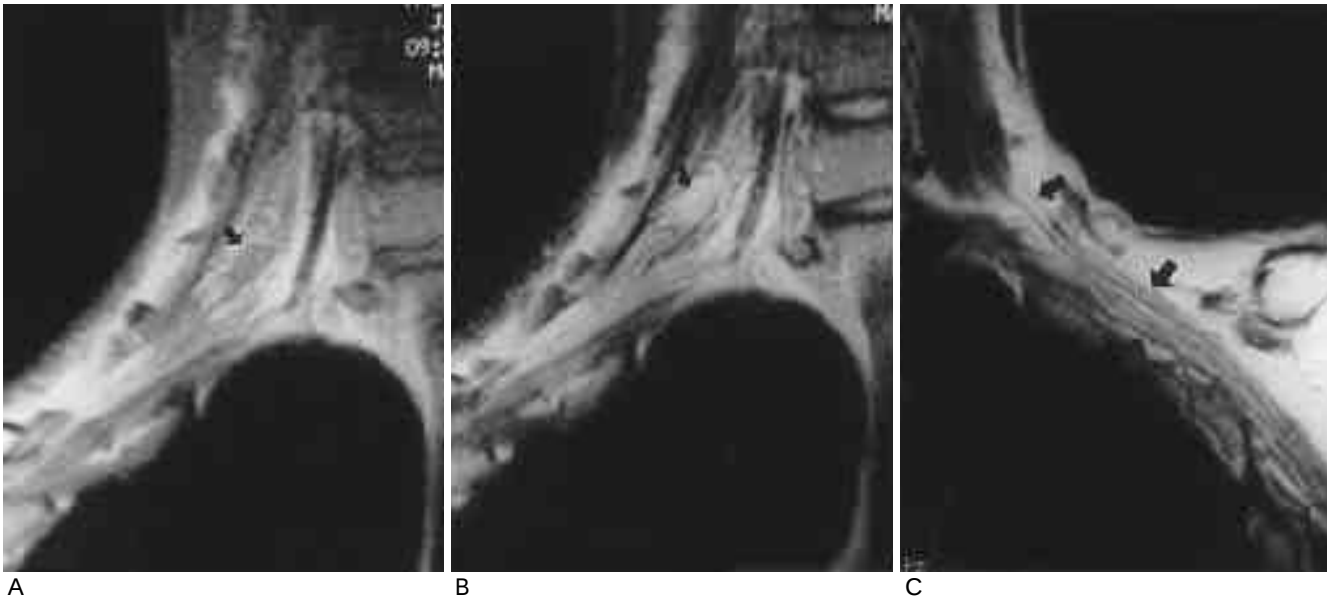

Fig. 7. Right trunk posttraumatic neuroma in 16-year-old man.
Coronal T1 (A) and T2(B) weighted image show neuroma(arrows) that involves trunk. Note thickened appearance of this structure.
C. Same patient of normal left brachial plexus(arrows).

각각 신경절후 신경근(Fig. 5), 쇄골하 상완신경총(Fig. 6), 신경체간(Fig. 7)의 손상이었다.

고 찰

상완 신경총은 C5부터 T1까지의 척수신경의 전분지(ventral rami)로 이루어진다. 각각의 신경공을 나온후 신경근들은 전사각근(anterior scalene muscle)과 중사각근(middle scalene muscle)사이를 지나 전사각근의 외측 경계부근에서 상(C5-6)·중(C7)·하(C8-T1)신경체간을 형성한다. 신경체간은 쇄골하동맥의 후상방에서 동맥과 평행하게 진행하다 쇄골상와에서 전·후 신경분들로 나뉜후 첫번째 늑골과 쇄골사이를 지나 액와(axilla)로 가면서 신경대로 바뀐다.신경대는 액와동맥을 둘러싸며 주행하다 소흉근 외측에서 각각의 말초신경으로 분지한다.

과거에는 상완신경총 손상에서 신경절전· 후병변을 구분할 때 위수막류 존재 여부로 신경근 발인손상을 진단하였지만(16), 최근의 연구들은 신경근 발인손상 자체의 소견을 강조하고 있다(14,15). 즉 신경근 발인손상의 진단때 위수막류만으로는 충분하지 않다는 것이다. 손상 후 언제 위수막류가 생기는지, 지연성 위수막류가 얼마나 생기는지에 대해서도 알려진 바가 거의 없다(14). 최근의 연구에서 위수막류없이 신경근 발인손상의 빈도를 20-43%로 보고하고 있고(9,14,15), 저자들의 경우에도 총 52개의 신경근 발인손상중 7개(19%)에서 위수막류없이 신경근 발인손상이 있었다. 그렇지만 MR의 해상능의 한계와 뇌척수액의 흐름에 의한 인공물, 그리고 주로 추간판주위 위주의 영상획득 프로토콜 때문에 MR에 의한 신경근 발인손상의 진단은 주로 위수막류의 여부에 의존하고 있다(7,8,10,11). Ochi 등(9)은 상부경부 척수신경의 주행각과 비슷한 40 °사위횡단 영상으로 가장 빈도가 높은 C5, 6신경근에서 신경근 발인손상 자체의 소견으로 비교적 높은 민감도(73-82%), 특이도(50-72%)를 보고하고 있다. 하지만 지주막하강내에서의 척수신경의 경사도가 사람마다 다양할 뿐 아니라 같은사람에서도 전후분지의 경사도가 다르고 하부경부 척수신경일수록 더 경사가 급해지므로(9), 한가지 사위경사로는 C5에서 T1까지 모든 척수신경분지의 추적이 어렵고 하부경부 척수신경에서는해상도 저하가 더 심해진다. 그래서 저자들은 추간판에 평행한 횡단영상을 얻는 대신에 C3척추체부터 T1/2신경공 수준까지 연속된 영상을 얻어서 이어지는 영상에서 신경근을 추적하였다. 물론 신경근 발인손상 자체소견 만으로 진단하면 저자들의 경우에도 아직도 많은 진단상의 문제가 있다(민감도=54%, 특이도=83%). 최근의 연속된 고해상의 CT척수조영술을 이용한 연구에서 신경근 발인손상의 진단을 민감도 95%, 특이도 98%로 보고하고있다(14). 신경근 발인손상 진단의 표준이라 할 수 있는 CT척수조영술과 비교하여 아직도 민감도와 특이도는 낮지만 MR이 비침습적이고, 척수내 병변을 알수 있을 뿐 아니라 우수한 조직간 구별능으로 신경절후 병변을 동시에 알 수 있는 장점이 있다. 비록 MR에서 신경근 발인손상을 알 수 없었다는 보고가 있지만(10), 해상도 부족과 허상으로 부적절로 판독한 21개를 제외하면, 저자들은 연속된 MR영상에서 신경근 발인손상 또는 위수막류의 소견으로 민감도 80%, 특이도 91%, 정확도 87%를 얻었고 양성예측도는 88%, 음성예측도는 85%였다.

상완신경총이 신경근에서 말초신경으로 이어지는 여러개의 구성요소로 된 복잡한 구조지만 주위의 다른 구조물과 비교적 일정한 해부학적 위치관계를 유지하므로 MR의 관상 및 시상영상에서 병변의 부위와 형태를 비교적 잘 알 수있다(12,13). 저자들의 경우에도 수술로 확인된 12예의 신경절후 병변중 부분 상완신경총 손상이 있던 1예와 손상 3주 후 MR을 시행한 1예를 제외하고는 말초신경전의 상완신경총 병변 유무와 형태를 진단 할 수 있었다(83%). 부분 손상이 있던 증례는 수술에서 미미한 부근 조직 손상만 있고 상완신경총은 정상처럼 보였으나 전기적 자극에 반응이 없던 Sunderland(17) 1 또는 2형의 경한 정도의 신경손상으로 생각되는 경우로 이런 기능적 장애가 있던 경우는 아직 현재의 영상진단으로는 구별이 어렵고, 또 보존적 치료로도 예후가 좋다. 저자들의 증례도 수술탐색후의 추적에서 뚜렷한 운동기능의 회복이 있었다. 또 손상후 가장 먼저3주에 시행한 MR에서 가양성을 보였던 경우는 손상과 MR영상 취득 사이의 짧은 기간이 가양성의 원인으로 생각된다. 신경 뿐 아니라 부근 근골격 조직의 미만성 손상으로 인한 상완신경총 부근의 부종과 혈종 등으로 MR은 충분한 신경병변 평가에 한계가 있다. 이런 급성기의 상완신경총 손상 평가는 MR을 포함한 영상진단 뿐 아니라 근전도 등도 모두 큰 도움이 되지않고 임상소견과 철저한 수술적 탐색이 더 중요하다(10). 따라서 MR은 손상 후 응급치료 전의 병변평가 보다는 충분한 병변 평가후에 하는 지연성 수술치료의 수술전 진단에 적당하다. 아직 손상 후 언제부터 MR이 부종이나 출혈로 인한 가양성을 피할 수 있는지는 더 연구가 필요하다.

결론적으로 상완신경총 손상에서 MR은 가장 중요한 신경근 발인손상 진단에 도움이 되며 신경절후 손상진단에도 우수하다. 하지만 현재로선 MR에서 모든 신경근을 확인하지는 못하므로 신경근 발인손상 진단에는 고해상 행렬수, 작은 시야, 그리고 MR의 기술적 발전이 더 필요하다.

참 고 문 헌

1. Millesi H. *Brachial plexus injury in adults: operative repair*. In: Gelberman RD, ed. *Operative nerve repair and reconstruction*. Philadelphia: Lippincott, 1991:1285-1301
2. Samardzic M, Grujicic D, Antunovic V. Nerve transfer in brachial plexus injury traction injury. *J Neurosurg* 1992;76:191-197
3. Laurent JP, Lee R, Shenaq S, et al. Neurosurgical correction of upper brachial plexus birth injuries. *J Neurosurg* 1993;79:197-203
4. Roger B, Travers V, Laval-Jeantet M. Imaging of posttraumatic brachial plexus injury. *Clin Orthop* 1988;237:57-61
5. Armington WG, Harnsberger HR, Osborn AG, Seay AR. Radiographic evaluation of brachial plexopathy. *AJNR* 1987;8:361-367
6. Gupta RK, Mehta VS, Benerji AK, Jain RK. MR evaluation of brachial plexus injuries. *Neuroradiology* 1989;31:377-381
7. Volle E, Assheuer J, Hedde JP, Gustorf-Aeckerle R. Radicular avul-

sion resulting from spinal injury: assessment of diagnostic modalities. *Neuroradiology* 1992;34:235-240
8. Miller SF, Glasier CM, Griebel ML, Boop FA. Brachial plexopathy in infants after traumatic delivery: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1993;189:481-484
9. Ochi M, Ikuta Y, Watanabe M, Kimori K, Ito K. The diagnostic value of MRI in traumatic brachial plexus injury. *J Hand Surg* 1994; 19B:55-59
10. Uretani M, Hayashi K, Hashmi R, Nakahara N, Aso N, Ito N. Traction injury of the brachial plexus: signal intensity changes of the posterior cervical paraspinal muscles on MRI. *J Comput Assist Tomogr* 1997;21:790-795
11. 이선규, 장기현, 한문희, 김호철, 김재승, 차상훈. 외상성상완신경총손상에서자기공명영상의진단적유용성 . *대한방사선의학회지.* 1993;29:378-384
12. Sherrier RH, Sostman HD. Magnatic resonance imaging of the brachial plexus. *J Thorac Imaging* 1993;8:27-33
13. Kellman GM, Kneeland JB, Middleton WD, et al. MR imaging of the supracl avicular region:Normal anatomy. *AJR* 1987;148:77-82
14. Walker AT, Chaloupka JC, Lotbiniere A, Wolfe SW, Goldman R, Kier EL. Detection of nerve rootlet avulsion on CT myelography in patients with birth palsy and brachial plexus injury after trauma. *AJR* 1996;167:1283-1287
15. Hashimoto T, Mitomo M, Hirabuki N, et al. Nerve root avulsion of birth palsy:comparison of myelography with CT myelography and somatosensory evoked potential. *Radiology* 1991;178:841-845
16. Petras A, Sobel DF, Mani JR, Lucas PR. CT myelography in cervical nerve root avulsion. *J Comput Assist Tomogr* 1985;9:275-279
17. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain* 1952;74:491-516

J Korean Radiol Soc 1999;41:777-783

MR Imaging of Traumatic Brachial Plexus Injury[1]

Hyung Soo Kim , M.D., Deuk Je Sung, M.D.[2], Sang Soo Kim, M.D.[3]

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Wonkwang University College of Medicine*
[2]*Department of Diagnostic Radiology, Korea University College of Medicine*
[3]*Department of Orthopaedic Surgery, Wonkwang University College of Medicine*

Purpose : The aim of our study was to evaluate the usefulness of MR imaging in cases of traumatic brachial plexus injury.

Materials and Methods : We evaluated 25 patients with traumatic brachial plexus injury as seen on MR images prior to surgical exploration and repair. MR images were retrospectively evaluated for nerve root avulsion and pseudomeningocele, and postganglionic lesions. Results were correlated with final diagnosis after surgical exploration.

Results : One hundred and four of 125 root levels (83%) were adequately imaged. Neve root avulsion was shown at 28 levels(54%). Avulsion with or without pseudomeningocele was seen at 37 levels(71%)(80% sensitivity, 91% specificity). The presence of ten of 12 postganglionic lesions (83%) was revealed by MR imaging.

Conclusion : MR imaging is valuable for revealing preganglionic nerve root avulsion in patients with traumatic brachial plexus injury or postganglionic lesions.

Index words : Brachial plexus, MR
Nerves, roots
Nerves, injuries

Address reprint requests to : Hyung Soo Kim, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Wonkwang University, Kunpo Hospital, #1126-1, Sanbon dong, Kunpo, Kyonggi-do, 435-040, Korea.
Tel.82-0343-390-2598