

뇌졸중 후 편마비 환자에서 유발전위 반응에 따른 확산 텐서 영상과 손 기능

¹대구가톨릭대학교 의과대학 재활의학교실, ²대구보훈병원 재활의학과, 계명대학교 의과대학 ³재활의학교실, ⁴영상의학교실, ⁵신경과학교실

박기영¹ · 조장혁² · 이소영³ · 배정호³ · 손철호⁴ · 손성일⁵

Hand Function and Diffusion Tensor Imaging according to Response of Evoked Potentials in Post-stroke Hemiplegic Patients

Gi Young Park, M.D.¹, Jang Hyuk Cho, M.D.², So Young Lee, M.D.³, Jung Ho Bae, M.D.³, Chul Ho Sohn, M.D.⁴ and Sung Il Sohn, M.D.⁵

Department of Rehabilitation Medicine, ¹The Catholic University of Daegu College of Medicine, ²Daegu Veterans Hospital, Departments of ³Rehabilitation Medicine, ⁴Radiology and ⁵Neurology, Keimyung University School of Medicine

Objective: To investigate the association between evoked potentials and fractional anisotropy (FA) ratio in posterior limb of the internal capsule and hand movement scale (HMS) in post-stroke hemiplegic patients.

Method: Thirty-six post-stroke hemiplegic patients with a lesion in the internal capsule were included in this study. Diffusion tensor imaging (DTI) was performed with a 3.0 tesla MR at about 1 month after stroke. FA ratio was measured in posterior limb of the internal capsule of the patients. Motor evoked potential (MEP) was obtained by magnetic stimulation of the motor cortex and recorded from the abductor pollicis muscle. Somatosensory evoked potential (SSEP) was obtained by electrical stimulation of the median nerve at the wrist and recorded from the

somatosensory cortex. Hand movement scale was obtained at about 1 month and 3 months after stroke.

Results: Hand movement scale at about 1 month and 3 months after stroke and FA ratio were reduced significantly in patients who showed no response on MEP. However, no significant differences were observed between the patients who showed SSEP response and those who did not. FA ratio and hand movement scale were highly correlated to each other.

Conclusion: MEP and FA ratio can be helpful in assessing the hand function at about 1 month and 3 months in post-stroke hemiplegic patients. (J Korean Acad Rehab Med 2008; 32: 182-188)

Key Words: Hand movement scale, Diffusion tensor imaging, Motor evoked potential

서 론

운동기능 장애는 뇌졸중 후 많은 환자들에서 발생하고, 신경학적 회복은 뇌졸중 후 첫 2주에 가장 활발하게 이루어지며, 특히 3개월 이내 90% 이상에서 나타난다.¹ 뇌졸중 후 편마비 환자에서 현재 운동기능 정도를 평가하고, 운동기능의 회복 가능성을 예측하는 것은 포괄적 재활치료 계획 수립에 매우 중요하다. 따라서 뇌졸중 후 여러 가지 진단 방법을 이용하여 운동기능의 손상정도를 정확하게 평가할 수 있다면 향후 환자의 운동기능 회복에 관한 예후를 판단하는데 큰 도움을 줄 수 있다. 중뇌동맥의 경색이나 출혈이

뇌졸중 후 편마비 환자들에서 높은 비율을 차지하므로 상지의 운동기능 장애가 하지보다도 더 심하게 나타나며, 상지기능이 하지에 비해 적게 회복된다. 특히 뇌졸중 후 편마비 환자의 손 기능은 독립적 일상생활 동작 수행에 매우 중요하고, 발병 후 4주 이내 손 기능 회복이 나타나면 70% 정도에서 거의 완전 회복이 가능하며,² 뇌졸중 후 초기에 협동작용을 사용한 손 기능이 나타나는 환자는 향후 손 기능 회복이 크게 나타난다.³

뇌졸중 후 운동기능의 평가와 회복 예측을 위하여 다양한 검사 방법들이 이용되고 있다. 확산 텐서 영상은 신경섬유의 밀도가 높은 백색질의 축삭로를 따라 물 분자의 확산 성질에 의한 비등방성 확산(anisotropic diffusion)을 이용하여, 운동조절 신경 경로 중 하나인 피질척수로의 방향성과 통합성(보존성)을 객관적으로 측정할 수 있는 최신 자기공명 영상기법이다.⁴ 운동유발전위 검사는 경피적 자기자극을 머리뼈를 통해 대뇌 운동 피질에 직접 자극하여 말초 근육 반응을 유발하는 전기진단학적 검사 방법으로, 뇌졸

접수일: 2007년 5월 9일, 게재승인일: 2007년 11월 8일

교신저자: 조장혁, 대구시 달서구 도원동 747번지

☎ 704-802, 대구보훈병원 재활의학과

Tel: 053-630-7192, Fax: 053-630-7849

E-mail: re@dsmc.or.kr

중 환자에서 운동기능의 평가와 회복 예측에 사용되고 있다.^{5,6} 체성감각유발전위 검사는 말초감각신경부터 대뇌 감각피질까지 감각신경 경로의 보존성을 평가하는 전기진단학적 검사방법으로, 최근 연구에서 뇌졸중 환자의 운동기능 회복 예측에 도움이 된다고 보고되어 있다.⁷⁻⁹ 손 운동 척도(Hand Movement Scale)는 임상적으로 뇌졸중 환자의 자세한 손 기능 평가에 유용하고, 쉽게 환자에게 적용할 수 있고, 짧은 시간 내 평가할 수 있는 장점들이 있다.³

뇌졸중 후 편마비 환자를 대상으로 확산 텐서 영상, 운동 및 체성감각유발전위 검사를 시행하여 각 검사의 유용성을 조사한 연구는 많이 이루어졌으나, 유발전위 검사 결과에 따른 확산 텐서 영상의 분할 비등방도와 임상적 손 기능과의 상관관계에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구는 뇌졸중에 의해 속 섬유막 병변이 발생한 편마비 환자를 대상으로 확산 텐서 영상, 감각과 운동유발전위 검사 및 손 운동 척도 평가를 함께 실시하여, 유발전위 검사 반응 유무에 따른 속 섬유막 후지의 분할 비등방도 비와 손 운동 척도의 차이를 알아보려고 하였으며, 분할 비등방도 값과 손 운동 척도와의 상관관계도 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

뇌졸중 후 편마비 환자중 뇌 자기공명영상 검사에서 속 섬유막 후지 병변을 가진 36명을 대상으로 하였다. 과거 뇌졸중의 기왕력이 있거나, 다발성 뇌경색이 관찰되거나, 실어증 또는 인지기능 장애가 있어 검사가 어려운 환자들은 제외하였다. 환자의 평균 연령은 55.0 ± 12.6 세(23~76세) 이었고, 성별은 남자가 23명, 여자가 13명 이었다. 뇌졸중의 원인은 뇌경색이 25명, 뇌출혈이 11명이었고, 이환측은 우측이 15례, 좌측이 21례 이었다. 대조군은 신경학적 검사와 뇌 자기공명영상 검사에서 이상 소견을 보이지 않는 건강한 정상인 15명(남자 8명, 여자 7명, 평균 연령 56.1 ± 9.5 세)을 대상으로 하였다(Table 1).

Table 1. Demographic Data

Characteristics	Patients	Controls
Number of subject	36	15
Age (years)	55.0 ± 12.6	56.1 ± 9.5
Sex (Male/Female)	23/13	8/7
Infarction/Hemorrhage	25/11	
Affected side (Right/Left)	15/21	
DTI after stroke (days)	30.3 ± 8.5	
MEP after stroke (days)	31.2 ± 5.4	
SEP after stroke (days)	31.7 ± 5.1	

DTI: Diffusion tensor imaging, MEP: Motor evoked potential, SEP: Somatosensory evoked potential

2) 연구방법

확산 텐서 영상은 뇌졸중 후 평균 30.3일(30.3 ± 8.5)에 시행하였고, 3.0 tesla 자기공명영상장치(Signa VH/i, GE Medical System, Milwaukee, USA)에서 25방향의 경사지체를 사용하였다. 자기공명 영상 촬영 후 Functool 2000 프로그램을 사용하여 자동적으로 분할 비등방도 영상을 구하였다(Fig. 1). 분할 비등방도는 region of interest (ROI) 기법을 이용하여 이환 측 병변 부위의 속 섬유막 후지에서 측정한 후 같은 방법으로 비 이환 측 후지에서 재 측정하였고, 분할 비등방도 비(fraction anisotropy)는 이환 측 속 섬유막 후지의 분할 비등방도를 비이환측 분할 비등방도로 나눈 값으로 정의하였다. 또한 대조군에서 같은 방법으로 양측 속 섬유막 후지의 분할 비등방도를 측정하였다.

운동유발전위 검사는 뇌졸중 후 평균 31.2일에, 체성감각유발전위 검사는 뇌졸중 후 평균 31.7일에 근전도 검사 기계(Synergy[®], Medelec, Oldworking, UK)를 이용하여 각각 시행하였다. 자기 자극은 피검자가 의자에 편히 앉은 자세에서 Magstim rapid (Magstim Company, Wales, UK)의 원형 자극기를 사용하여 국제 뇌파 10~20 기록법의 Cz 위치에 자극기의 중심부를 위치시킨 후, 경두개 중앙에서 측정 축의 반대쪽으로 조금씩 이동하면서 최대 진폭의 운동유발전위가 유발되는 지점을 찾았다. 자기 자극기의 최대 자장 강도는 2.0 tesla, 자극 시간은 0.1 msec로 하였다. 운동유발전위는 양측 단무지외전근에서 표면 활동기록전극을 이용하여

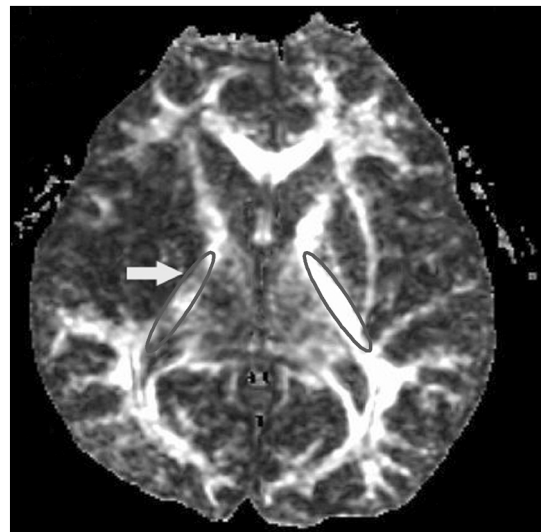


Fig. 1. Fractional anisotropy (FA) map at the level in posterior limb of the internal capsule was shown as an axial scan image of brain MRI in a patient with right middle cerebral artery infarction. A quantitative analysis of the FA maps performed using a region of interest (ROI) technique by placing a region in the posterior limb of the internal capsule.

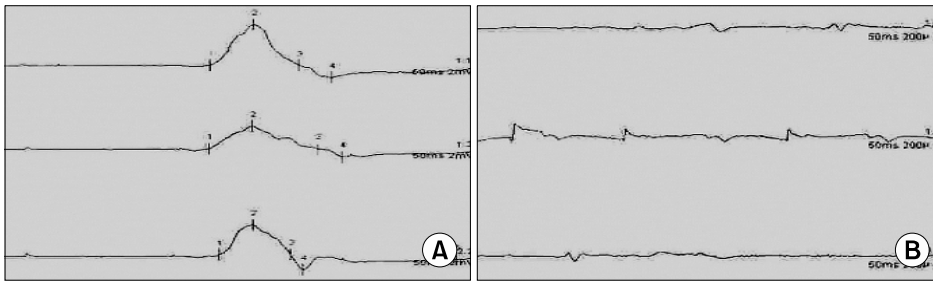


Fig. 2. Motor evoked potentials (MEP) were elicited by transcranial magnetic stimulation of the motor cortex and recorded from the abductor pollicis brevis muscle. Evoked MEP was present (A), while evoked MEP was absent (B).

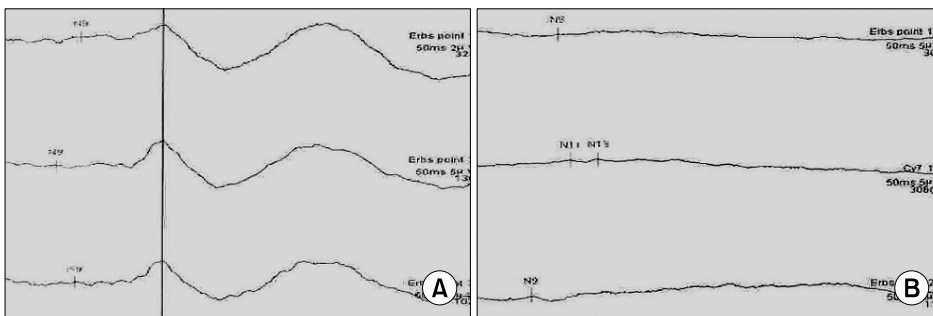


Fig. 3. Somatosensory evoked potentials (SEP) were elicited by electrical stimulation of the median nerve at the wrist and recorded from the somatosensory cortex. Evoked potential was present (A), while evoked potential was absent (B).

측정하였고, 분석 시간은 50 msec로 하였다. 결과는 피질척수로의 보존성을 확인하는 확산 텐서 영상과의 비교를 위해 환측의 반응 유무에 따라 반응군과 무반응군으로 분류하였다(Fig. 2).

체성감각유발전위 검사는 피검자를 조용하고 어두운 방의 침대에 바로 누운 이완 자세에서 표면 전극을 사용하여 손목관절에서 양측 정중신경을 자극하였다. 전기 자극 강도는 무지 근육들의 미세 수축이 육안으로 관찰되는 최소 강도로 하였으며, 초당 3회의 자극 빈도로 300회 반복 자극 후 평균하는 과정을 3회 반복 실시하였다. 기록전극은 1 cm 길이의 표피 침 전극을 이용하여 국제 뇌파 10~20 기록법의 C3'/C4' 위치에 삽입하였고, 참고기록전극은 표면기록 전극을 이용하여 Fz 지점에 부착하였다. 체성감각유발전위 검사 역시 반응 유무에 따라 반응군과 무반응군으로 분류하였다(Fig. 3).

손 기능은 Katrak 등³⁾이 제안한 손 운동 척도를 이용하여 뇌졸중 후 1개월과 3개월에 각각 평가하였다. 손 운동 척도는 손가락이 움직이지 않는 1단계, 협동작용을 이용하여 모든 손가락을 굽힐 수 있는 2단계, 협동작용을 이용하여 모든 손가락을 굽히고 펼 수 있는 3단계, 모든 손가락을 굽힌 후 집게손가락만 펼 수 있는 4단계, 엄지손가락을 집게손가락의 끝과 대립시킬 수 있는 5단계 및 엄지손가락을 모든 손가락의 끝과 대립시킬 수 있는 6단계로 각각 구분하였다.

통계분석은 SPSS version 11.0을 이용하였고, 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 하였다. 환자의 운동과 체성감각유발전위 반응 유무에 따른 속 섬유막 후지의 분할 비등방도의 비는 Mann-Whitney test를 이용하여, 반응 유무에 따른 손 운동 척도는 paired t-test를 이용하여 통계학적 유의성을

분석하였다. 또한 확산 텐서 영상과 손 기능과의 관계를 알아보기 위해 pearson 상관계수를 이용하였다.

결 과

1) 환자군과 대조군의 분할 비등방도

대조군 양 측의 속 섬유막 후지 분할 비등방도는 0.53 ± 0.09 이었고, 환자군의 이환 측과 비 이환 측 속 섬유막 후지 분할 비등방도는 각각 0.36 ± 0.09 , 0.54 ± 0.08 이었다. 대조군 양 측과 환자군의 비 이환 측 분할 비등방도는 유의한 차이가 없었으나, 환자군의 이환 측 분할 비등방도는 비 이환 측과 대조군 양측에 비해 유의하게 감소되어 있었다($p < 0.05$, Table 2).

2) 정중신경 체성감각 유발전위 반응에 따른 이환 측 손 기능과 속 섬유막 후지 분할 비등방도 비

이환 측 정중신경 체성감각 유발전위 검사에서 반응군은 9명, 무반응군은 27명이었다. 손 운동 척도는 뇌졸중 후 1개월에 반응군과 무반응군에서 각각 2.78 ± 1.99 , 1.56 ± 0.97 이었고, 3개월에 각각 4.56 ± 2.13 , 3.22 ± 1.80 로 반응군에서 무반응군에 비해 높게 나타났으나, 두 군 간의 유의한 차이는 없었다.

뇌졸중 후 1개월과 3개월의 손 운동 척도의 차이는 반응군과 무반응군에서 각각 1.77 ± 1.71 , 1.66 ± 1.36 로 반응군에서 무반응군에 비해 높게 나타났으나, 두 군 간의 유의한 차이는 없었다.

속 섬유막 후지 분할 비등방도 비는 정중신경 체성감각 유발전위 반응군과 무반응군에서 각각 0.75 ± 0.13 , 0.63 ± 0.18

Table 2. Fractional Anisotropy of Posterior Limb of the Internal Capsule in Patients and Controls

Diffusion tensor imaging	Patients		Controls
	Affected	Unaffected	
Fractional anisotropy ratio	0.36±0.09*	0.54±0.08	0.53±0.09

Values are mean±SD.

*p<0.05 in comparison with the unaffected and the patients group

Table 3. Affected Hand Movement Scale according to Responsibility of Motor Evoked Potential

Hand movement scale	Motor evoked potential		p
	Present (n=9)	Absent (n=27)	
1 Month	3.44±1.74	1.33±0.68	.01
3 Months	5.56±0.73	2.89±1.76	.01

Values are mean±SD.

로 반응군에서 무반응군에 비해 높게 나타났으나, 두 군 간의 유의한 차이는 없었다.

3) 단무지외전근 운동유발전위 반응에 따른 이환 측 손 기능과 속 섬유막 후지 분할 비등방도 비

이환 측 단무지외전근 운동유발전위 검사에서 반응군은 9명, 무반응군은 27명이었다. 이환측 손 운동 척도는 뇌졸중 후 1개월에 반응군과 무반응군에서 각각 3.44±1.74, 1.33±0.68이었고, 3개월에 각각 5.56±0.73, 2.89±1.76로 반응군에서 무반응군에 비해 모두 유의하게 높았다(p<0.05, Table 3).

뇌졸중 후 1개월과 3개월의 손 운동 척도의 차이는 반응군과 무반응군에서 각각 2.11±1.62, 1.55±1.37로 반응군에서 무반응군에 비해 높게 나타났으나, 두 군 간의 유의한 차이는 없었다.

단무지외전근 운동유발전위 반응군과 무반응군의 속 섬유막 후지 분할 비등방도 비는 각각 0.77±0.08, 0.63±0.04로 반응군에서 무반응군에 비해 유의하게 컸다(p<0.05, Table 4).

4) 속 섬유막 후지 분할 비등방도 비와 이환측 손 기능

속 섬유막 후지 분할 비등방도 비는 뇌졸중 후 1개월(r=0.721, p<0.01)과 3개월(r=0.696, p<0.01)의 손 운동 척도와 양의 상관관계가 강하게 나타났으며 통계학적으로 유의하였다(Table 5).

Table 4. Fractional Anisotropy Ratio according to Responsibility of Motor Evoked Potential

Diffusion tensor imaging	Motor evoked potential		p
	Present (n=9)	Absent (n=27)	
Fractional anisotropy ratio	0.77±0.08	0.63±0.04	.02

Values are mean±SD.

Table 5. Correlations between Fractional Anisotropy Ratio and Hand Movement Scale

Hand movement scale	Correlation with fractional anisotropy ratio
1 Month	r=0.721*
3 Month	r=0.696*

Values are Pearson correlation coefficient.

*p<0.01

자기공명영상 검사 기법으로 조직의 비등방성 확산을 영상화하여 뇌 신경경로의 손상 여부를 관찰 할 수 있는 영상 방법이다. 물 분자의 확산은 브라운 운동에 의해 3차원 공간 내에서 모든 방향으로 똑같이 이루어지는 등방성 확산과 공간적인 제약에 의해 확산이 잘되는 방향과 제한되는 방향이 존재하는 비등방성 확산으로 나눌 수 있다. 뇌 백색질은 수초에 싸인 축삭들이 한 방향으로 배열되는 구조로 형성되었기 때문에 세포내 혹은 세포외 간질에 존재하는 물분자들의 확산은 뇌 조직의 성상을 따라 대부분 한쪽 방향으로 이루어지게 된다.^{3,10} 그러므로 신경섬유 밀도가 높은 뇌 백색질은 축삭로를 따라서 일정한 방향성을 띄는 비등방성 확산을, 신경섬유 밀도가 낮은 뇌 회색질은 무작위로 확산되는 등방성 확산을 나타낸다. 확산 텐서 영상에서 물 분자 비등방성 확산의 지표로 상대적 비등방도(relative anisotropy), 분할 비등방도(fractional anisotropy) 및 용적 비(volume ratio) 등이 사용되고 있다. 이들 중 분할 비등방도가 가장 널리 사용되고 있는 데 완전 등방성인 경우 0, 완전 비등방성인 경우 1로 규격화하여 표시한다.¹¹

뇌 백색질은 확산 텐서 영상에서 비등방도가 높아 밝게 보이고, 뇌 회색질이나 뇌척수액은 비등방도가 낮아 어둡게 나타난다. 그러므로 확산 텐서 영상은 뇌졸중 환자에서 뇌 백색질 병변, 특히 기저핵, 시상 및 속 섬유막에 발생한 병변 평가에 유용하게 사용될 뿐 아니라 일정한 확산 방향성에 의해 높은 비등방성을 나타내는 뇌 백색질의 운동조절 신경경로 중 하나인 피질척수로의 방향성과 보존성을 객관적이고 비 침습적으로 측정할 수 있다.^{1,4,11,12} 본 연구에서 피질척수로의 속 섬유막 후지를 침범한 뇌졸중 후 편마비 환자를 대상으로 분할 비등방도가 높은 속 섬유막 후지

고 찰

확산 텐서 영상은 Bassar 등¹⁰에 의해 최초로 소개된 뇌

분할 비등방도를 측정하였다. 분할 비등방도는 뇌 허혈 손상 후 초기 1~6일에 세포 부종으로 인한 수초와 신경다발 사이 공간의 감소로 물 분자의 움직임이 제한되어 증가하고, 2~6개월 내 아급성기와 만성기에는 허혈로 인한 세포막 파괴와 세포용해에 의한 구조적 소실 때문에 감소된다.¹³ 본 연구에서도 뇌졸중 후 1개월경에 시행한 확산 텐서 영상 of 이환 측 속 섬유막 후지의 분할 비등방도는 비 이환 측과 정상인에 비해 유의하게 감소되어 과거 연구와 비슷한 결과를 나타내었다.¹²

피질척수로의 골격근의 수의 운동을 조절하는 주요 운동 신경경로로 대뇌 운동 피질에서 시작하여 방사형 해마리(corona radiata), 속 섬유막(internal capsule), 대뇌다리(cerebral peduncle) 및 뇌교를 통과하여 연수 하단에서 반대쪽으로 교차 한 후 척수운동핵에서 끝난다. 특히 피질척수로는 속 섬유막 부위에서 얼굴, 팔, 다리 순으로 해당 부위를 지배하는 신경들이 후지 전방에서 하행하고, 감각신경들은 같은 순으로 후지 후방에서 상행한다.¹⁴ 본 연구에서 분할비등방도의 측정은 환자 각 개인 간의 차이를 최소화하기 위하여 이환 측 속 섬유막 후지의 분할 비등방도를 비 이환측 분할 비등방도로 나눈 분할비등방도비를 사용하였다. 그러므로 높은 분할 비등방도 비는 비 이환측에 비해 경하게 손상된 이환측 피질척수로를, 낮은 분할 비등방도 비는 심하게 손상된 피질척수로를 나타낸다.

손 운동 척도는 손 기능 회복을 평가하기 위하여 신경학적으로 뇌졸중이 안정되는 1개월경, 신경학적인 회복이 90% 이상 나타나는 3개월 후에 측정하였다. Katrak 등³은 손 운동 척도를 손 기능에 따라 1단계에서 6단계로 각각 구분하였고, 병상에서 간편하게 측정할 수 있는 장점이 있다고 보고하였다.

운동유발전위 검사소견은 뇌졸중 후 편마비 환자에서 검사 때 운동기능 손상뿐 아니라 향후 운동기능의 회복과도 관련이 있으며, 특히 손 기능의 회복과 높은 상관관계가 있다고 보고되었다.^{6,15-17} Sohn과 Hallet⁶은 운동유발전위가 심한 운동기능 손상을 가진 뇌졸중 환자에서 관찰되지 않았으나 경한 환자에서는 대부분 관찰되었다고 보고하였다. 또한 Dominkus 등⁵은 뇌졸중 환자의 운동유발전위 검사에서 비 반응군이 반응군에 비해 운동 기능 회복이 적었다고 보고하였다. 손 기능은 뇌졸중 후 피질척수로가 잘 보존되어야 회복될 수 있으나, 피질척수로 외 다른 운동신경 경로의 활성화에 의해 회복되는 경우 예후가 좋지 않다.¹⁷ 본 연구에서 운동유발전위 반응 유무에 따른 속 섬유막 후지의 분할 비등방도 비는 뇌졸중 후 1개월에 시행한 운동유발전위 검사에서 반응군에서 무반응군에 비해 유의하게 높았다. 이는 운동유발전위 반응군이 무반응군에 비해 중추운동 신경경로인 속 섬유막 후지의 피질척수로가 잘 보존되었기 때문이라고 생각한다. 본 연구에서 뇌졸중 후 1개월과 3개월에 측정한 이환측 손 운동 척도는 운동유발전위 반응

군에서 무반응군에 비해 유의하게 높게 나타났다. 이는 뇌 일차 운동 피질에서 상지운동 기능에 관여하는 부위가 하지에 비해 크고, 피질척수로의 속 섬유막 후지에도 상지 영역이, 특히 손, 다른 신체부위 영역에 비해 더 넓은 면적을 차지하기 때문이라고 생각한다.¹² 또한 운동유발전위 무반응군은 뇌졸중 후 피질척수로가 손상되어 대뇌 피질 운동 신경원들이 피질척수로를 통하여 척수의 전각세포들에게 충분한 자기 자극을 전달하지 못할 뿐 아니라, 흥분성 후 연결부의 전위가 크게 감소되어 자극 역치에 도달하지 못하여 운동유발전위 반응을 일으키지 못한 것으로 생각한다.^{5,18} 그러므로 운동유발전위 검사는 피질척수로 평가에 사용되는 영상진단 검사인 확산 텐서 영상과 손 운동 척도와의 연관성을 나타내었다.

뇌졸중 후 편마비 환자에서 정중신경 체성감각 유발전위 비 반응군이 반응군보다 나쁜 예후를 나타내어 정중신경 체성감각 유발전위가 편마비 환자의 예후 판정에 유용하다고 보고되었고, 편마비 환자의 상지기능 회복의 예후 인자로 일부 진단적 가치가 인정되고 있다.^{7,8,18,19} 또한 체성감각 유발전위는 뇌졸중 후 구심성 신경계를 통하여 대뇌에 전달되는 정보들이 운동기능 회복에 중요한 영향을 미치고, 뇌졸중 환자의 운동기능 평가 결과와도 유의한 상관관계를 보여 뇌졸중 후 기능회복에 대한 예후 평가에 유용하게 사용할 수 있다.²⁰ 그러나 Macdonell 등¹⁸은 체성감각유발전위 검사가 뇌졸중 환자의 운동기능 회복을 직접적으로 예측하는 데는 한계가 있고, 운동신경 유발전위 검사, 특히 단무지 외전근의 운동유발전위 검사가 체성감각 유발전위 검사보다 운동기능 회복에 더 신뢰성이 있다고 주장하였다. 본 연구에서 속 섬유막 후지의 분할 비등방도 비와 뇌졸중 후 1개월과 3개월에 측정한 이환측 손 운동 척도는 정중신경 체성감각 유발전위 반응군에서 무반응군에 비해 높게 나타났으나 유의한 차이는 없었다. 이는 체성감각 유발전위 검사가 운동신경 경로를 직접적으로 통과하지 않고, 감각신경 경로의 전기 생리학적 기능만을 나타내며, 감각신경 경로가 피질척수로의 속 섬유막 후지 후방의 작은 부위만 차지하기 때문이라고 생각한다. 그러므로 운동유발전위 검사가 체성감각 유발전위 검사보다 객관적으로 운동신경 경로와 손 기능을 평가할 수 있어 손 운동 기능 장애가 발생한 뇌졸중 후 편마비 환자에서 손 운동 기능 평가에 유용할 것으로 생각한다.

한 등²¹은 유발전위와 보행과의 상관관계를 연구하면서 운동전위유발 검사는 양성 특이도가 뛰어나며 체성감각유발전위 검사는 음성 특이도가 뛰어나다고 제시하였다. 본 연구에서는 운동전위유발 검사는 양성 특이도가 뛰어나다고 할 수 있으나, 체성감각 유발전위 검사는 음성 특이도가 뛰어나다고 말할 수 없다. 이는 앞서서도 언급한 체성감각 유발전위 검사의 한계가 보행보다 더 고차원의 운동기능인 미세수지기능을 대변하기는 힘들다는 가정을 뒷받침해준

다. 따라서 운동신경유발전위 검사에서 무반응으로 나타났던 환자군들의 예후 측정을 위한 새로운 방법이 제시되어야 할 것이며 본 연구에서 시행한 확산 텐서 영상은 1, 3개월에 측정한 이환측 손 운동 척도와 비교적 높은 양의 상관관계를 나타내어 훌륭한 대안으로 선택될 수 있을 것이다. 그러나, 환자의 호전 가능성을 나타내는 손 운동 척도의 차이와 비교는 높은 천정효과(ceiling effect)가 의심되어 시행하지 않았다.

본 연구의 제한점은 첫째, 연구대상자의 과거력과 이학적 검사 등을 통하여 말초신경 질환 또는 말초신경 병변을 배제 못하는 증상의 유무를 조사하여 이로 인한 운동 또는 체성감각유발전위 검사 결과의 오류를 방지하였으나, 신경전도검사와 근전도검사를 통한 전기진단학적 확인을 하지 못하였다. 둘째, 유발전위 검사에 대한 반응군이 작아 유발전위 지표인 중추운동전도시간, 진폭, 자극역치 등과 예후와의 관련성을 조사하지 못하였다. 셋째, 다양한 뇌졸중 원인과 손상 부위의 환자를 분류하여 비교분석하지 못하였고, 넷째, 뇌졸중 후 장기간 추적 검사와 임상소견과의 비교가 이루어지지 않았다. 향후 다양한 뇌졸중 환자들을 대상으로 시간 경과에 따른 유발전위 검사, 임상소견 및 확산 텐서 영상의 분할 비등방도의 연관성에 대한 추가적 연구가 필요하리라 생각한다.

결 론

포괄적 재활치료를 받은 뇌졸중 편마비 환자들 중 속 섬유막 후지 병변을 가진 환자를 대상으로 뇌졸중 후 1개월에 시행한 단무지외전근 운동유발전위 검사의 반응군에서 비반응군에 비해 속 섬유막 후지의 분할 비등방도 비와 뇌졸중 후 1개월과 3개월에 각각 측정한 이환측 손 운동 척도가 유의하게 높게 나타났으나, 정중신경 체성감각 유발전위 검사는 반응군과 비반응군 간에 유의한 차이가 없었다. 속 섬유막 후지의 분할 비등방도는 손 운동 척도와 양의 상관관계를 나타내었으며 통계학적으로 유의하였다. 그러므로 향후 손 기능의 예측을 위해서는 체성감각 신경유발전위 검사보다 단무지외전근 운동유발전위 검사의 결과가 더욱 도움이 되며, 확산 텐서 영상 역시 손 기능 예측에 큰 도움을 줄 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Wade DT, Wood VA, Hewer RL. Recovery after stroke - the first 3 months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1985; 48: 7-13
- 2) Bard G, Hirshberg CG. Recovery of voluntary motion in upper extremity following hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1965; 46: 567-572
- 3) Katrak P, Bowring G, Conroy P, Chilvers M, Poulos R, McNeil D. Predicting upper limb recovery after stroke: the place of early shoulder and hand movement. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 758-761
- 4) Mori S, Wakana S, Nagae-Poetscher LM, Van Zijl PCM. *MRI atlas of human white matter*, 1st ed, Italy: Elsevier, 2005, pp 1-31
- 5) Dominkus M, Grisold W, Jelinek V. Transcranial electrical motor evoked potentials as a prognostic indicator for motor recovery in stroke patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 745-748
- 6) Sohn YH, Hallett M. Motor evoked potentials. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2004; 15: 117-131
- 7) Pavot AP, Ignacio DR, Kuntavanish A, Lightfoote WE 2nd. The prognostic value of somatosensory evoked potentials in cerebrovascular accidents. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1986; 26: 333-340
- 8) Shigemori M, Yuge T, Kawasaki K, Tokutomi T, Kawaba T, Nakashima H, Watanabe M, Kuramoto S. Evaluation of brain dysfunction in hypertensive putaminal hemorrhage with multimodality evoked potentials. *Stroke* 1987; 18: 72-76
- 9) Chester CS, McLauren CE. Somatosensory evoked response and recovery from stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 520-525
- 10) Basser PJ, Mattiello J, LeBihan D. MR diffusion tensor spectroscopy and imaging. *Biophys J* 1994; 66: 259-267
- 11) Lee SK. Clinical application of diffusion tensor MRI. *J Korean Soc Magn Reson Med* 2002; 6: 114-119
- 12) Park GY, Ro HJ, Lee SY, Lim JG, Park SK, Chang YM, Lee J. The correlation of motor impairment and fractional anisotropy in diffusion tensor imaging in post-stroke hemiplegic patients. *J Korean Acad Rehab Med* 2004; 28: 122-125
- 13) Sotak CH. The role of diffusion tensor imaging in the evaluation of ischemic brain injury - a review. *NMR Biomed* 2002; 15: 561-569
- 14) Waxman SG. *Correlative neuroanatomy*, 24th ed, USA: McGraw-Hill Companies, 2000, pp147-151
- 15) Arac N, Sagduyu A, Binai S, Ertekin C. Prognostic value of transcranial magnetic stimulation in acute stroke. *Stroke* 1994; 25: 2183-2186
- 16) Tsai SY, Tchen PH, Chen JD. The relation between motor evoked potential and clinical motor status in stroke patients. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1992; 32: 615-620
- 17) Turton A, Wroe S, Trepte N, Fraser C, Lemon RN. Contralateral and ipsilateral EMG responses to transcranial magnetic stimulation during recovery of arm and hand function after stroke. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996; 101: 316-328
- 18) Macdonell RA, Donnan GA, Gladin PF. A comparison of somatosensory evoked and motor evoked potentials in stroke. *Ann Neurol* 1989; 25: 68-73
- 19) La Joie WJ, Reddy NM, Melvin JL. Somatosensory evoked potentials: their predictive value in right hemiplegia. *Arch*

Phys Med Rehabil 1982; 63: 223-226

- 20) Gott PS, Karnaze DS, Fisher M. Assessment of median nerve somatosensory evoked potentials in cerebral ischemia. Stroke 1990; 21: 1167-1171

- 21) Han TR, Kim JH, Kim MW. Motor evoked potentials by magnetic stimulation in hemiparesis. J Korean Acad Rehab Med 1996; 20: 569-575
-