

## 뇌졸중 후 운동기능의 회복 단계에 따른 편마비측 어깨 통증에 대한 초음파 소견

고려대학교 의과대학 재활의학교실

김낙환 · 편성범 · 권희규

### Ultrasonographic Finding of Painful Hemiplegic Shoulder Associated with Motor Recovery after Stroke

Nack-Hwan Kim, M.D., Sung-Bom Pyun, M.D., Ph.D. and Hwee-Kyu Kwon, M.D., Ph.D.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Korea University College of Medicine

**Objective:** To analyze the relationship between painful hemiplegic shoulder (PHS) and ultrasonographic (US) findings according to the motor recovery stage of the stroke.

**Method:** The medical records were reviewed retrospectively in 82 stroke patients from January 2005 to November 2009 who undertook US examination on hemiplegic shoulder. The clinical data collected were age, gender, stroke type, affected side, duration from stroke onset, manual function test (MFT) and the Brunnstrom stage of arm. The presence of spasticity, glenohumeral subluxation and sensory impairment were also investigated. The patients were classified into three groups according to the Brunnstrom recovery stage: the first, second and third recovery stages (RS1, RS2 and RS3). Furthermore, the correlations between US findings and the clinical characteristics according to the Brunnstrom recovery stage were analyzed.

**Results:** The presence of spasticity, glenohumeral subluxation, sensory impairment (proprioception) and MFT scores had statistically significant differences in each group. Among the 82 stroke patients, 62 patients (75.6%) had abnormal findings in US examination. The common abnormal structures were supraspinatus tendon (SST), biceps long head tendon (BLH), subacromial-subdeltoid bursa (SA-SD bursa). The frequencies of total US abnormality in each group were not significantly different ( $p=0.07$ ). However, the SST abnormality was more frequent in the RS1, and the BLH and SA-SD bursa abnormality were more frequent in the RS3 ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** In this study, abnormal findings in US examination are frequent in PHS. The abnormal SST is related to the flaccidity, and the abnormal BLH and SA-SD bursa are related to the overuse. (Brain & NeuroRehabilitation 2011; 4: 44-49)

**Key Words:** Brunnstrom recovery stage, painful hemiplegic shoulder, supraspinatus tendon tear, ultrasonography

## 서 론

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 어깨 통증은 비교적 흔한 합병증으로 알려져 있으나, 아직 그 병태생리와 정확한 치료 방법에 대해서 논란이 많은 상태이다. 뇌졸중 환자의

어깨 통증은 환자의 기능적 회복을 지연시키고 일상생활의 기본동작 수행에도 많은 제한을 가져와 치료의 효율성과 삶의 질을 저하시키는 커다란 요인으로 작용할 수 있다.<sup>1</sup>

근골격계의 초음파 검사는 비침습적이고 임상에서 간단하게 시행할 수 있으며, 검사 비용이 비교적 저렴하다는 장점이 있다. 어깨 부위의 통증에 대한 초음파 검사의 유용성은 견봉하 증후군(subacromial syndrome)의 경우 진단의 정확도가 94.9%로 높은 것으로 보고되었으며,<sup>2</sup> van Moppes 등<sup>3</sup>은 통증을 동반한 회전근개 손상 환자에서 초음파 검사의 민감도는 86%, 특이도는 91%로 선별 진단 검사로서 가치가 높다고 보고하였다. 편마비 환자의 어깨 통증의 원인은 전하방 부분탈구, 회전근개 및 이두근의 질

접수일: 2010년 12월 23일, 1차 심사일: 2011년 1월 13일  
2차 심사일: 2011년 3월 9일, 게재승인일: 2011년 3월 10일  
교신저자: 편성범, 서울시 성북구 안암동 5가 126-1

☎ 136-705, 고려대학교 의과대학 재활의학교실

Tel: 02-920-6480, Fax: 02-929-9951

E-mail: rmpyun@korea.ac.kr

본 연구는 2009년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2009-32A-H00017).

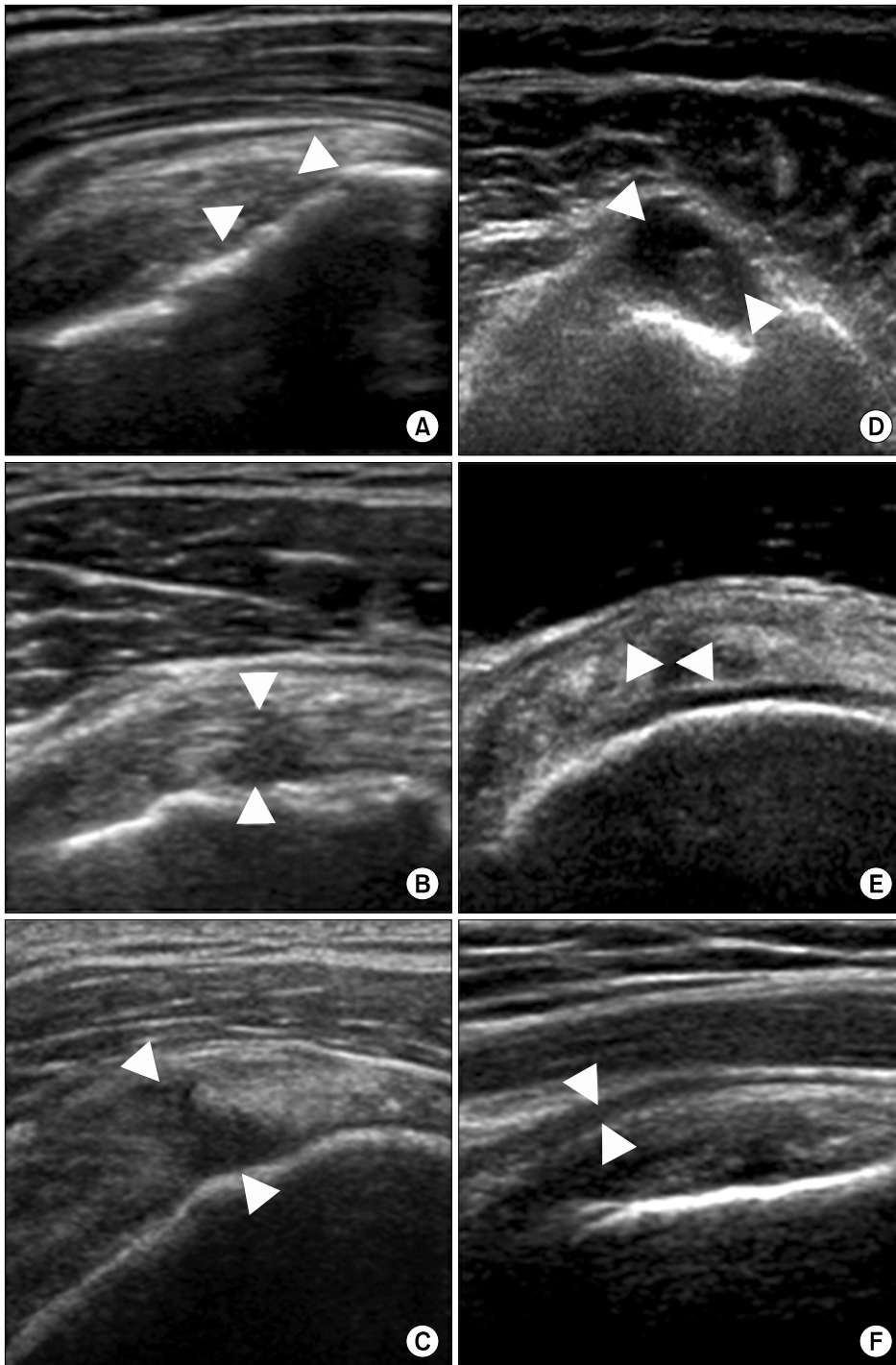
환, 경직, 관절낭의 구축, 복합부위통증증후군 등으로 알려져 있는데,<sup>4</sup> 이에 대해 회전근 건염, 회전근 건의 파열, 관절내 삼출 등 초음파 검사를 통해 평가할 수 있는 병리 소견들이 제시되어왔다. 그러나 아직 뇌졸중 이후 회복 단계에 따른 편마비측 어깨 관절의 초음파 검사 소견과 임상 양상에 대한 연구는 많지 않은 형편이다.

본 연구는 뇌졸중 환자에서 어깨 통증을 동반한 편마비

환자를 대상으로 Brunnstrom 기에 따른 단계별 어깨관절 초음파 소견과 다양한 임상 양상들과의 관계를 분석하여 관련성을 제시하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

후향적 의무기록 조사를 시행하여 2005년 1월부터



**Fig. 1.** Abnormal ultrasonographic finding of hemiplegic shoulders. The arrowheads indicate the abnormal lesions. The partial-thickness tear in supraspinatus tendon was noted on longitudinal view (A) and transverse view (B), and the full-thickness tear on longitudinal view (C). The fluid-filled defect was noted in sheath of biceps long head tendon on transverse view (D). The focal hypoechoic defect in subscapularis on transverse view (E). The fluid-filled defect was noted in the subacromial-subdeltoid bursa area (F).

2009년 12월까지 허혈성 및 출혈성 뇌졸중으로 본원에 입원한 편마비 환자 중 편마비측 어깨 통증으로 초음파를 시행한 82명을 대상으로 하였다. 어깨 관절의 질환이나 손상의 과거력 혹은 수술력이 있는 경우는 제외하였다. 기본정보로 연령, 성별, 당뇨병의 이환 유무, 뇌졸중 발생과 초음파 검사 시점 사이의 기간, 뇌졸중의 유형 및 편마비측 위치를 조사하였고, Brunnstrom 기, 뇌졸중 상지기능 평가(Manual function test, MFT) 점수를 기록하였으며, 감각이상, 경직, 어깨부분탈구의 유무를 조사하였다. 뇌졸중 후 기능적 회복에 대한 기준은 Brunnstrom 기<sup>5</sup>를 이용하여, 1~2기는 1차 회복 단계(first recovery stage, RS1), 3~4기는 2차 회복 단계(second recovery stage, RS2), 5~6기는 3차 회복 단계(third recovery stage, RS3)로 분류하였다. MFT는 뇌졸중 환자에서 전반적인 상지 기능을 평가하는 검사로 어깨의 큰 움직임부터 손의 미세운동능력까지 8개 평가 항목으로 구성되어 있으며,<sup>6</sup> 이는 수년간의 임상경력을 지닌 작업치료사 2인에 의해 평가되었다. 감각의 평가는 편마비측 상지의 촉각(light touch), 통각(pin-prick), 위치감각(proprioception)을 조사하였고, 촉각과 통각은 표층 감각(superficial sensation)으로, 위치감각은 심부감각(deep sensation)으로 분류하여 이상 유무를 조사하였다. 어깨 경직은 modified Ashworth scale<sup>7</sup>을 이용하여 1점 이상일 경우 경직이 존재하는 것으로 정하였다.<sup>8</sup> 어깨부분탈구는 침상에서 수지폭 검사를 이용하여 견봉하연과 상완골두 사이 간극을 손가락 넓이의 단위로 표현하여 측정된 것으로 최소한 1개 수지폭 이상인 경우에 어깨부분탈구가 존재하는 것으로 정하였다. 모든 환자는 편마비측 어깨 통증을 호소하는 당일에 7~15 MHz 주파수의 고해상 선형 탐침(EnVisor HD system, Phillips, Bothell, USA)으로 초음파 검사를 시행받았다. 초음파 검사 소견 중 극상근건(supraspinatus tendon, SST)의 이상 소견은 건이 보이지 않거나 파열의 범위가 관절면에서 활

액낭면까지 확장되어 비연속성이 힘줄의 모든 층에서 관찰되는 경우(full-thickness tear)와 복합성 예코가 있거나 저에코의 부위가 최소한 2개의 교차면에서 보이는 경우(partial thickness tear)로 정하였다.<sup>9</sup> 상완이두근건(Biceps long head tendon, BLH)의 이상소견은, 횡단면상 건 주위의 저에코륜 소견을 보이거나 종단면상 건 주위 저에코륜을 보이고 팔의 움직임에 따라 삼출액의 이동이 나타나는 소견으로 정하였다.<sup>10</sup> 견봉하-삼각근하 윤활낭(Subacromial-subdeltoid bursa, SA-SD bursa)의 이상 소견은, 윤활낭 두께가 2 mm 이상이면서 삼출액 저류로 인한 저에코가 관찰되거나 활액막의 증식에 따른 고에코가 관찰되는 경우로 정하였다.<sup>11</sup> 견갑하근(subscapularis tendon, SCT)의 이상 소견은, 상완을 외회전시킨 상태에서 검사를 시행하여 복합성 또는 저에코성 병변이 다양한 각도에서 확인되거나 힘줄의 비연속성이 나타날 때로 정하였다(Fig. 1).<sup>12</sup>

자료는 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. RS1, RS2, RS3군들의 임상 양상과 초음파 소견의 연관성을 파악하기 위해 카이제곱검정법과 분산분석법 및 t 검정법을 이용하였고, 각 군의 비정상 초음파 소견들의 빈도를 비교하기 위해 Fisher의 정확검정법을 이용하였다. 통계적 유의성은  $p < 0.05$  수준으로 하였다.

## 결 과

환자들의 성별은 남자 37명, 여자 45명이었고, 평균연령은 63.5세(범위: 41~85세)이었다. 뇌졸중의 유형은 출혈성 52명, 허혈성 30명이었고, 편마비측은 오른쪽 33명, 왼쪽 49명이었다. RS1, RS2, RS3 환자군의 기본 정보를 비교하였을 때 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

경직은 RS2 군에서, 어깨부분탈구는 RS1과 RS2 군에서 다른 군에 비해 유의하게 많은 빈도를 보였고, 표층 감각의 이상은 통계적으로 유의한 차이가 없는 반면, 심부감각

**Table 1.** Group Comparison of Clinical Characteristics in Patients with Stroke

	RS1 (n = 48)	RS2 (n = 21)	RS3 (n = 13)	p value
Age, years, mean (SD)	63.5 (10.7)	63.6 (13.2)	63.1 (4.1)	0.99
Gender, male/female	24/24	10/11	3/10	0.22
Diabetes mellitus (%)	10 (20.8)	6 (28.6)	2 (15.4)	0.64
Stroke type (%)				0.89
Infarction	19 (39.6)	7 (33.3)	4 (30.8)	
Hemorrhage	29 (60.4)	14 (66.7)	9 (69.2)	
Hemiplegic side, right/left	21/27	6/15	6/7	0.44
Duration from stroke onset, days, mean (SD)	41.9 (24.1)	46.2 (30.5)	47.2 (15.5)	0.70

SD: standard deviation, RS1: first recovery stage (Brunnstrom stage 1, 2), RS2: second recovery stage (Brunnstrom stage 3, 4), RS3: third recovery stage (Brunnstrom stage 5, 6).

**Table 2.** Physical Findings According to the Stage of Motor Recovery

	RS1 (n = 48)	RS2 (n = 21)	RS3 (n = 13)	p value
Spasticity of shoulder (%)	18 (37.5)	15 (71.4)	3 (23.1)	0.02*
Glenohumeral subluxation (%)	33 (68.8)	11 (52.4)	1 (7.7)	<0.01*
Sensory impairment				
Superficial sensation (%)	36 (75.0)	15 (71.4)	6 (46.2)	0.13
Deep sensation (%)	34 (70.8)	11 (52.4)	3 (23.1)	0.01*
MFT scores, mean (SD)	2.3 (4.4)	14.3 (5.7)	21.8 (2.5)	<0.01*

\*p<0.05. SD: standard deviation, RS1: first recovery stage (Brunnstrom stage 1, 2), RS2: second recovery stage (Brunnstrom stage 3, 4), RS3: third recovery stage (Brunnstrom stage 5, 6), MFT: manual function test.

**Table 3.** Group Analysis for Abnormal Ultrasonographic Finding

Abnormal US findings	RS1 (n = 48)	RS2 (n = 21)	RS3 (n = 13)	p
BLH (%)	12 (25.0)	7 (33.3)	8 (61.5)	0.04*
SST (%)	28 (58.3)	5 (23.8)	4 (30.8)	0.02*
SCT (%)	2 (4.2)	0 (0.0)	1 (7.7)	0.61
SA-SD bursa (%)	15 (31.3)	6 (28.6)	10 (76.9)	0.01*
Total (%)	39 (81.3)	12 (57.1)	11 (84.6)	0.07

\*p<0.05. US: ultrasonographic, RS1: first recovery stage (Brunnstrom stage 1, 2), RS2: second recovery stage (Brunnstrom stage 3, 4), RS3: third recovery stage (Brunnstrom stage 5, 6), BLH: biceps long head, SST: supraspinatus tendon, SCT: subscapularis tendon, SA-SD: subacromial-subdeltoid.

**Table 4.** The Relationship between Clinical Features and Abnormal Ultrasonographic Findings

	Relative risk or p-value (95% CI)		
	SST	BLH	SA-SD bursa
Shoulder spasticity	0.41 (0.26~0.64)*	0.85 (0.63~1.15)	0.86 (0.61~1.20)
Glenohumeral subluxation	3.00 (1.86~4.81)*	0.87 (0.63~1.20)	1.17 (0.84~1.64)
Impaired deep sensation	2.56 (1.68~3.91)*	0.87 (0.63~1.20)	1.35 (0.96~1.94)
MFT scores	p=0.08	p=0.41	p=0.04*,†

\*p<0.05. †The MFT scores of group with SA-SD bursa abnormality were significantly higher than those with normal SA-SD bursa. CI: confidence interval (upper-lower), SST: supraspinatus tendon, BLH: biceps long head tendon, SA-SD: subacromial-subdeltoid, MFT: manual function test.

의 이상은 통계적으로 유의한 차이를 보였고, MFT 값 또한 유의한 차이를 나타내었다(Table 2).

초음파 검사에서, 82명의 환자 중 62명(75.6%)에서 이상 소견이 나타났다. 각 환자군의 초음파 이상 소견의 빈도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나(p=0.07), 이상 소견을 보인 구조물 중에서 BLH와 SA-SD bursa는 RS3 군에서, SST는 RS1 군에서 유의하게 많은 빈도를 보였다(Table 3).

상기 결과들을 바탕으로 어깨 경직, 어깨부분탈구, 심부 감각의 이상, MFT 값들이 초음파 검사의 이상 소견들에 미치는 비교위험도와 관련성을 통계적인 방법을 이용하

여 산출하였다. 어깨경직이 없는 경우와 어깨부분탈구와 심부감각의 이상이 있는 경우에 각각 SST의 이상 소견에 유의한 위험도를 나타내었고, SA-SD 윤활낭의 이상 소견을 보이는 군의 MFT 값은 이상 소견을 보이지 않는 군의 MFT 값에 비해 의미있게 높았다(p<0.05) (Table 4).

## 고 찰

편마비측 어깨 통증은 뇌졸중 후 주요 합병증 중에 하나이며, 마비 및 경직이 동반된 경우 정상인의 어깨 통증과 달리 객관적인 신체 검진이 어려운 특징을 지닌다.<sup>13</sup> 어깨

관절 초음파 검사는 간편하고 통증을 거의 일으키지 않는 시술로서 통증과 관련된 병리 소견을 제시하여 진단과 치료에 도움을 주어,<sup>14</sup> 뇌졸중 후 편마비측 어깨 통증을 평가하는데 유용하다. 김 등<sup>15</sup>은 편마비측 어깨 통증을 호소하는 20명의 환자를 대상으로 초음파 검사상 관절내 삼출이 어깨 통증과 관련이 있음을 제시하였고, 고 등<sup>16</sup>은 통증을 동반한 편마비측 어깨의 초음파상 이상 소견의 빈도(51.0%)가 통증을 동반하지 않는 군(9.5%)에 비해 의미있게 높은 것을 보고하였다. 3주 정도의 기간을 두고 추적 검사를 시행한 다른 연구에서는 통증과 관련된 편마비측 어깨의 초음파 이상 소견의 빈도를 55.9~85.3%로 보고하였다.<sup>17</sup> 본 연구에서 편마비 환자 중 어깨관절 통증을 호소하는 82명의 환자를 대상으로 초음파 검사를 시행한 결과 62명(75.6%)에서 이상소견이 관찰되어 앞선 연구들과 비슷한 결과를 보였다.

MFT는 뇌졸중 후 편마비측 상지의 손상된 운동 기능의 수준을 잘 반영하고 Brunnstrom 기와 유의한 관련이 있음이 밝혀져 있다.<sup>18</sup> 본 연구에서 극상근건의 이상 소견은 회복의 초기 단계에 상대적으로 높은 빈도를 보였는데, 이는 RS1 환자군에 이완성(flaccid) 어깨의 빈도가 많기 때문인 것으로 해석된다. 과거 연구들은 이완성 편마비측 상지가 경직이 있는 경우보다 회전근개의 손상에 더 취약한 것으로 보고하였다. 그 원인으로 반복적인 신장 손상과 어깨이음근육들(shoulder girdle muscles)의 취약해진 보호 기능 때문으로 설명하였으며,<sup>19,20</sup> 뇌졸중 후 편마비측의 손상된 회전근개에 대한 자세한 신체검진 결과 극상근건 이상 소견의 빈도(48%)가 가장 많다고 보고하였다.<sup>21</sup> 이와 관련하여 본 연구에서 RS1 환자군에는 어깨부분탈구의 빈도가 68.8%로 다른 군에 비해 상대적으로 많았고, 어깨부분탈구 있는 군은 없는 군에 비해 극상근건의 손상을 보일 수 있는 비교위험도가 3배 정도인 결과를 보였다.

또한 심부 감각의 이상 또한 회전근개 손상의 위험 요소로 분석되었는데, Chang 등<sup>22</sup>은 촉각(tactile)의 이상이 어깨부분탈구의 관련 요인이라 주장하였고, Huang 등<sup>17</sup>은 고유수용감각(proprioception)의 이상이 편마비측 어깨의 연부 조직 손상 및 통증과 관련이 있음을 밝힌 바 있다.

상완이두근건의 이상은 편마비측 어깨에서 통증을 유발하는 원인으로 알려져 있다.<sup>21</sup> 정상인에서 상완이두근건의 어깨 관절에 대한 기능이 명확히 밝혀지지 않았지만, 일반적으로 어깨관절(glenohumeral joint)의 수직적 안정성에 기여하는 것으로 받아들여지고 있다. 일부 연구들에서 어깨 관절이 불안정할수록 상완이두근의 역할이 증가하고,<sup>23</sup> 극상근건 파열로 인한 상완이두근건의 과부하가 병리 기전이라고 주장하였다.<sup>24</sup> 본 연구에서 총 27명

(32.9%)의 환자에서 상완이두근건의 이상 소견을 보였는데, Brunnstrom stage 5~6기의 환자군에서 상대적으로 많은 빈도(61.5%)를 보였으며 이들 중 절반이 극상근건의 손상을 동반하고 있었다. 반면 반수 이상(58.3%)이 극상근건 손상을 보인 RS1 군에서는 상완이두근건의 이상 소견이 25.0%에 불과하였다. 이 등<sup>25</sup>의 연구에서도 Brunnstrom stage 5~6기의 환자군에서 상완이두근의 이상 소견이 다른 이상 소견에 비해 많았다. 즉, 편마비측 어깨의 상완이두근건 이상은, 앞서 언급한 정상인에서의 병리 기전 뿐만 아니라 어깨 근육들의 상대적인 운동 기능 회복 차이와 관련을 가지거나 불완전하게 회복된 운동 기능으로 인한 불안정성 어깨 움직임이 과도하게 증가하여 발생한 것으로 생각된다.<sup>25</sup> 더욱이 RS3 환자군에서 견봉하-삼각근하 윤활낭의 이상 소견의 빈도가 높고, MFT 값이 윤활낭의 이상 유무와 유의한 관련성( $p=0.02$ )을 가진 결과도 불안정성과 과사용(overuse)을 뒷받침하는 소견으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로, 후향적으로 자료를 수집함에 따라 통증이나 경직의 정도를 파악하지 못하여 정량화를 시행하지 못했다는 점과 통증을 호소하지 않는 편마비 환자군과 비교하지 못한 점을 들 수 있다. 게다가 초음파 상의 병리적 소견들의 시간적 전후 관계를 규명하지 못한 단면 조사의 한계로 인해, 이러한 이상 소견들이 통증 발생에 기여할 뿐 근본적인 원인으로 제시될 수는 없을 것으로 사료된다. 이를 위해 향후 잘 계획된 비교연구가 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

뇌졸중 발생 이후 편마비측 어깨 관절에 통증을 호소하는 환자에서 초음파 검사상 이상 소견을 보인 경우가 75.6%로 매우 흔하였으며, 이 중 극상근건, 상완이두근건, 견봉하-삼각근하 윤활낭의 이상 소견이 가장 많았다. 초음파상 이상 소견의 빈도는 운동 기능의 회복 단계와 통계적인 관련이 적지만, 이상을 보이는 세부 구조물의 빈도는 단계에 따른 차이를 보여, 극상근건의 이상 소견은 Brunnstrom stage 1~2에서, 상완이두근건과 견봉하-삼각근하 윤활낭의 이상은 Brunnstrom stage 5~6에서 상대적으로 높은 빈도를 나타내었다. 이는 각각 이완성 마비로 인한 극상근건의 반복적인 과신장 손상과, 손상 이후 이차적인 상완이두근건의 과부하와 불안정한 어깨 관절의 과사용이 원인으로 작용했을 가능성이 있어 편마비측 상지의 재활치료에 주의가 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Bohannon RW, Larkin PA, Smith MB, Horton MG. Shoulder pain in hemiplegia: statistical relationship with five variables. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67:514-516
- 2) Hedtmann A, Fett H. Ultrasonography of the shoulder in subacromial syndrome with disorders and injuries of the rotator cuff. *Orthop.* 1995;24:498-508
- 3) van Moppes FI, Veldkamp O, Roorda J. Role of shoulder ultrasonography in the evaluation of the painful shoulder. *Eur J Radiol.* 1995;19:142-146
- 4) Joynt RL. The source of shoulder pain in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:409-413
- 5) Brandstater ME. Stroke Rehabilitation. In: DeLisa JA, Gans BM, editors. *Physical Medicine & Rehabilitation.* 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005:1667-1668
- 6) Miyamoto S, Kondo T, Suzukamo Y, Michimata A, Izumi S. Reliability and validity of the Manual Function Test in patients with stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009;88: 247-255
- 7) Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67: 206-207
- 8) Brashear A, Zafonte R, Corcoran M, Galvez-Jimenez N, Gracies JM, Gordon MF, McAfee A, Ruffing K, Thompson B, Williams M, Lee CH, Turkel C. Inter- and intrarater reliability of the Ashworth Scale and the Disability Assessment Scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1349-1354
- 9) Middleton WD. Ultrasonography of the shoulder. *Radiol Clin North Am.* 1992;30:927-940
- 10) Peetrons P, Rasmussen OS, Creteur V, Chhem RK. Ultrasound of the shoulder joint: non 'rotator cuff' lesions. *Eur J Ultrasound.* 2001;14:11-19
- 11) Chhem R, Cardinal E. Guidelines and gamuts in musculoskeletal ultrasound. 1st ed. New York: Wiley-Liss; 1999
- 12) Teefey SA, Hasan SA, Middleton WD, Patel M, Wright RW, Yamaguchi K. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:498-504
- 13) McLean DE. Medical complications experienced by a cohort of stroke survivors during inpatient, tertiary-level stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:466-469
- 14) Fodor D, Poanta L, Felea I, Rednic S, Bolosiu H. Shoulder impingement syndrome: correlations between clinical tests and ultrasonographic findings. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2009;11:120-126
- 15) Kim SK, Lee KL, Han GS. Ultrasonographic Evaluation of the Painful Hemiplegic Shoulder. *J Korean Acad Rehab Med.* 1999;23:622-629
- 16) Ko MH, Kim JY, Park SH, Kim NG, Seo JH. Comparison of Ultrasonographic Findings with Clinical Findings in Hemiplegic Shoulder. *J Korean Acad Rehab Med.* 2006;30: 213-218
- 17) Huang YC, Liang PJ, Pong YP, Leong CP, Tseng CH. Physical findings and sonography of hemiplegic shoulder in patients after acute stroke during rehabilitation. *J Rehabil Med.* 2010;42:21-26
- 18) Nakamura R, Moriyama S, Yamada Y, Seki K. Recovery of impaired motor function of the upper extremity after stroke. *Tohoku J Exp Med.* 1992;168:11-20
- 19) Roy C, Sands M, Hill L. Shoulder pain in acutely admitted hemiplegics. *Clin Rehabil.* 1994;8:334
- 20) Turner-Stokes L, Jackson D. Shoulder pain after stroke: a review of the evidence base to inform the development of an integrated care pathway. *Clin Rehabil.* 2002;16:276-298
- 21) Dromerick AW, Edwards DF, Kumar A. Hemiplegic shoulder pain syndrome: frequency and characteristics during inpatient stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89:1589-1593
- 22) Chang JJ, Tsau JC, Lin YT. Predictors of shoulder subluxation in stroke patients. *Gaoxiong Yi Xue Ke Xue Za Zhi.* 1995;11:250-256
- 23) Itoi E, Kuechle DK, Newman SR, Morrey BF, An KN. Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75:546-550
- 24) Wallny T, Wagner UA, Prange S, Schmitt O, Reich H. Evaluation of chronic tears of the rotator cuff by ultrasound. A new index. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:675-678
- 25) Lee IS, Shin YB, Moon TY, Jeong YJ, Song JW, Kim DH. Sonography of patients with hemiplegic shoulder pain after stroke: correlation with motor recovery stage. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192:W40-44