

신경전도검사를 이용하여 경추 6-7 신경공협착에 의한 경추 포착 신경병증과 감각신경 활동전위의 연관성 연구

강천지, 김자영, 김대열

울산대학교 서울아산병원 재활의학과

Relationship Between Cervical Nerve Root Entrapment Due to Cervical 6-7 Foraminal Stenosis and Sensory Nerve Action Potentials in Nerve Conduction Study

Cheon Ji Kang, JaYoung Kim, Dae Yul Kim

Department of Rehabilitation Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Objective: To compare the sensory nerve action potentials (SNAPs) between patients with cervical 6-7 foraminal stenosis (FS) and those without.

Methods: We enrolled patients who underwent a bilateral nerve conduction study (NCS) between January 2016 and December 2017. The FS group (n=35) included patients whose lesion was located at C6-7 FS. The non-FS group (n=75) had no lesions at C6-7 foramen. The amplitudes and latencies of SNAPs on the affected side were compared between the two groups. The proportion of those with abnormal SNAP responses was also evaluated.

Results: Compared with the non-FS group, the FS group had a significantly lower amplitude (30.5 vs. 40.2 μ V; age-adjusted $p < 0.001$) and a longer latency (3.31 vs. 3.17 ms; age-adjusted $p = 0.001$) of the median nerve. Abnormal amplitude was observed in 20.0% of the FS group and 4.0% of the non-FS group (age-adjusted $p = 0.007$), and abnormal latency was observed in 45.7% of the FS group and 26.7% of the non-FS group (age-adjusted $p = 0.010$). The median SNAP ratio between the affected side and the unaffected side was not significantly different between the two groups.

Conclusion: Patients with C6-7 FS had a lower amplitude and a longer latency of the median nerve than did those without. Abnormal SNAP amplitude and latency were significantly more common in patients with FS. SNAP amplitude may be used as a predictor of cervical FS.

Keywords: Electrodiagnosis; Cervical foraminal stenosis; Sensory nerve action potential; Median nerve

Received: March 11, 2020

Revised: July 23, 2020

Accepted: August 14, 2020

Corresponding author:

Dae Yul Kim

Department of Rehabilitation Medicine,
Asan Medical Center, University of
Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-
ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505,
Korea

Tel: 82-2-3010-3793

Fax: 82-2-3010-6964

E-mail: dykimsmart@gmail.com

서론

척추에서 신경근이 나가는 길은 해부학적으로 척주관내, 신경공내, 신경공외 구역으로 나뉜다. 신경공을 통해서 운동신경과 감각신경이 말초와 중추신경계로 이어지며 특히, 신경공내에는 후근신경절이 위치하고 있다. 따라서 신경공내, 신경공외에서 신경공협착이나 추간판탈출증 등 신경을 압박할 수 있는 질환으로 후근신경절이 눌리게 되고, 이로 인해 통증, 이상감각과 신경학적 감각증상이 유발되고, 운동신경의 압박으로 근위약이 발생할 수 있다[1-3]. 신경근 손상을 진단하기 위해서 신체진찰뿐만 아니라, 단순방사선 사진, 컴퓨터 단층 촬영, 자기공명영상, 전기진단검사 등을 시행한다. 자기공명영상에서 구조적인 이상 소견이 관찰되지 않으나 신경근병증이 있는 경우도 있다. 이는 영상검사의 높은 위음성 비율과 관련이 있다[4]. 이와 같은 경우에는 전기진단검사가 유용한 진단 도구이다[2].

한편, 신경근병증에서 감각신경전도검사는 대체로 정상소견을 보이거나, 복합근활동전위와 F파는 이상소견을 보일 수 있다[5,6]. 신경근병증은 병변 위치가 후근신경절보다 근위부위에 있는 경우, 감각신경전도검사는 정상소견을 보인다. 또한, 통증과 관련된 C섬유는 전 도속도가 느려서 통상적인 감각신경전도검사에서는 이상 소견이 관찰되지 않는다[5]. 이로 인해 감각증상이 있는 환자에서 신경공 협착이 있음에도 불구하고 근전도 검사에서 정상인 경우가 흔하다.

Muneharu 등[7]은 요추5번 신경근병증이 있는 환자를 신경공내 또는 신경공외의 협착이 있는 환자와 척주관협착이 있는 환자로 나누어서 표재비골신경의 감각신경 활동전위를 비교하는 연구를 하였다. 감각신경 활동전위는 건측과 환측의 비율로 비교하였다. 신경공내 또는 신경공외의 협착이 있는 환자에서 표재비골신경의 감각신경 활동전위 진폭의 비율이 낮게 나타났다.

Mondelli 등[8]의 연구에서는 요추5번 신경병증에서 표재비골신경 활동전위의 진폭이 감소되었으며, 천추1번 신경병증에서 비복신경 활동전위의 진폭이 감소되었으며, 이들은 모두 신경공협착이 있는 환자였다.

요추에서 신경공 협착과 감각신경 활동전위의 연관성을 본 연구는 있으나, 경추의 신경공 협착과 감각신경 활동전위의 연관성에 대한 연구는 아직 없다. 이에 따라 본 연구는 경추의 신경공 협착증이 있는 환자와 없는 환자에서 감각신경의 활동전위의 잠시, 진폭이 어떤 상관성이 있는지 확인하고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1) 연구대상

2016년 1월 1일부터 2017년 12월 31일까지 서울아산병원 재활의학과에서 상지에 대해 전기진단 검사를 시행한 환자를 대상으

로 후향적 조사를 실시하였다.

포함기준으로 목과 상지에 통증, 저림감, 둔한감각, 위약이 있는 환자, 전기진단 검사를 양측으로 시행한 환자, 자기공명영상 검사 결과가 있는 환자를 대상으로 하였다. 제외기준으로는 정중신경병증, 척골신경병증, 팔신경얼기병증, 말초신경병증이 있거나, 이전에 경추 수술을 받은 과거력이 있거나, 경추 6-7의 신경공 부위에 낭종, 암 등 종괴가 있거나, 자기공명영상 검사상 경추 6-7에 양측이 동일하게 신경공협착이 있는 환자로 설정하였다.

2) 연구방법

환자의 의무기록을 열람하여 근전도검사 기록, 자기공명영상 검사를 확인하였다. 전기진단 검사는 Nicolet™ (Natus neurology, Middleton, U.S.A.) 근전도 기기를 이용하였으며, 소인 속도 10 ms, 민감도 20 μ V, 여과 범위는 20 Hz에서 2 kHz 로 하였다. 표면 전극은 Ambull®사의 118mm \times 86 mm 타원형 전극을 이용하였다. 근전도실의 실내온도는 26°C에서 28°C 사이를 유지하였다.

근전도검사는 정중신경의 감각신경 활동전위를 확인하였다. 활동전극과 참고전극을 정중신경은 3번째 손가락에 부착하였으며, 활동전극은 첫마디뼈에, 참고전극은 끝마디뼈에 부착하여 측정하였다. 그리고 활동전극으로부터 근위부 14cm의 손목에서 최대초과자극을 역방향으로 자극하였다. 해당 연구는 정점잠시 (peak latency)와 기저선 음극정점진폭 (baseline to peak amplitude)를 사용하였다. 정상 값은 정중신경의 잠시는 3.3 ms [9] 이며, 정중신경의 진폭은 20 μ V [6] 로 하였다.

자기공명영상검사에서 경추6-7의 신경공협착 유무에 따라 2개 그룹으로 나누었다. 신경공협착이 일측에만 있거나, 양측에 있어도 영상 검사의 판독상 협착의 중증도가 한쪽이 더 심하게 있는 경우에는 신경공 협착이 있는 그룹으로, 신경공 협착이 없는 경우에는 신경공 협착이 없는 그룹으로 나누었다. 신경공 협착이 있는 그룹에서는 신경공 협착이 있는 쪽을, 신경공 협착이 없는 그룹에서는 증상이 있는 쪽을 영향을 받은 쪽으로 설정하고 분석하였다.

두 그룹간 비교를 위해서 정중신경의 진폭과 잠시의 절대값 및 건측과 환측의 비율을 사용하였으며, 이상값을 가진 환자수의 백분율을 확인하였다.

3) 통계 분석

통계 분석은 윈도우 용 SPSS version 18.0을 이용하였고, 통계학적 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 하였다. 환자 특성은 독립 표본 t 검정을 사용하였으며, 성별과 영향을 받은 부위의 좌우 비율에 대한 비교는 Pearson 카이제곱 검정을 사용하였다. 각 그룹간의 감각신경 활동전위 값과 비율의 비교는 독립 표본 t 검정을 사용

하였고, 신경공 협착이 있는 그룹과 없는 그룹의 감각신경활동 전위 비정상 수는 Pearson 카이제곱 검정 또는 Fisher의 정확한 검정을 사용하였다. 그룹간 비교에서 연령 보정을 위해 로지스틱 회귀분석을 사용하였다.

결과

2016년 1월부터 2017년 12월까지 2년간 본원에서 근전도 검사를 시행한 환자는 1564명이었으며, 이 중에서 자기공명영상 검사가 있는 환자는 539명 이었다. 정중신경병증, 척골신경병증, 팔신경얼기병증, 말초신경병증이거나, 이전에 경추 수술을 받은 과거력이 있거나, 경추 6-7의 신경공 부위에 종괴가 있거나, 자기공명영상 검사상 경추 6-7에 양측 신경공협착이 있는 환자를 제외하고 최종적으로 총 110명을 대상으로 분석하였다. 110명은 모두 목이나 상지에 신경학적인 증상을 동반하였다.

대상환자군 중 경추 6-7에 신경공 협착이 있는 그룹은 35명, 신경공 협착이 없는 그룹은 75명이었었다. 신경공 협착이 있는 그룹에서 여자는 17명, 남자 18명 이었으며, 신경공 협착이 없는 그룹에서 여자는 38명, 남자 37명이었었다. 양 그룹의 평균 나이는 각각 58.7 ± 10.7 세, 49.4 ± 13.1 세 이고, 체중은 각각 70.4 ± 13.4 kg, 63.1 ± 13.6 kg 으로 양 그룹간 유의미한 차이가 있었으나, 키, 신체질량지수, 영향을 받은 부위의 좌우 비율은 양 그룹간 유의미한 차이가 없었다 (Table 1).

경추 6-7에 신경공 협착이 있는 그룹과 없는 그룹에서 정중신경의 진폭은 각각 30.5 ± 12.4 μV, 40.2 ± 15.0 μV 로 유의미한 차이가 확인되었다 (p-value 0.003). 정중신경의 잠시의 경우 각각 3.31 ± 0.31 ms, 3.17 ± 0.38 ms 로 확인되었다 (p-value 0.090). 연령보정을 하였을 때는 정중신경의 진폭과 잠시 모두 통계적으로 유의미한 차이를 보였다 (연령보정 p-value는 각각 < 0.001, 0.001) (Table 2).

감각신경 활동전위의 비정상 환자수를 비교하였을 때, 정중신경의 진폭과 잠시는 신경공 협착이 있는 그룹에서 20.0 %, 45.7 % 로 확인되었으며, 신경공 협착이 없는 그룹에서는 4.0 %, 26.7 % 로 나타났다 (p-value는 각각 0.011, 0.047). 연령 보정을 시행하였을 때는 정중신경의 진폭과 잠시 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 확인되었다 (연령보정 p-value는 각각 0.007, 0.010) (Table 3).

전측과 환측의 비율을 경추 6-7에 신경공 협착이 있는 그룹과 없는 그룹에서 비교하였을 때, 정중신경의 진폭은 1.04 ± 0.43, 1.08 ± 0.42 로 나타났으며, 잠시는 0.99 ± 0.10, 1.00 ± 0.05 로 유의미한 차이는 관찰되지 않았다 (연령보정 p-value는 각각 0.108, 0.439) (Table 4).

고찰

정중신경의 감각신경 활동전위는 경추 신경공 협착의 예측인

Table 1. Baseline Characteristics

	C6-7 foraminal		p-value
	Stenosis (+) (n = 35)	Stenosis (-) (n = 75)	
Sex (Female : Male)	18:17	37:38	0.941 [†]
Age (years)	58.7 ± 10.7	49.4 ± 13.1	<.001
Weight (kg)	70.4 ± 13.4	63.1 ± 13.6	0.023
Height (cm)	163.1 ± 9.5	163.2 ± 10.1	0.984
BMI (kg/m ²)	26.3 ± 3.3	24.2 ± 7.3	0.169
Side of the foraminal stenosis or symptoms (Right : Left)	15:20	29:46	0.676 [†]

Values are mean ± SD.

[†]Pearson chi-square test; otherwise independent t-test was used.

Table 2. Comparison of the Median Nerve Sensory Nerve Action Potential Parameters between Patients with C6-7 Foraminal Stenosis and Those without

		C6-7 foraminal		p-value*	Age-adjusted p-value**
		Stenosis (+) [†]	Stenosis (-) ^{††}		
Median nerve	Amplitude (μV)	30.5 ± 12.4	40.2 ± 15.0	0.003	<.001
	Latency (ms)	3.31 ± 0.31	3.17 ± 0.38	0.090	0.001

Values are mean ± SD.

[†]Value of the affected side was used.

^{††}Value of the symptomatic side was used.

*Independent t-test.

**Univariate logistic regression analysis.

Table 3. Comparison of the Proportion of Patients with Abnormal Median Nerve Sensory Nerve Action Potential Parameters between Patients with C6-7 Foraminal Stenosis and Those without

		C6-7 foraminal		p-value	Age-adjusted p-value***
		stenosis (+)	stenosis (-)		
Median nerve	Patients with abnormal amplitude (%)	7 (20.0)	3 (4.0)	0.011*	0.007
	Patients with abnormal latency (%)	16 (45.7)	20 (26.7)	0.047**	0.010

Cut-off values for abnormal findings in the median nerve: latency, 3.3ms; amplitude, 20 μ V.

*Fisher's exact test.

**Pearson Chi-square test.

***Binary logistic regression analysis.

Table 4. Comparison of the Median Nerve Sensory Nerve Action Potential Ratio between Patients with C6-7 Foraminal Stenosis and Those without

		C6-7 foraminal		p-value*	Age-adjusted p-value**
		stenosis (+) [†]	stenosis (-) ^{††}		
Median nerve	Ratio of amplitude (μ V)	1.04 \pm 0.43	1.08 \pm 0.42	0.628	0.108
	Ratio of latency (ms)	0.99 \pm 0.10	1.00 \pm 0.05	0.399	0.439

Values are mean \pm SD.

[†]The ratio between the affected side and the unaffected was used.

^{††}The ratio between the symptomatic side and the asymptomatic side was used.

*Independent t-test.

**Univariate logistic regression analysis.

자료 사용 가능하다. 두 신경의 감각신경 활동전위 진폭과 정중신경의 감각신경 활동전위 잠시가 신경공 협착증이 있는 환자에서 유의미하게 감소되었다. 또한, 활동전위의 진폭과 잠시의 이상 소견이 있는 경우가 신경공 협착이 있는 환자군에서 유의미하게 더 많이 확인되었다.

Mondelli 등[8]의 연구를 보면, 요추 5번, 천추 1번에 신경근병증이 있는 환자의 7%에서 표재비골신경 또는 비복신경의 활동전위 진폭이 이상소견이 확인되었다. Mondelli 등은 감각신경의 활동전위의 진폭 감소가 신경근병증에서는 드물다고 하였지만 표재비골신경, 비복신경에서 이상소견이 있는 환자는 모두 신경공 협착이 있었다. 그리고 Ho 등[10]의 연구에서 요추 5번의 신경근병증이 있는 경우와 없는 경우를 비교하였을 때 표재비골신경의 이상이 요추 5번 신경근병증에서 더 많이 관찰되었다. 이러한 점은 본 연구에서 신경공 협착이 있을 경우, 감각신경 활동전위에 이상을 유발한다는 점과 일치한다.

Pawar 등[2]은 경추 신경근병증 진단을 보조하는 도구로써 근전도 검사가 유용하며, 특히 감각신경 활동전위가 운동신경 활동전위에 비해 특이성이 더 높다고 하였다. 하지만 해당 연구는 경추 신경근병증 진단 방법, 신경근병증의 위치에 대해서는 언급되어 있지 않으며, 신경근병증 위치의 구분 없이 비교분석을 진행하였다는 제한점이 있다. 본 연구는 정중신경과 경추 6-7의 신경공 협착증의 상관관계를 보았으며, 이는 Pawar의 연구처럼 감각신경이 신경근병증을 예측하는데 사용될 수 있음을 보여준다.

Muneharu 등[7]은 요추 5번 척주관협착이 있는 환자와 신경공

내 또는 신경공의 협착이 있는 환자를 대상으로 표재비골신경 감각신경을 확인하였으며, 신경공내 또는 신경공의 협착이 있는 환자에서 활동전위 진폭이 감소된 경향을 보였다. Muneharu의 연구는 요추 5번을 대상으로 한 연구이기는 하지만, 신경공 협착과 감각신경 활동전위의 상관관계를 확인한 연구이다. 이러한 점은 본 연구에서 경추 신경공 협착과 감각신경의 활동전위가 상관관계가 있다는 결론과 일치한다.

본 연구의 제한점으로 후향적 연구라는 점, 단일기관 연구이며 대상환자 수가 적다는 점, 자기공명영상검사와 근전도 검사 시기의 차이가 존재한다는 점이 있을 수 있다. 또한 신경공협착의 중증도에 따른 감각신경의 연관성을 비교하지 않았다. 따라서 향후 연구는, 전향적 연구로 다기관에서 대상환자 수를 늘려서 시행하고, 협착정도에 따른 연관성을 분석하는 것이 좋겠다. 또한 가능하다면, 신경공협착을 예측할 수 있는 기준값 확인을 고려하는 것이 필요하다.

결론

근전도 검사에서 정중신경의 감각신경 활동전위는 경추 신경공 협착을 예측하는데 유용한 것으로 판단된다. 따라서, 정중신경의 감각신경 활동전위가 비정상 이거나 진폭이 이상 소견이 있는 경우 신경공 협착을 의심하고 추가적인 검사를 고려해 봐야 한다.

ORCID

Cheon Ji Kang, <https://orcid.org/0000-0001-7950-7207>

JaYoung Kim, <https://orcid.org/0000-0002-5010-8090>

Dae Yul Kim, <https://orcid.org/0000-0003-1275-1736>

References

1. Bogduk N: The anatomy and pathophysiology of neck pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2011; 22: 367-382, vii
2. Pawar S, Kashikar A, Shende V, Waghmare S: The study of diagnostic efficacy of nerve conduction study parameters in cervical radiculopathy. *J Clin Diagn Res* 2013; 7: 2680-2682
3. ES K: The dorsal root ganglion in chronic pain and as a target for neuromodulation: a review. *Neuromodulation* 2015; 18: 24-32
4. Aota Y, Niwa T, Yoshikawa K, Fujiwara A, Asada T, Saito T: Magnetic resonance imaging and magnetic resonance myelography in the presurgical diagnosis of lumbar foraminal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007; 32: 896-903
5. Sohn MK, Choi YC, Seo JHwan, Shim DS, Kwon HK: An evidence-based electrodiagnostic guideline for the diagnosis of radiculopathy. *J Electrodiagn Neuromuscul Dis* 2012; 14: 1-9
6. Shapiro B, Preston D: *Electromyography and neuromuscular disorders: clinical-electrophysiologic correlations*, Amsterdam: Elsevier, 2013, p. 625
7. Ando M, Tamaki T, Kawakami M, Minamide A, Nakagawa Y, Maio K, et al: Electrophysiological diagnosis using sensory nerve action potential for the intraforaminal and extraforaminal L5 nerve root entrapment. *Eur Spine J* 2013; 22: 833-839
8. Mondelli M, Aretini A, Arrigucci U, Ginanneschi F, Greco G, Sicurelli F: Sensory nerve action potential amplitude is rarely reduced in lumbosacral radiculopathy due to herniated disc. *Clin Neurophysiol* 2013; 124: 405-409
9. Dumitru D, Amato A, Zwarts M: *Electrodiagnostic medicine*, 2nd ed, Elsevier; 2001, pp. 201-203
10. Ho YH YS, Lin YT, Lo YK: Sensory nerve conduction studies of the superficial peroneal nerve in L5 radiculopathy. *Acta Neurol Taiwan* 2004; 13: 114-119