



석 정 임
대구가톨릭의대

Diagnostic role of ultrasound in neuropathy

Jung Im Seok

Department of Neurology, School of Medicine, Catholic University of Daegu

Over the past decades, researchers have investigated the ultrasonographic changes that occur in the nerves and muscles of those with neuromuscular disorder. The most useful aspects of neuromuscular ultrasound, according to the experts, are that it helps define anatomy, discovers unexpected findings, and complements electrodiagnostic testing. This article reviews sonographic findings that are helpful in the evaluation of neuromuscular disorder including compressive mononeuropathy, demyelinating polyneuropathy, and motor neuron disease.

Key Words: ultrasound, motor neuron disease, mononeuropathy, polyneuropathy

서론

전기진단검사는 수십년동안 말초신경질환을 진단하는 가장 기본적인 검사였고 현재에도 거의 모든 신경과 검사실에서 전기진단검사의 결과를 바탕으로 말초신경질환을 진단하고 있으나, 검사방법과 기술에서는 특별한 발전은 없었다. 이에 반해, 초음파 관련 기술은 획기적인 발전을 하였고, 초음파검사로 말초신경을 평가할 수 있게 되었다. 전기진단검사의 한계였던 영상정보를 주기 때문에 초음파를 말초신경질환의 진단에 이용하는 검사실이 빠르게 늘고 있다. 초음파검사는 전기진단검사처럼 쉽게 기계를 옮겨서 간편하게 검사할 수 있으면서 전기진단검사의 단점인 통증이 없고 가장 안전한 검사 중에 하나이다.

다양한 말초신경병증에서 초음파검사가 실제적인 도움이 되고 쉽게 접근할 수 있는 질환을 중심으로 초음파검사의 유

용성을 정리하였다.

본론

신경근육초음파검사를 전문적으로 시행하고 있는 의사를 대상으로 조사한 결과에 따르면 여러 말초신경질환 중에서 초음파검사를 진단에 이용하는 대표적인 질환은 압박신경병증, 외상성 신경병증, 탈수초성 다발신경병증, 근육위축가쪽 경화증이었다.

1. 압박신경병증 (Compressive neuropathy)

압박신경병증이 발생하는 부위는 대부분 초음파검사로 신경을 잘 볼 수 있는 부위이고, 각 부위별 신경단면적에 대한 정상값도 잘 연구되어 있다(Table 1).^{1,3} 압박신경병증에서 보이는 대표적인 초음파 소견은 신경 단면적의 증가, 에코 음영 감소, 혈관분포증가이다. 이 중에서 검사가 쉽고 간단한 신경 단면적이 진단기준으로 가장 많이 사용된다.⁴

1) 손목굴증후군(carpal tunnel syndrome)

최근 연구에서 손목굴증후군의 진단검사로써 초음파검사의 유용성이 검증되었다(Level A).⁵ 손목굴증후군의 진단에

Jung Im Seok, MD

Department of Neurology, School of Medicine, Catholic University of Daegu

33, Duryugongwon-ro 17-gil, Nam-gu, Daegu, 42472 Korea

Tel: 82-53-650-3440, Fax: 82-53-654-9786

E-mail: ji-helppgod@hanmail.net

가장 민감한 초음파적 소견은 굽힘근지지띠(flexor retinaculum) 근위부에서 정중신경의 단면적인 증가하는 것이다.⁶ 드물지 않게 원위부의 정중신경만 증가된 경우도 있기 때문에 위음성을 줄이기 위해서는 굽힘근지지띠의 근위부와 원위부를 모두 검사하도록 권하고 있다. 단면적 증가와 함께 에코음영 감소, 혈관분포 증가, 정중신경의 운동성 감소 등이 동반될 수 있다.

초음파 검사를 통해 전기진단검사로는 알 수 없는 손목굴 증후군의 원인을 파악할 수 있다. 대부분의 손목굴증후군은 특발성으로 손의 반복적인 사용과 관련이 있고, 당뇨병, 갑상선저하증, 비만 같은 전신질환이 있는 경우 더 잘 발생한다.⁷ 하지만, 소수에서 공간점유병터나 구조적인 이상이 원인인 경우가 있다.⁸ 소수이기 때문에 모든 환자에서 초음파검사를 할 필요는 없지만, 편측에만 이상이 있거나 급성 발병인 경우에 이러한 구조적인 이상이 있을 가능성이 많기 때문에 선별적으로 시행하면 도움이 된다.⁹

손목굴에서 보이는 정상 변이인 갈라진 정중신경(bifid median nerve, BMN)과 정중동맥존속(persistent median artery, PMA)에 대한 관심에 근래에 많아졌고, 초음파검사를 통해 두 가지 모두 쉽게 확인할 수 있다. BMN는 손목굴증후군의 위험인자로 알려지기도 하였으나 손목굴증후군에서 더 높은 빈도를 나타내는지에 대해서는 상반된 보고가 있어 아직은 결론을 내리기 어렵다.^{10,11} PMA는 혈전증이나 혈관확장에 의해 손목굴증후군을 유발할 수 있고,^{12,13} 수술 전에 이 혈관의 존재를 알면 혈관손상 같은 합병증을 예방하는데 도움이 된다.

2) 자신허경병증 (ulnar neuropathy at the elbow)

팔꿈치부위에서 발생하는 자신허경병증은 손목굴증후군 다음으로 흔한 압박신경병증이다. 자신허경병증의 진단에서도 전기진단검사가 가장 기본적인 검사이지만, 손목굴증후군과 비교해 볼 때 전기진단검사의 정확도가 떨어지는 경향이 있다.^{14,15} 전기진단검사를 시행할 때 팔꿈치의 위치가 잘못되거나 자신허이 내측상과(medial epicondyle) 바깥으로 벗어나서(dislocation) 자신허의 길이 측정에 오류가 생기면 위음성이 나타날 수 있기 때문이다. 손목굴증후군과 마찬가지로 팔꿈치부위에서 자신허의 단면적이 증가하는 것이 가장 흔한 초음파 소견이다. 초음파검사의 진단적인 민감도는 80% 이상으로 보고되었다.¹⁶ 전기진단검사만 하는 경우와 초음파검사를 함께 시행한 경우를 비교하니 진단적 민감도가 78%에서 98%로 증가한다는 보고가 있다.¹⁵

초음파검사를 통해 자신허경병증의 원인이 될 수 있는 구조에 대한 정보도 얻을 수 있다. 팔꿈치근(Anconeus epitrochlearis)의 확인, 발음성 삼두근 증후군(snapping triceps syndrome)의 확인, 자신허의 탈구(dislocation)나 부분탈구(subluxation) 여부를 실시간으로 알 수 있다.^{17,18}

3) 종아리신경병증 (peroneal neuropathy)

종아리신경병증은 하지에서 가장 흔한 압박신경병증이다. 종아리뼈 머리(fibular head)를 돌아서 내려가는 위치에서 피부 바로 아래에 위치하기 때문에 특히 압박에 취약하다. 발치점으로 발현해서 온종아리신경병증을 진단받은 환자를 대

Table 1. Normal reference values for cross-sectional area

nerve	Site	Mean	SD	Percentiles		Reference range
				2.5 th	97.5 th	
Median, Rt	carpal tunnel	9.58	1.55	7.02, 12.58		6.48-12.68
Median, Lt	carpal tunnel	9.19	1.54	6.44, 11.88		6.11-12.27
Median, Rt	forearm	6.87	1.61	4.91, 10.19		4.91-10.19
Median, Lt	forearm	6.75	1.28	4.72, 9.19		4.19-9.31
Ulnar, Rt	wrist	4.72	0.91	3.21, 6.10		2.90-6.54
Ulnar, Rt	medial epicondyle	6.64	1.33	4.81, 8.89		4.81-8.89
Radial, Rt	spiral groove	6.48	1.68	4.22, 9.97		4.22-9.97
Peroneal, Rt	popliteal fossa	9.30	2.16	6.51, 12.80		6.51-12.80
Peroneal, Rt	fibular head	12.35	3.55	7.02, 19.19		7.02-19.19
Tibial, RT	popliteal fossa	26.98	6.92	17.61, 42.10		17.61-42.10

The reference range is determined as the mean+2SD for normally distributed data and from 97.5th percentile for non-normally distributed data. Cross-sectional area is distributed normally for both median nerves at the wrist, left median at the forearm, and right ulnar at the wrist. All values are in mm². Rt; right, Lt; left, SD; standard deviation.

상으로 초음파를 검사한 결과 단면적의 유의한 증가소견이 보였고, 종아리뼈 머리와 종아리뼈 머리의 근위부에서 주로 확인되었다.¹⁹ 해부학적인 이유로 종아리뼈 머리 근처의 정강종아리관절은 신경절(Ganglion)이 가장 잘 발생하는 부위이다. 신경절을 포함한 공간점유병터 확인에도 초음파 검사가 유용하다.²⁰

2. 탈수초다발신경병증 (Demyelinating Polyneuropathy)

1) 유전성 탈수초다발신경병증(Inherited demyelinating polyneuropathy)

Charcot-Marie Tooth (CMT)의 탈수초성 형태에서 전체적으로 말초신경의 단면적인 증가된 소견이 보이고, 개별 신경 다발의 크기증가도 관찰된다.^{21,22} 축삭성에서도 탈수초성 형태만큼은 아니지만, 정상에 비해서는 뚜렷하게 증가된 소견을 볼 수 있다. CMT와 달리 hereditary neuropathy with liability to pressure palsies (HNPP)는 부분적으로 단면적이 증가된 소견을 보인다. 하지만, 만성염증성탈수초다발신경병증(CIDP)나 다초점운동신경병증(MMN)과는 달리 신경압박에 취약한 해부학적 위치에서 신경이 커져 있었다.²³

2) 후천성 탈수초다발신경병증(Acquired demyelinating polyneuropathy)

후천성 탈수초성 말초신경병증인 CIDP나 MMN에서는 부분적으로 단면적인 증가된 소견이 관찰된다.^{24,25} 근위부 정중신경, 근위부 자신경, 상완신경총이 주로 커지는 부위이며 증상이 있는 부위와 일치하지 않는 경우도 드물지 않다. MMN은 신경전도검사에서 전도차단이 보이는 특징이 있지만, 전도차단이 뚜렷하지 않은 경우 초음파검사가 진단에 도움이 된다. CIDP와 MMN은 치료가 가능한 질환이지만, 치료약제의 위험성과 비용을 고려해 볼 때 정확한 진단이 중요하다. 신경전도검사에 초음파검사를 더해 진단의 정확도를 높일 수 있다. 또한, 치료 및 임상경과가 달라서 감별진단이 필요한 급성염증성탈수초다발신경병증(AIDP)와 아급성 CIDP를 구분하는데도 도움이 된다.²⁶

3. 근육위축가쪽경화증(Amyotrophic lateral sclerosis, ALS)

신경의 단면적이 증가하는 염증성 말초신경병증이나 압박신경병증과는 반대로 ALS에서는 말초신경이 가늘어지는 소

견이 관찰된다. 정중신경과 척골신경의 단면적이 대조군에 비해 ALS환자에서 유의하게 감소된 소견을 보였다.²⁷ 그에 반해 감각신경인 비복신경은 대조군과 비교했을 때 뚜렷한 차이가 없었다.²⁷ 말초신경에 이어 C5, C6, C7 신경뿌리의 단면적을 비교한 연구에서도 대조군에 비해 유의한 단면적 감소가 관찰되었고, 말초신경보다 단면적 감소의 정도가 더 뚜렷하였다.²⁸⁻³⁰ 신경뿌리는 말초신경에 비해 운동신경의 비중이 높고, 정중신경과 척골신경으로 판단이 어려운 팔의 근위부를 반영하는 지표로 사용될 수 있다는 장점이 있다.

Awaji 진단기준은 근섬유다발수축을 급성탈신경의 증거로 추가하여 기존의 El Escorial 진단기준에 비해 ALS 진단의 민감도를 향상시켰다. 근섬유다발수축의 유무는 전통적으로 근전도 검사로 판단하였으나, 초음파 검사로 더 쉽게 발견할 수 있다.³¹ 근전도 검사는 바늘전극에 아주 가까운 근섬유다발수축만을 보여주는 데 비해, 초음파검사로는 더 넓은 부위를 볼 수 있는 것이 그 이유이다. Awaji 진단기준으로 ALS를 진단할 때 근전도검사만 한 경우와 초음파검사를 같이 한 경우를 비교해보니 확정진단(definite diagnosis)이 31%에서 53%로 크게 증가하였다.

갈림손(split hand)은 ALS에서 특징적으로 나타나는 임상 소견으로 진단적 가치가 있다.³² 손의 외측 내재근인 짧은엄지벌림근(abductor pollicis brevis, APB)이나 첫째등쪽뼈사이근(first dorsal interosseous, FDI의 심한 위축에 비해 내측 내재근인 새끼벌림근(abductor digiti minimi, ADM)은 유지가 되는 현상이다. 근위축이 심한 경우 근육예코가 증가하기 때문에 양쪽 근육의 예코를 초음파로 측정하여 갈림손지수(split hand index)를 구할 수 있고, 신경전도검사로 구한 값보다 진단적 가치가 높았다.³³

결론

현재 초음파 검사는 압박신경병증, 다발신경병증, 운동신경질환 등 다양한 말초신경병증에서 전기진단검사로는 얻을 수 없는 정보를 제공하면서 유용한 진단검사로 사용되고 있다. 그 동안 전기진단검사는 신경학적진찰의 연장으로 볼 만큼 말초신경병증에서 가장 기본적인 검사였다. 초음파기계 관련 기술의 발전으로 인해 해상도가 점차 높아지면서 말초신경병증의 진단에서 초음파의 영역은 점차 더 확대되고 있고, 가까운 미래에 전기진단검사처럼 보편적인 검사가 될 가

능성이 있다.

Reference

- Cartwright MS, Shin HW, Passmore LV, Walker FO. Ultrasonographic findings of the normal ulnar nerve in adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:394-396.
- Seok JI, Lee SB, Bae CB. Ultrasonographic Findings of the Normal Nerves in Common Entrapment Site; Cross-Sectional Area Reference Value and Normal Variant *J Korean Neurol Assoc* 2015;33:8-12.
- Cartwright MS, Passmore LV, Yoon JS, Brown ME, Caress JB, Walker FO. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. *Muscle Nerve* 2008;37:566-571.
- Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:681-684.
- Cartwright MS, Hobson-Webb LD, Boon AJ, Alter KE, Hunt CH, Flores VH, et al. American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine. Evidence-based guideline: neuromuscular ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2012;46:287-293.
- Peer S, Kiechl S, Bodner G. Nerve compression syndrome. In *High-resolution sonography of the peripheral nervous system*. Edited by Peer S, Bodner G. Berlin, Germany: Springer; 2003:48-54.
- Bland JD. Carpal tunnel syndrome. *Curr Opin Neurol* 2005;18:581-585.
- Kang HJ, Jung SH, Yoon HK, Hahn SB, Kim SJ. Carpal tunnel syndrome caused by space occupying lesions. *Yonsei Med J* 2009;50:257-261.
- Nakamichi K, Tachibana S. Unilateral carpal tunnel syndrome and space-occupying lesions. *J Hand Surg Br* 1993;18:748-749.
- Bayrak IK, Bayrak AO, Kale M, Turker H, Diren B. Bifid median nerve in patients with carpal tunnel syndrome. *J Ultrasound Med* 2008;27:1129-1136.
- Granata G, Caliendo P, Pazzaglia C, Minciotti I, Russo G, Martinoli C, et al. Prevalence of bifid median nerve at wrist assessed through ultrasound. *Neurol Sci* 2011;32:615-618.
- Khashaba A. Carpal tunnel syndrome from thrombosed persistent median artery. *J Emerg Med* 2002;22:55-57.
- Feldkamp MM, Gentili F, Hudson AR, Guha A. A persistent median artery causing carpal tunnel syndrome in a patient with chronic renal failure: case report. *Neurosurgery* 1995;37:140-143.
- Beekman R, Van Der Plas JP, Uitdehaag BM, Schellens RL, Visser LH. Clinical, electrodiagnostic, and sonographic studies in ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve* 2004;30:202-208.
- Beekman R, Visser LH, Verhagen WI. Ultrasonography in ulnar neuropathy at the elbow: a critical review. *Muscle Nerve* 2011;43:627-635.
- Beekman R, Schoemaker MC, Van Der Plas JP, Van Den Berg LH, Franssen H, Wokke JH, et al. Diagnostic value of high-resolution sonography in ulnar neuropathy at the elbow. *Neurology* 2004;62:767-773.
- Lee SU, Kim MW, Kim JM. Ultrasound diagnosis of double crush syndrome of the Ulnar Nerve by the Anconeus Epitrochlearis and a Ganglion. *J Korean Neurosurg Soc* 2016;59:75-77.
- Jacobson JA, Jebson PJ, Jeffers AW, Fessell DP, Hayes CW. Ulnar nerve dislocation and snapping triceps syndrome: diagnosis with dynamic sonography-report of three cases. *Radiology* 2001;220:601-605.
- Visser LH, Hens V, Soethout M, De Deugd-Maria V, Pijnenburg J, Brekelmans GJ. Diagnostic value of high-resolution sonography in common fibular neuropathy at the fibular head. *Muscle Nerve* 2013;48:171-178.
- Visser LH. High-resolution sonography of the common peroneal nerve: detection of intraneural ganglia. *Neurology* 2006;67:1473-1475.
- Shen J, Cartwright MS. Neuromuscular Ultrasound in the Assessment of Polyneuropathies and Motor Neuron Disease. *J Clin Neurophysiol* 2016;33:86-93.
- Martinoli C, Schenone A, Bianchi S, Mandich P, Caponetto C, Abbruzzese M, et al. Sonography of the median nerve in Charcot-Marie-Tooth disease. *AJR Am J Roentgenol* 2002b;178:1553-1556.
- Padua L, Coraci D, Lucchetta M, Paolasso I, Pazzaglia C, Granata G, et al. Different nerve ultrasound patterns in Charcot-Marie-Tooth types and hereditary neuropathy with liability to pressure palsies. *Muscle Nerve* 2018;57:E18-23.
- Zaidman CM, Harms MB, Pestronk A. Ultrasound of inherited vs. acquired demyelinating polyneuropathies. *J Neurol* 2013b;260:3115-3121.
- Beekman R, van den Berg LH, Franssen H, Visser LH, van Asseldonk JT, Wokke JH. Ultrasonography shows extensive nerve enlargements in multifocal motor neuropathy. *Neurology* 2005;65:305-307.
- Kerasnoudis A, Pitarokoili K, Behrendt V, Gold R, Yoon MS. Nerve ultrasound score in distinguishing chronic from acute inflammatory demyelinating polyneuropathy. *Clin Neurophysiol* 2014;125:635-641.
- Cartwright MS, Walker FO, Griffin LP, Caress JB. Peripheral nerve and muscle ultrasound in amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve* 2011;44:346-351.
- Nodera H, Takamatsu N, Shimatani Y, Mori A, Sato K, Oda M, et al. Thinning of cervical nerve roots and peripheral nerves in ALS as measured by sonography. *Clin Neurophysiol* 2014;125:1906-1911.
- Nodera H, Izumi Y, Takamatsu N, Kaji R. Cervical root sonography to differentiate multifocal motor neuropathy from ALS. *J Med Invest* 2016;63:104-107.
- Mori A, Nodera H, Takamatsu N, Maruyama-Saladini K,

- Osaki Y, Shimatani Y, et al. Sonographic evaluation of cervical nerve roots in ALS and its clinical subtypes. *J Med Invest* 2016;63:54-57.
31. Misawa S, Noto Y, Shibuya K, Iose S, Sekiguchi Y, Nasu S, Kuwabara S. Ultrasonographic detection of fasciculations markedly increases diagnostic sensitivity of ALS. *Neurology* 2011;77:1532-1537.
32. Eisen A, Kuwabara S. The split hand syndrome in amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2012;83:399-403.
33. Seok HY, Park J, Kim YH, Oh KW, Kim SH, Kim BJ. Split hand muscle echo intensity index as a reliable imaging marker for differential diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2018;89:943-948.