말초신경손상의 해부학적 국소화 측면에서 신경근육초음파의 진단적 유용성: 손 부위 외상적척골신경손상 환자에서 신경근육초음파를 통한 병변의 미세 국소화

서진영 이상용^a 양태호^b

전주수병원 신경과, 영상의학과^a, 전북대학교병원 신경과^b

Diagnostic Usefulness of Neuromuscular Ultrasound in Anatomical Localization of Peripheral Nerve Injury: Detailed Lesion Localization Using Neuromuscular Ultrasound in a Patient with Traumatic Ulnar Nerve Injury at the Hand

Jin-Young Seo, MD, Sang-Yong Lee, MD^a, Tae-Ho Yang, MD^b

Departments of Neurology and Radiology^a, Jeonju Soo Hospital, Jeonju, Korea

Department of Neurology, Chonbuk National University Hospital, Jeonju, Korea^b

In the evaluation of peripheral nerve injury, nerve conduction studies and needle electromyography mainly focus on anatomical localization and functional evaluation of lesions. Whereas neuromuscular ultrasound has an advantage in structural assessment of lesions. In addition, muscle ultrasound can also be used to demonstrate muscle denervation without causing pain. We report a case of traumatic ulnar nerve injury at hand in which muscle ultrasound contributed to precise localization by provided detailed information about the extent of muscle denervation.

J Korean Neurol Assoc 36(1):14-18, 2018

Key Words: Ultrasonography, Ulnar neuropathy, Neuroanatomy

신경근전도검사는 말초신경의 손상 부위를 국소화하는 데 가장 널리 사용되는 신뢰성 높은 검사이다. 척골신경은 엄지두덩의 근육들과 첫째, 둘째 별레근을 제외한 손의 대부분의 내재근을 지배하고 있는데, 손목이나 손에서의 척골신경손상 환자에서 신경근전도검사를 이용하여 각각의 내재근들을 지배하는 운동분지의 손상 여부를 평가하는 데에는 몇 가지 제한점이 있다.

표면전극을 이용한 운동신경전도검사는 피부와 인접해 있는 짧

은새끼벌림근과 첫째 등쪽뼈사이근을 제외한 척골신경의 지배를 받는 다른 심부 내재근들의 반응을 정확히 기록하기 어렵다. 침근전도검사를 통한 평가는 손의 내재근들처럼 작은 근육들이 서로 인접해 있는 경우 침전극이 정확하게 검사하고자 하는 근육에 삽입되어 있는지 확인하기 어렵고, 근육 전체에 대한 평가가 아닌 침전극이 삽입된 위치에 대한 부분적 평가로 근육다발의 일부만이 손상된 경우 위음성의 가능성이 있다.¹ 또한 손의 근육들은 침전극 삽입에 따른 통증이 심해 환자가 검사에 협조하지 못할 때도 많다.

저자들은 손목 아래 부위에서 외상성 척골신경손상을 입은 환자에서 신경근전도검사를 보완하여 신경근육초음파검사를 시행, 해부학적 이상 부위와 그 구조적 원인을 구체화한 예를 경험하여 이를 보고하고자 한다.

Received January 25, 2017 Revised September 13, 2017

Accepted September 13, 2017

Address for correspondence: Tae-Ho Yang, MD
Department of Neurology, Chonbuk National University Hospital, 20
Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju 54907, Korea
Tel: +82-63-250-1590 Fax: +82-63-251-9363
E-mail: thyang32@naver.com

증 례

28세 남자가 18개월 전 프레스 기계에 왼손이 압착된 후 점점 손의 동작이 둔해지고 근육들이 위축되었다. 시진 시 첫째, 둘째 등쪽뼈사이근의 위축이 명확하였으나 셋째는 위축이 뚜렷하지 않았고, 넷째 등쪽 사이근에서는 위축은 관찰되지 않았다. 손가락들의 내전 동작에서 첫째, 둘째 손가락은 Medial Research Council (MRC) 4등급, 넷째 손가락은 MRC 2등급의 내전장애가 관찰되었으나 다섯째 손가락은 반대측과 차이가 명확하지 않았다(Fig. 1-A). 손가락들의 외전동작에서는 둘째 손가락은 MRC 4등급의 외전장애가 보였으나 넷째, 다섯째 손가락의 외전운동은 정상이었다(Fig. 1-B). 왼손의 힘을 빼고 자연스럽게 책상 위에 올려놓게 하였을 때 넷째와 다섯째 손가락의 갈퀴손 변형이 의심되었으나(Fig. 1-C), 의도적으로 손가락을 신전시키도록 하였을 때 갈퀴손 변형은 소실되었다. 척골신경 지배영역의 감각은 정상이었다.

방사선사진에서 왼손 첫째, 둘째 그리고 셋째 손허리뼈에 골절의 흔적이 관찰되었다(Fig. 1-D). 새끼손가락에서 기록한 척골신경의 감각신경전도검사와 짧은새끼벌림근에서 기록한 척골신경의 운동신경전도검사는 정상이었고, 건측과 유의한 차이가 보이지 않았다. 그러나 Olney 방법²으로 첫째 등쪽뼈사이근에서 기록한 척

골신경의 운동신경전도검사에서는 복합근육활동전위의 말단잠복기가 연장되었고, 진폭도 건측 대비 9% 크기로 감소하였다(Table). 침근전도검사서 첫째, 둘째 그리고 셋째 등쪽뼈사이근에서 양성 예파와 섬유자발전위가 나타났고, 다상거대운동단위활동전위가 보였으나 넷째 등쪽뼈사이근과 짧은새끼벌림근은 정상이었다. 바닥쪽뼈사이근들과 벌레근들은 환자가 고통을 호소하여 검사하지 못하였다. 짧은엄지벌림근, 집게범근, 척측 손목굴힘근의 침근전도는 정상이었다.

신경초음파에서 기용굴(Guyon's canal)에서 척골신경의 모양은 정상이었다(Fig. 2-A). 척골신경의 심부운동가지는 갈고리뼈갈고리(hook of hamate)의 원위부에서 손가락굴곡근힘줄들의 척측을 돌아 등쪽을 따라 주행하다가 셋째와 넷째 손허리뼈사이에서 심하게 부어 있었고, 신경종 형성이 의심되었다(Fig. 2-B). 근육초음파에서 정상인 우측(Fig. 2-C, E)과 비교하였을 때, 좌측 셋째, 넷째 벌레근과 둘째, 셋째 바닥쪽 뼈사이근은 내부 에코음영이 증가하면서 근육바깥막을 구분할 수 없었고, 근육의 부피도 심하게 위축되었다(Fig. 2-D). 또한 둘째, 셋째 등쪽뼈사이근은 근육바깥막의 고에코 선형구조가 소실되었고, 내부 에코음영이 증가하였으나(Fig. 2-F) 넷째 등쪽 뼈사이근의 형태는 정상이었다(Fig. 2-G).

Figure 1. Photographs, radiograph of patient's hand and diagram showing expected lesion site. (A) Photograph of patient's hands shows prominent atrophy of left 1st and 2nd dorsal interossei, and in adduction, the 3rd and 4th fingers did not stick together completely. (B) In abduction, the gap between 2nd and 3rd fingers was not wide compared to the opposite side. (C) When the hand was relaxed, the claw hand deformity of the 4th and 5th fingers was suspected. (D) Radiography shows fractures in the 1st, 2nd and 3rd metacarpal bones (arrows). (E) Schematic diagram of Wu et al.³ subdivision of ulnar nerve injury in the hand, and the expected injury site of our patient.

Table. Results of nerve conduction studies

Motor nerve conduction study				
Nerve	Recording site	Latency, ms	Amplitude, mV	Velocity, m/s
Left ulnar				
Wrist	ADM	2.5 (<3.0) ^a	7.9 (>5) ^a	
Below elbow	ADM	6.3	7.3	60.5 (>50.6) ^a
Above elbow	ADM	7.5	7.2	66.7 (>42.8) ^a
Axilla	ADM	8.4	7.0	66.7 (>52.7) ^a
Right ulnar				
Wrist	ADM	2.4 (<3.0) ^a	10.7 (>5) ^a	
Left ulnar				
Wrist	FDI	5.9 (<4.1) ^a	1.9 (>8) ^a	
Right ulnar				
Wrist	FDI	3.8 (<4.1) ^a	21.9 (>8) ^a	
Left median				
Wrist	APB	3.3 (<4.2) ^a	10.3 (>5) ^a	
Elbow	APB	6.3	9.8	59 (>50.0) ^a
Sensory nerve conduction study				
Nerve	Recording site	Amplitude, μ V	Velocity, m/s	
Left ulnar				
Wrist	5th finger	31.0 (>8) ^a	56.9 (>50.6) ^a	
Elbow	5th finger	21.5	60.3	
Axilla	5th finger	18.2	60.4	
Left median				
Palm	2nd finger	56.5	63.8 (>50.7) ^a	
Wrist	2nd finger	49.5 (>10) ^a	59.1	
Right ulnar				
Wrist	5th finger	41.3 (>8) ^a	64.2 (>50.6) ^a	
Elbow	5th finger	28.4	66.2	
Axilla	5th finger	22.4	64.4	

ADM; abductor digiti minimi, FDI; first dorsal interosseous, APB; abductor pollicis brevis.

^aNormal limit value.

고 찰

손목 및 손에서의 척골신경병은 침범된 신경분지의 범위에 따라 손상부위를 몇 가지 방식으로 세분할 수 있는데, 이 중 Wu 등이 제시한 방법이 신경손상의 부위를 다섯 부위로 가장 자세하게 분류하고 있다(Fig. 1-E).³

증례의 환자는 임상증상과 전기생리검사 결과를 바탕으로 Wu 등³의 분류상 유형IV의 손상임을 알 수 있다. 그러나 임상적으로 넷째 등쪽뼈사이근과 셋째 바닥쪽뼈사이근의 기능은 정상으로 보였고, 갈퀴손 변형과 관련한 셋째, 넷째 벌레근들의 손상 여부는 애매하였다. 또한 외상이 원인인 경우 갈퀴손 변형의 원인이 신경손상이 아닌 손가락굽힘근 힘줄의 구축일 가능성도 있었다. 이처럼 뼈사이근들과 벌레근들의 일부가 보존되어 있을 가능성이 있을 때 유형IV 손상은 다시 각각의 내재근들을 지배하는 분지들의 손상 여부에 따라 더욱 정밀하게 국소화될 수 있을 것이다.

증례의 환자에서는 신경초음파로 척골신경의 주행경로를 추적

하여 임상증상과 전기생리검사를 통해 예측하였던 부위에서 신경의 구조적 변화를 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 말초신경손상 부위에 신경종이 형성되어 있음을 발견하였는데, 이처럼 신경초음파 검사는 단순히 말초신경손상의 위치뿐만 아니라 전기생리검사로 는 평가할 수 없는 신경의 부종, 공간점유병변에 의한 압박, 흉터 조직의 침투, 신경종 형성 같은 신경손상의 구조적 원인에 대한 정보를 제공해주는 장점도 가지고 있다.⁴

근육초음파 또한 여러 신경근육질환의 진단에 가치 있는 검사로 알려져 있으나 실제 연구와 임상적 적용은 소아기의 근육병이나 유전신경병에 치우쳐 있으며 성인의 말초신경손상과 관련된 연구는 많지 않다. 근육초음파에서 정상 근육은 근육을 둘러싸고 있는 근육바깥막이 고에코의 선모양으로 뚜렷이 구분되며, 내부의 근육 섬유는 저에코로 나타나지만 탈신경된 근육은 내부에코가 증가하여 근육바깥막과의 구분이 불분명하게 된다. 또한 근육 위축이 있는 경우 초음파에서도 근육의 부피가 감소해 보일 수 있다. 탈신경된 근육의 내부에코 변화는 신경이 손상된 시점으로부터 열흘 만

Figure 2. Neuromuscular ultrasonographic findings. (A) Superficial sensory (yellow arrow) and deep motor (white arrow) branch of the ulnar nerve at the level of the hook of hamate. Morphology and internal echogenicity of each branch was normal. (B) The deep motor branch of ulnar nerve at the level of mid-palm. The deep motor branch swollen between the third and fourth metacarpal bones, and neuroma formation was suspected (white arrows). (C, E) Unaffected intrinsic muscles of the right hand. Epimysium of lumbrical and interosseous muscles maintained their normal hyperechoic linear structure (white arrows) and the internal echogenicity of these muscles were kept low (white asterisks). (D, F, G) Affected intrinsic muscles of the left hand. Epimysium of 3rd and 4th lumbrical muscles, and 2nd and 3rd dorsal interosseous muscles became obscured, and the internal echogenicity of 3rd, 4th lumbrical, 2nd, 3rd palmar interosseous and 3rd dorsal interosseous muscles increased (yellow asterisks). However, the 4th dorsal interosseous muscle showed normal hypoechoic internal echogenicity (white asterisk) and clearly visible epimysium (white arrows). Open arrow in (B); deep palmar arch (artery). FDMb; flexor digiti minimi brevis, ODM; opponens digiti minimi, HH; hook of hamate, UA; ulnar artery, FTs; flexor tendons, M; metacarpal bone, FDSt; tendon of flexor digitorum superficialis muscle, FDPt; tendon of flexor digitorum profundus muscle, A; palmar digital artery, LM; lumbrical muscle, PI; palmar interosseous muscle, DI; dorsal interosseous muscle.

에 관찰되었다는 보고도 있는데, 신경손상으로부터의 시간이 길어 질수록 근육 위축을 비롯한 이러한 변화들이 더욱 뚜렷해진다. 또한 한 환자에서 근육초음파의 병적인 변화와 침근전도검사의 비정상자발전위의 발생이 통계적으로 강한 연관성이 있음이 보고되기도 하였다.⁵

증례의 환자에서 손상 여부가 애매하였으나 침근전도검사를 실시할 수 없었던 셋째, 넷째 벌레근과 셋째 바닥쪽뼈사이근은 근육초음파검사서 탈신경을 의미하는 명확한 변화가 발견된다. 신경학적 진찰과 침근전도검사를 통해 정상일 것으로 추정하였던 넷째 등쪽뼈사이근은 초음파에서도 정상 구조를 유지하고 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 증례의 환자는 Wu 등³의 분류상 유형 IV의 손상 중에서도 넷째 등쪽뼈사이근을 지배하는 운동신경이 분지되는 지점 직후의 병변으로 보다 정밀한 국소화를 할 수 있었다(Fig. 1-E).

Wu 등³의 분류상 유형 IV에서 손상될 수 있는 뼈사이근들과 벌레근들의 수는 여덟이며, 침근전도검사로 이러한 근육들 전부를 검사하는 것은 환자에게 심한 고통을 유발한다. 또한 손의 내재근들은 크기가 작고 좁은 공간에 밀집되어 있어 눈가림법으로 검사

하는 침근전도검사로는 침전극의 끝이 평가하고자 하는 근육에 정확히 삽입되었다고 확신하기가 어렵다. 신경초음파는 신경손상의 대략적인 위치와 구조적 변화를 보여줄 수 있으나, 손의 내재근을 지배하는 운동신경분지들은 직경이 너무 가늘고 피부로부터 깊게 위치하고 있어 각각의 운동신경분지들의 손상 여부와 신경종과의 위치관계를 신경초음파를 통해 확인하는 것은 불가능하다. 근육초음파는 이러한 신경초음파, 침근전도검사의 단점을 보완하여 보다 세밀한 해부학적 국소화를 가능하게 해준다. 침근전도검사서 비정상자발전위의 발생, 운동단위활동전위의 형태 변화를 통해 검사하는 근육의 탈신경 여부를 결정하고 탈신경된 근육들의 조합에 따라 병변의 위치를 국소화하듯, 근육초음파는 근육바깥막 경계의 명확성, 근육내부의 에코음영, 근육부피 등의 변화 여부를 통해 검사하는 근육의 탈신경 여부를 결정할 수 있고, 각각의 근육들의 변화 여부를 조합하여 병변의 위치를 국소화할 수 있다. 근육초음파는 검사 과정에서 평가하고자 하는 근육들 각각을 침으로 찔러 검사해야 하는 침근전도검사와 달리 한 화면에서 여러 근육들 각각의 변화를 동시에 평가할 수 있어 환자에게 고통을 유발하지 않으면서도 검사시간을 획기적으로 단축할 수 있다. 또한 손의 내재근

들처럼 좁은 공간에 여러 작은 근육들이 밀집되어 있는 경우 눈가림법으로 검사하는 침근전도검사에 비해 근육초음파는 각각의 근육을 눈으로 보면서 검사하기 때문에 평가하고자 하는 근육을 제대로 검사하고 있다는 확신을 가질 수 있고 이상이 발견될 경우 객관적인 기록을 남기기에 유리하다.

본 증례에서처럼 말초신경손상 환자의 진단에 신경근육초음파를 활용하면 전통적인 전기생리검사를 통한 국소화 결과를 시각적으로 재확인할 수 있고, 신경손상의 구조적 원인에 대한 정보를 얻을 수 있다. 또한 전기생리검사 자체의 한계나 환자의 협조 부족으로 인하여 국소화에 어려움이 있을 때, 신경근육초음파는 전기생리검사의 단점들을 보완하여 보다 정확한 국소화에 기여할 수 있다.

REFERENCES

1. Mallik A, Weir AI. Nerve conduction studies: essentials and pitfalls in practice. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005;76:23-31.
2. Oh SJ. *Clinical Electromyography: nerve conduction studies*. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2003;227.
3. Wu JS, Morris JD, Hogan GR. Ulnar neuropathy at the wrist: case report and review of literature. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:785-788.
4. Chiou HJ, Chou YH, Chiou SY, Liu JB, Chang CY. Peripheral nerve lesions: role of high-resolution US. *Radiographics* 2003;23:e15
5. Gunreben G, Bogdahn U. Real-time sonography of acute and chronic muscle denervation. *Muscle Nerve* 1991;14:654-664.