

활차상 주근에 의한 척골신경병증의 새로운 치료: 증례 보고

김영석¹, 박윤길¹, 박진영¹, 김선웅², 이예원¹, 김명상¹

¹연세대학교 의과대학 재활의학교실, 강남세브란스병원 재활의학과, 희귀난치성 신경근육병 재활연구소, ²국군수도병원 재활의학과

A Novel Treatment of Anconeus Epitrochlearis Muscle-induced Compressive Ulnar Neuropathy: A Case Report

Young Seok Kim¹, Yoon Ghil Park¹, Jinyoung Park¹, Sun Woong Kim², Yewon Lee¹, Myungsang Kim¹

¹Department of Rehabilitation Medicine, Gangnam Severance Hospital, Rehabilitation Institute of Neuromuscular Disease, Yonsei University College of Medicine, Seoul, ²Department of Physical and Rehabilitation, Armed Forces Capital Hospital, Seongnam, Korea

Anconeus epitrochlearis muscle covering ulnar nerve has potential to compress it at the elbow. There has been no report that compromised nerve conduction velocity (NCV) recovered immediately after muscle releasing by electrical twitch obtaining intramuscular stimulation (ETOIMS). A 26-year-old male complaining of tingling pain on ulnar side of right hand visited our clinic. Electrodiagnostic study revealed decreased motor NCV of the ulnar nerve in the medial epicondyle of the humerus and 2 cm distal to it, suggesting cubital tunnel syndrome. Physical examination revealed tenderness in the anconeus epitrochlearis muscle, and Tinel's sign was confirmed at the elbow. Assuming that the ulnar neuropathy had occurred by the anconeus epitrochlearis muscle, ETOIMS was performed to release it. Immediately after ETOIMS, motor NCV returned to normal and the tingling pain disappeared. This is the first case report, which electrophysiologically revealed the effect of ETOIMS on compressive neuropathy results from the muscle hypercontraction.

Key Words: electrical stimulation therapy, ulnar neuropathy, cubital tunnel syndrome

서 론

주관절터널증후군은 정중신경의 수근관 증후군 다음으

로 가장 흔하게 관찰되는 말초신경 압박 증후군으로 매년 10만명당 24.7건이 관찰되고 있다.¹ 신경 압박 소견은 특별한 구조적 이상소견이 관찰되지 않는 특발성 요인에 의해서 발생하기도 하며, 주관절의 골 변형 및 외상으로 인한 변화, 주관절 터널 내에 발생할 수 있는 종양과 같은 이차적 요인에 의해서 나타날 수 있다.^{1,2} 활차상 주근(anconeus epitrochlearis)은 상완골(humerus)의 내측 상과(medial epicondyle)에서 기시하여 척골신경에 접하여 얇게 주행하여 척골의 팔꿈치머리(olecranon)의 내측으로 붙는 해부학적 구조를 갖고 있어 척골 신경 압박

Received July 15, 2019

Revised September 17, 2019

Accepted October 21, 2019

Corresponding Author: Jinyoung Park

Department of Rehabilitation Medicine, Gangnam Severance Hospital, Rehabilitation Institute of Neuromuscular Disease, Yonsei University College of Medicine, 211 Eonjuro, Gangnam-gu, Seoul 06273, Korea

Tel: 82-2-2019-3490, Fax: 82-2-2019-7585, E-mail: pjyblue511@gmail.com

을 일으킬 수 있는 요인 중 하나로 알려져 있다(Fig. 1).¹ 압박을 해소하기 위해 기존의 연구에서는 수술적 치료가 주로 이용되었으며 통증 유발 활동의 제한 및 보조기 적용과 같은 보존적 치료는 일부 증례에서만 보고되었다.^{3,4} ETOIMS (electrical twitch obtaining intramuscular stimulation)는 통증 유발점(myofascial trigger points)을 전기적으로 자극함으로써 근이완을 유도하여 통증을 경감시키는 치료법이다. 그러나, 활차상 주근에 의한 척골신경 병변이 의심되는 경우, ETOIMS를 활차상 주근에 적용하여 주관절터널증후군의 호전을 확인했다는 기존의 보고는 없었다. 본 증례에서는 ETOIMS를 활차상 주근에 시행하여 주관절 부위에서의 척골신경 전도속도가 회복된 증례를 보고함으로써 근육성 원인에 의한 주관절터널증후군의 새로운 치료법으로 ETOIMS를 제시하고자 한다.

증 례

26세 남환이 우측 4~5번째 손가락의 저린 증상을 주소로 2019년 5월 15일 본원 재활의학과 외래로 내원하였다. 과거력 상 2017년 7월 보행자 교통사고 후 우측 주관절 부위의 열상이 있었으나, 당시 시행한 자기공명영상 검사에서 신경, 힘줄 및 뼈의 구조적 이상은 관찰되지 않았다. 사

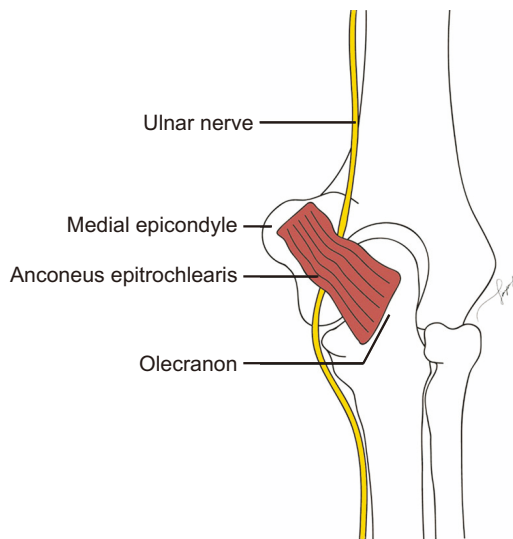


Fig. 1. Anatomical relationship between anconeus epitrochlearis muscle and ulnar nerve. Anconeus epitrochlearis muscle originates from the inferior surface of the medial epicondyle of the humerus and inserts to olecranon process. As ulnar nerve runs beneath this muscle, this anatomical relationship provides the chance to develop entrapment or compression of the ulnar nerve by this muscle.

고 후, 시각통증등급(visual analogue scale, VAS) 5점의 저린 감이 우측 손에 지속적으로 있었다고 보고하였다. 신체 검사상 우측 전완부 및 수부에서 근 위축은 확인되지 않았으며 도수 근력검사 및 심부건 검사에서 이상소견은 관찰되지 않았으나 우측 손 내측 면, 환지 및 약지에서 저린 감 및 감각과민증상을 호소하였다. 우측 주관절 신전 시 촉진되는 활차상 주근에서 압통이 확인되었으며 우측 주관절의 척골신경고랑(groove for ulnar nerve) 부위에서의 티넬 사인(Tinel sign) 양성 소견이 관찰되었다.

2018년 1월 타병원에서 시행한 전기진단학적 검사 상, 우측 척골신경에서 시행한 감각신경전도검사상 감각신경활동전위(sensory nerve action potential)의 진폭이 9.5 μ V로 감소되어 있었으며, 운동신경전도검사 상, 주관절 근위부 및 원위부 사이에 운동신경 전도 속도의 감소소견(51.7 m/s)을 보였으며 inching technique을 시행하였을 때 우측 주관절 내상과로부터 2 cm 근위부 사이 구간(48.0 m/s) 및 주관절 내상과로부터 2 cm 원위부 사이 구간(38.4 m/s)에서 전도속도가 현격하게 저하되어 있었다. 침 근전도검사(needle electromyography)에서 우측 새끼별립근(abductor digiti minimi) 및 척측수근굴근(flexor carpi ulnaris)에서 삽입전위증가(increased insertional activity) 소견이 관찰되어 주관절터널증후군에 합당한 소견임을 확인할 수 있었다. 2019년 6월 14일, 본원에서 전기진단학적 검사를 재시행 하였으며, 이전 검사와 비교하였을 때 우측 척골신경에서 시행한 감각신경전도검사 상 감각신경활동전위의 진폭은 42.8 μ V로 정상범위로 회복되었으며, 우측 주관부 내상과로부터 2 cm 근위부에서의 운동신경 전도속도는 정상소견(76.8 ms)으로 확인되었으나, 우측 주관부 내상과와 2 cm 원위부 사이에서는 여전히 전도속도의 감소소견(42.7 ms)을 보였다. 침 근전도검사 상, 우측 새끼별립근, 척측수근굴근을 포함한 우측 전완 및 경추 주위 근육에서 이상소견은 관찰되지 않았다(Table 1).

Inching technique을 통한 척골신경 병변 부위에서, 상완골의 내측상과와 척골의 팔꿈치머리의 내측 사이의 활차상 주근을 촉진하여 통증유발점을 확인하였으며, 이에 대해 ETOIMS를 시행하였다(Fig. 2). ETOIMS는 Clavis (Alpine Biomed ApS, Denmark) 장비를 사용하여, 통증유발점 부위에 길이 37 mm, 직경 0.35 mm의 단극 침전극(monopolar needle electrode, Technomed, Maastricht, the Netherlands)을 삽입하였으며 표면전극

Table 1. Serial Electrodiagnostic Studies before and after ETOIMS

NCS									
Motor NCS				1st (January 18, 2018)		2nd, before ETOIMS (June 14, 2019)		3rd, after ETOIMS (June 14, 2019)	
Nerve	Stimulating site	Stimulating segment	Recording site	Amp. (μV)	Vel. (m/sec)	Amp. (μV)	Vel. (m/sec)	Amp. (μV)	Vel. (m/sec)
Rt. ulnar	Below 4 cm		Rt. ADM	11.2		21.2		19.4	
	Below 2 cm	Below 2 cm~below 4 cm	Rt. ADM	11.1	64.0	20.85	64.0	17.9	66.7
	Epicondyle	Epicondyle – below 2 cm	Rt. ADM	11.0	38.4 [†]	20.85	38.4 [†]	17.9	66.7
	Above 2 cm	Above 2 cm – epicondyle	Rt. ADM	10.9	48.0 [†]	20.53	76.8	16.8	80.0
	Above 4 cm	Above 4 cm~above 2 cm	Rt. ADM	10.9	76.8	19.03	76.8	16.4	80.0
Sensory NCS			1st (January 18, 2018)			2nd (June 7, 2019)			
Nerve	Stimulating site	Recording site	Lat. (msec)	Amp. (μV)		Lat. (msec)		Amp. (μV)	
Rt. Ulnar	Wrist	5th digit	2.81	9.5*		2.24		42.8	
Rt. Dorsal ulnar	Forearm	4th web				1.30		23.6	
Needle EMG									
Muscles	1st (January 18, 2018)				2nd (June 14, 2019)				
	SA	MUAP	R.P	I.P	SA	MUAP	R.P	I.P	
Rt. deltoid	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. biceps	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. triceps	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. FCR	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. FCU	Increased IA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. APB	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. ADM	Increased IA	Polyphasic	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. PSM C8	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	
Rt. PSM T1	No ASA	NMU	Normal	Complete	No ASA	NMU	Normal	Complete	

Amp: amplitude, ADM: abductor digiti minimi, APB: abductor pollicis brevis, ASA: abnormal spontaneous activity, EMG: electromyography, ETOIMS: electrical twitch obtaining intramuscular stimulation, FCR: flexor carpi radialis, FCU: flexor carpi ulnaris, IA: insertional activity, I.P: interference pattern, Lat: onset latency, MUAP: motor unit action potential, NCS: nerve conduction study, NMU: normal motor unit, PSM: paraspinal muscle, R.P: recruitment pattern, SA: spontaneous activity, Vel: velocity

*Decreased amplitude, [†]decreased velocity

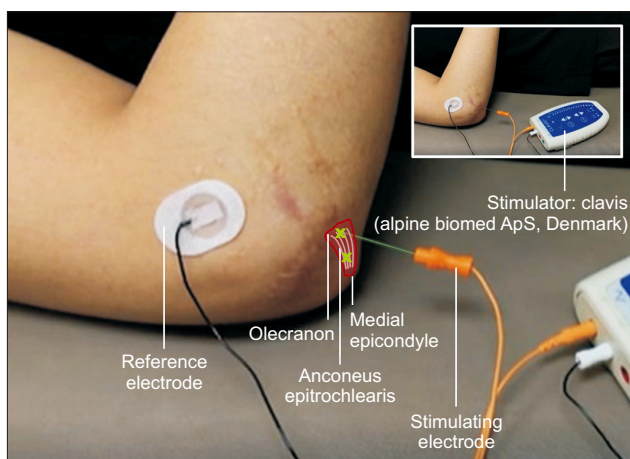


Fig. 2. ETOIMS in the Rt. anconeus epitrochlearis muscle. After confirming the bony landmarks by palpation, a monopolar needle electrode was inserted into the Rt. anconeus epitrochlearis as reference electrode attached onto the nearby skin. The stimulations were delivered with 2-mA intensity, 0.2-ms pulse duration, 2-Hz frequency with unipolar negative square waves for 10 seconds at two stimulation points (green X).

(surface electrode)을 주변 피부부위에 부착하였다. 전기 자극은 강도(intensity) 2 mA, 0.2 ms의 pulse duration 및 주파수(frequency) 2 Hz로 총 2차례에 걸쳐 10초간 시행하였다. ETOIMS 직후, 환자는 활차상 주근의 압통이 사라졌으며, 우측 4~5번째 손가락의 저린 증상이 해소되었고 (VAS 0), 통각과민 증상도 해소되었음을 보고하였다. 시술 직후 추적 시행한 신경전도검사 상, 이전 검사와 비교하여 우측 주관절의 내상과와 2 cm 원위부 사이에서 운동신경 전도속도가 42.7 m/s에서 66.7 m/s로 호전되었다. 일주일 후 추적 관찰 시, 환자는 저린 통증은 여전히 없는 상태였으며 약간의 통각과민 증상이 다시 발생하였으나 크게 불편하지 않은 수준임을 보고하였다. 2주 뒤 외래 추적관찰 예정이었으나, 증상이 재발하지 않아 내원 없이 우선으로만 추적관찰 하였으며, 추후 증상 재발 시, 내원하여 추가 진찰 및 신경전도검사를 추적하기로 하였다.

고 찰

활차상 주근은 주관절 신전근육의 하나로 Osborne 인대의 근육성 변이로 알려져 있으며, 주관절터널증후군 수술 중 가장 빈번하게 발견되는 구조로, 인구의 1~34%에서 관찰된다.^{2,4} 해부학적 위치의 특성으로 인해 활차상 주근의 근육의 비대나 염증성 반응이 있을 때 척골신경이 압박을 받기 쉬우며 이로 인한 주관절터널증후군이 발생할 수 있는 것으로 보고되고 있다.³ 주로 젊은 환자들에서 활차상 주근으로 인한 주관절터널증후군이 보고되었으며, 본 증례 보고 역시 26세의 젊은 남성으로, 기존 연구들과 같은 역학적 특성을 보였다.^{2,3}

현재까지, 한 연구에서만 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군에 대해 단일 기관에서 모수적 통계분석이 이루어졌다.² 여기서는 주관절터널증후군으로 수술적 치료를 받은 환자들에서 활차상 주근의 존재유무를 조사하여, 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군과 특발성 주관절터널증후군 사이에 차이점이 있는지를 확인하였다.² 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군 환자군(107명 중 26명, 8.0%)을 특발성 원인으로 인한 81명의 환자군과 비교하였을 때 도수근력검사, 근육의 위축, 기능적 수준에서는 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 그러나 증상 발현 후 수술을 받기까지의 기간은 차이가 있었는데, 활차상 주근에 의한 경우 4.3개월, 특발성 원인인 경우 13.9개월로 활차상 주근이 있는 경우 그 기간이 의미 있게 짧았다. 또한 수술 전 및 수술 후 3개월에 시행한 신경 전도검사상 수술 후 신경 전도속도의 호전 되는 정도가 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군 환자들에게 유의미하게 높게 관찰되었다.² 활차상 주근이 관찰된 26명의 환자 중 14명(53.8%)의 환자에서 내상과 절제술(medial epicondylectomy)이 시행되었으며 9명(34.6%)에서는 척골 신경 전방 전위술(nerve transposition)이, 나머지 3명(11.5%)에서는 단순 감압술(in situ decompression)이 시행되었으며 특발성 원인으로 인한 환자군과 비교하였을 때 수술적 방법의 유의미한 분포 차이는 보이지 않았다.

주관절터널증후군은 주관절의 퇴행성 관절염에 의한 골극 및 변형, 주관절 외반증 및 내반증, 주관절부 외상, 지방종 및 결절 같은 주관절 터널 내에 발생할 수 있는 종양, 주관절 터널의 비정상적인 섬유 조직의 비후 등의 구조적인 변형이 있을 때 발생할 수 있으며, 구조적 이유 없이도 특발성으로 발생할 수 있다.^{1,2} 주관절터널증후군의 보존

적 치료로서 먼저 척골신경을 압박할 수 있는 활동을 피하며, 팔꿈치 굴곡을 막기 위해 수면 중 스플린트를 착용하였을 때 유의미한 통증 호전을 보인다고 알려져 있지만 치료 기간에 대해서는 아직 논의가 필요하다.⁵ 통증 조절을 위한 물리치료로 냉치료가 사용될 수 있으나 적정 시간 내에서 치료가 이루어져야 하며, 초음파 치료의 경우 신경회복을 돕는다는 보고도 있으나, 자극의 강도에 따라 신경회복을 저하시킬 수 있음이 함께 보고되어 있어 적절한 치료 강도의 조절이 필요하다.⁵ 운동요법으로서 nerve gliding exercise가 수근관증후군 및 주관절터널증후군에서 사용되어 증상 호전을 보인 사례들이 보고되고 있으나 효과에 대해서는 아직 논란이 있는 상태이다.⁵ 스테로이드 주사치료는 권고되지 않고 있는데, 이는 스테로이드가 다른 보존적인 치료에 비해 우월한 효과를 보이지 않으며, 신경 내 주입 및 신경 위축과 같은 합병증을 일으킬 수 있기 때문이다.^{1,5} 수주간의 보존적 치료 후에도 호전이 없거나 보존적 치료로도 증상이 점차 악화되어 근 위축이 관찰되는 경우 수술적 치료를 고려해볼 수 있다.¹ 수술은 단순 감압술이 일차적으로 권고되며 신경 전위술은 외상 후 혹은 퇴행성으로 인한 주관절 변형이 있을 경우와 심한 아탈구가 동반되어 있을 때 시행될 수 있다.¹ 내상과의 심한 변형이 있거나 외반증이 동반될 경우 내상과절제술이 함께 시행되거나 이 경우 주관절에 불안전성을 야기할 수 있다. 보존적 치료의 경우 치료 반응을 확인하기까지 수주에서 수개월이 걸릴 수 있으며 치료기간 동안 일상생활에 제한이 있게 된다는 단점이 있으며, 수술적 치료의 경우 수술 후 일정 기간 동안 고정(immobilization)이 필요하다는 점, 수술 후 합병증 및 재발가능성이 있다는 점 등의 한계점이 있다.¹ 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군의 경우, 대부분의 증례보고가 수술적 치료의 효과에 대한 것으로, 비수술적 치료 접근에 대한 더 많은 논의가 필요한 실정이다.^{3,5}

본 증례는 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군에서, ETOIMS를 통해 해당 근육을 이완시키면 신경 압박을 경감시킬 수 있을 것이라는 가설에서 시작하였다. ETOIMS는 Chu 등이 1999년 처음 보고한 이후 통증유발점에 대한 치료 및 근육이완을 목표로 하는 치료 방법으로 사용되고 있다.⁶ 통증유발점에 대해 시행된 동물실험에서는, 운동종판(motor end-plate zone)에서 발생하는 국소적인 아세틸콜린 분비 증가소견이 비정상적인 근 수축을 유발하여 근섬유의 구조적인 손상을 일으키고, 이것이 통증유발점을 만드는 병태생리학적 발생 기전임을 보고한 바 있

다.⁷ ETOIMS는 전기적 자극을 통해 muscle twitching을 유발하여 즉각적인 근 이완을 유도하고, 이를 통해 근육 내 혈류순환 및 근육 연축(spasm)을 해소하여 통증을 경감시킨다고 알려져 있다.⁸ 현재까지 ETOIMS가 압박신경병증(compression neuropathy)이나 포착신경병증(entrapment neuropathy)에 대한 치료 방법으로 보고된 적은 없으나, 근 이완 효과를 이용해 근막동통증후군 외에 수술 후 통증 경감, 강직성 보행의 호전을 위해서 이용되고 있는 경우들이 점차 보고되고 있어 근육 이완을 위한 효과적인 치료적 도구로 제시되고 있다.^{9,10} Park 등은 척수 병변에 의한 경직성 하지마비 환자에서, 보행에 주로 관여하는 일부 고관절 신전근 및 요추-골반의 분리(lumbo-pelvic dissociation)에 중요한 요추주위근육에 ETOIMS를 시행 후, 환자의 보행 속도와 안정성이 개선됨을 보고한 바 있으며, 이를 근육의 이완을 통한 관절가동범위의 증가에 의한 효과로 제시하였다.⁹ 일부 선행연구에도 불구하고, ETOIMS는 임상적으로 널리 시행되는데 비해 전기생리학적 기전이나 임상적 효용성에 대한 선행 연구가 많이 부족한 현실이라, 본 증례가 ETOIMS의 의학적 효용성을 임상적으로 뒷받침하는 중요한 자료가 될 것으로 생각된다. 본 증례에서는 척골신경분포 감각영역의 VAS 5점의 저린 통증과 통각과민 증상이 ETOIMS 시행 후 임상적으로 호전되는 것을 관찰할 수 있었으며, 활차상 주근의 압통 감소와 함께 운동신경전도검사에서의 전도속도 호전 소견 역시 관찰되어, ETOIMS가 활차상 주근의 이완을 통해 척골신경 압박을 완화시켜주었음을 유추할 수 있었다. ETOIMS를 이용한 주관절터널증후군 치료는 만성 통증에 대해서도 즉각적인 효과가 있으며, 주사제를 주입하지 않아도 되며, 수술적 치료에 비해 비 침습적이라는 강점이 있다. 더불어, 이전 치료들에 비해 상대적으로 즉각적으로 임상적인 호전 여부를 관찰할 수 있기 때문에 치료적 목적 이외에 진단적 목적을 위해서도 시행해볼 수 있다는 강점이 있겠다. ETOIMS의 효과가 얼마나 지속되는 지에 대한 선행 연구가 없고, 임상 경험 상, 급성기나 만성기, 근육의 크기나 위치에 따라서도 치료 경과가 다르며, 누적 치료로 추가 효과를 보이는 경우도 있기 때문에, 경과 관찰 주기에 대한 일괄적인 기준을 학문적으로 제시하기는 어려운 상황이다. 다만, 본 증례의 경우에는 1주 후 추적 관찰 시, 통증이 재발하지 않아, 그 2주 후로 추적 관찰을 계획하였으며, 3주 후까지 통증의 악화가 없음을 확인하였다. 추후 정기적인 장기 추적관찰을 통해 ETOIMS의 효과의 지속 기간에 대

한 자료를 축적할 수 있을 것으로 사료된다.

본 증례에서는 이전 증례보고들과 달리 활차상 주근을 확인하기 위한 초음파, 자기공명영상과 같은 영상학적 검사가 시행되지 않았다. 이로 인해 본 증례의 통증 유발 원인으로 활차상 주근에 의한 신경 압박뿐 아니라, 주근(anconeus muscle)의 통증유발점에서 발생한 연관통(referred pain)이 동반되었을 가능성을 배제할 수 없다는 한계점이 있겠다. 다만 전기진단검사에서 inching technique을 통해 확인한 위치에서 촉진되는 근육의 해부학적 위치가 활차상 주근에 부합하였고, 주관절 신전 시 해당 근육 수축이 확인되었으며, 압통이 동반되는 것을 확인하였기에 임상적으로 활차상 주근에 의한 척골 압박신경병증이 확인되어 이와 같은 한계점을 어느 정도 극복하였을 것으로 생각된다. 추후의 연구에서 영상학적 검사를 통해 활차상 주근의 위치와 해부학적 변이 등에 대한 시각적 근거를 확보하고, 증례의 누적을 통한 대조군 연구를 시행한다면, ETOIMS의 효용을 과학적으로 검증하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

결론

활차상 주근은 주관절터널증후군을 유발할 수 있는 구조물로, 이학적 검사를 통해 신경압박을 유발하는 원인으로 의심할 수 있으며, ETOIMS는 활차상 주근을 이완시켜 신경압박을 즉각적으로 해소할 가능성이 있는 치료법으로, 활차상 주근에 의한 주관절터널증후군의 새로운 진단 및 치료 방법으로 제시하고자 한다.

References

1. Assmus H, Antoniadis G, Bischoff C, Hoffmann R, Martini AK, Preissler P, et al: Cubital tunnel syndrome - a review and management guidelines. *Cent Eur Neurosurg* 2011; 72: 90-98
2. Yoon MG, Yoo MJ, Kim JM, Paeng JW, Kim YW, Woo SH: Comparison of Cubital Tunnel Syndrome with or without Anconeus Epitrochlearis: Are They Different? *J Korean Soc Surg Hand* 2016; 21: 8-15
3. Cammarata MJ, Hill JB, Sharma S: Ulnar Nerve Compression due to Anconeus Epitrochlearis: A Case Report and Review of the Literature. *JBJS Case Connect* 2019; 9: e0189

4. Yalcin E, Demir SO, Dizdar D, Buyukvural S, Akyuz M: Hypertrophic anconeous epitrochlearis muscle as a cause of ulnar neuropathy at elbow. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2013; 26: 155-157
5. Lund AT, Amadio PC: Treatment of cubital tunnel syndrome: perspectives for the therapist. *J Hand Ther* 2006; 19: 170-178
6. Chu J: The role of the monopolar electromyographic pin in myofascial pain therapy: automated twitch-obtaining intramuscular stimulation (ATOIMS) and electrical twitch-obtaining intramuscular stimulation (ETOIMS). *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1999; 39: 503-511
7. Mense S, Simons DG, Hoheisel U, Quenzer B: Lesions of rat skeletal muscle after local block of acetylcholinesterase and neuromuscular stimulation. *J Appl Physiol* (1985) 2003; 94: 2494-2501
8. Janssen TW, Hopman MT: Blood flow response to electrically induced twitch and tetanic lower-limb muscle contractions. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 982-987
9. Shin S, Park J, Hong J, Park JH: Improved gait speed in spastic paraplegia: a new modality. *BMJ Support Palliat Care* 2019
10. Moon DH, Park J, Kang DY, Lee HS, Lee S: Intramuscular stimulation as a novel alternative method of pain management after thoracic surgery. *J Thorac Dis* 2019; 11: 1528-1535