

손목터널증후군 진단 시 F파의 유용성에 관한 연구

박종권¹, 강지혁², 김혜정*

¹경운대학교 임상병리학과, ²대전대학교 임상병리학과

Study on the Validity of F wave for Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome

Jong-Kwon Park¹, Ji-Hyuk Kang², Hye-Jeong Kim*

¹Department of Biomedical Laboratory Science, Kyungwoon University

²Department of Biomedical Laboratory Science, Daejeon University

요약 본 연구는 초기 손목터널증후군으로 진단된 환자의 정중신경(median nerve)과 자신경(ulnar nerve)의 및 F파를 대조군과 비교·분석하여 초기 손목터널증후군의 진단에서 F파가 유용한 지표가 될 수 있는지 알아보고자 하였다. 신경전도검사 결과의 주요 지표인 말단잠복기, 말단진폭, 손바닥-손목 구간의 감각신경전도속도 및 F파 잠복기를 대조군과 t-test 검정으로 비교분석하고, 또한 주요 지표간의 상관성 분석을 위하여 상관분석을 실시하였다. 연구결과, 대조군과 초기 손목터널증후군 환자의 정중신경 말단잠복기 비교에서 두 군 간에 유의성이 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 정중신경의 감각신경전도속도 비교에서는 대조군과 손목터널증후군 간의 유의성이 높은 것으로 관찰되었다($p<0.001$). 후기반응검사인 F파 잠복기 분석에서 정중신경의 경우 대조군과 손목터널증후군간 높은 유의성($p<0.001$)을 보였으나, 자신경의 경우는 차이가 없는 것으로 나타났다. 상관분석 결과는 감각신경전도속도와 말단잠복기, F파와 말단잠복기에서 모두 상관성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과로, F파는 말단잠복기, 감각신경전도속도와 같이 손목터널증후군의 진단에 있어 유용한 지표가 될 수 있다고 사료된다.

Abstract This study compared the median nerve, ulnar nerve, and F waves of patients diagnosed with early Carpal Tunnel Syndrome to a control group to determine whether F waves could be a useful indicator in the diagnosis of early CTS. The terminal motor latency (TML), terminal motor amplitude and sensory nerve conduction velocity (SNCV) of the section from the palms to the wrists, which are the key indicators to use in a nerve conduction study, and F waves were compared with the control group using the t-test. A correlation analysis was performed to analyze the correlation between the main indicators. The comparison between the median nerve's TML of the early CTS patients and that of the control group shows that there are 2 sections which have high significance ($p<0.001$). In the comparison of the SNCV of the median nerve between the control group and early CTS patients, high significance was observed ($p<0.001$). In the analysis of the F waves, there was high significance ($p<0.001$) between the control group and early CTS patients for the median nerve, but not for the ulnar nerve. The correlation analysis revealed that both the SNCV-TML and F wave-TML had significance. These results suggested that, along with TML and SNCV, F waves can be a useful indicator to diagnose CTS.

Keywords : Carpal tunnel syndrome, F wave latency, Sensory nerve conduction velocity, Terminal motor latency

1. 서론

손목터널증후군(carpal tunnel syndrome, CTS)은 정

중신경(median nerve)이 횡수근 인대(transverse carpal ligament)에 의해 압박되어 정중신경 분포지역에 통증, 저림, 무감각, 단무지 외전근(abductor pollicis brevis

*Corresponding Author : Hye-Jeong Kim(Kyungwoon Univ.)

Tel: +82-54-479-1283 email: hjkim11@ikw.ac.kr

Received July 12, 2017

Accepted October 13, 2017

Revised (1st August 3, 2017, 2nd August 17, 2017)

Published October 31, 2017

muscle) 약화와 위축 등의 증상을 나타내는 가장 흔한 포착신경병증이다[1]. 손목터널증후군은 과도한 손목사용이나 외상에 의해 주로 발생하며, 비특이적인 건초염, 임신, 당뇨병, 갑상선 기능이상, 류마티스관절염, 말단비대증 환자에서도 호발한다[2,3]. 임상적인 증상은 초기에 정중신경이 분포하는 부위를 따라 통증, 저림, 감각 둔화 등이 발생하며, 이후 점차 악화되어 수지근력 약화, 심한 감각 저하 등이 나타나게 된다[4,5].

손목터널증후군의 진단은 임상증상과 더불어 전기생리학적인 검사를 통해 확진 할 수 있다[6]. 신경전도검사는 편측성 안면경련 및 마비환자의 진단뿐만 아니라[7] 말초신경과 근육의 기능장애를 객관화하고 정량화할 수 있어서 말초신경계를 침범하는 질환들의 감별진단 및 추적관찰에 필수적인 검사로 활용되고 있는 대표적인 전기생리학적인 검사기법이다[8]. 신경전도검사는 신경근 질환의 평가와 병리 생리학적 변화를 객관적으로 평가하기 위해 수행되는 검사로서 일반적으로 운동신경전도속도(motor nerve conduction velocity, MNCV) 검사와 감각신경전도속도(sensory nerve conduction velocity, SNCV)검사로 나눌 수 있다[9]. 손목터널증후군을 진단할 때 가장 일반적으로 사용되는 검사 방법은 손가락-손목 구간에서 시행하는 정중신경의 운동신경전도검사와 감각신경전도검사이며, 말단잠복기(terminal motor latency, TML)의 연장이나 전도속도(conduction velocity, CV)의 저하 및 말단진폭(terminal motor amplitude, TMA)의 감소 등을 관찰 할 수 있다. 최근 손목터널증후군에 대한 신경전도검사의 민감도를 높이기 위해 다양한 방법들이 제시 되고 있다[9]. 손목터널증후군의 진단을 위해서는 특히 정중신경검사에서 말단잠복기와 손가락-손목구간 또는 손바닥-손목구간의 감각신경전도속도의 변화에 주목해야 한다[10]. 이 가운데서 손바닥-손목구간의 감각신경전달 속도가 손목터널증후군의 초기 초점성 탈수초성 변화를 가장 잘 반영한다[10]. 이는 손바닥 자극 검사 시 표피 감각신경 섬유(cutaneous sensory fibers)와 함께 근 감각신경 섬유(muscle sensory fibers)를 통한 활동전위가 기록되는 데, 후자는 가장 수초화가 잘 된 신경섬유로 빠른 전도속도를 보여 탈수초성 변화에 예민하기 때문이다[10]. 또한, 손바닥 - 손목구간은 손가락 - 손목구간에 비해 상대적으로 병변이 차지하는 비중이 커서 예민도가 높다[10]. 신경전도검사는 활동전위의 초기잠복기(onset

latency)를 이용해야 하나, 감각신경의 경우 초기잠복기를 정확히 측정하기 어려워 대개 정점잠복기(peak latency)를 사용한다. 물론, 이 경우 정점잠복기를 이용한 기준치를 사용해야 한다[11]. 그러나 임상적으로는 손목터널증후군의 증상을 보이지만 통상적 신경전도검사에서는 이상을 보이지 않는 경우도 많아 보다 민감한 검사방법이 요구 되고 있으며 또한 이를 보완 할 수 있는 신경전도의 다른 지표(parameter)에 대한 연구도 필요로 하고 있다[11].

F파는 해당신경에 최대상자극(supramaximal stimulation)을 줄 때 역방향 자극에 의해 활성화되는 척수전각세포(anterior horn cell)들의 역전화에 의해 발생하는 후기근전위로 신경계 질환에 많은 연구와 임상적으로 이용하고 있다[12,13]. F파는 이미 많이 알려진 바와 같이 최초잠복기가 주로 전기생리학적인 진단에 이용되고 있으나, 가장 빠른 전도 속도를 가진 섬유만 반영한다는 제한이 있다[14]. F파 잠복기(F-wave latency), 진폭(amplitude), 지속성(persistence), 분산성(chrono dispersion), 및 다른 신경과 최초잠복기 비교 등은 진단적 민감도를 높일 수 있다고 보여 지나, 각 지표의 민감도는 연구자마다 다양한 실정이다[11,12,14].

F파는 운동신경전도검사의 원리를 이용한 검사법으로 감각신경전도검사에 비해 비교적 간단히 측정할 수 있는 특징이 있다. 따라서 본 연구는 초기 손목터널증후군으로 진단된 환자의 정중신경(median nerve)과 자신경(ulnar never)의 운동신경, 감각신경 및 F파를 대조군과 비교 분석하여 초기 손목터널증후군의 진단에서 F파가 유용한 지표가 될 수 있는지에 대하여 알아보고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 연구대상 및 연구기간

본 연구는 2008년 3월부터 2014년 12월까지 경남 소재 종합병원의 신경과를 방문하여 임상적으로 손목터널증후군으로 진단된 남, 녀 83명의 환자를 대상으로 전기생리학적인 검사 결과를 후향적(retrospective)으로 분석하였다. 갑상선질환, 만성신부전, 알코올중독, 당뇨, 비타민 결핍, 신경독성 약물 등의 과거력이 있는 환자는 실험군에서 제외하였다. 정상 대조군은 같은 기간 동안 신경전

도검사를 시행한 환자들 중 말초신경계의 전기생리학적 검사 상에서 이상 소견을 보이지 않고 과거력이 없는 46명을 선정하였다(Table 1). 또한 F파의 잠복기에 대한 영향을 배제하기 위하여 모든 연구대상의 신장은 160 cm ± 5인 사람을 대상으로 분석하였다. 본 연구는 경운대학교 기관연구윤리심의위원회의 승인을 받았다(KWU IRB No. 2017-01-01).

Table 1. General demographic data of Control and CTS groups

Gender	Age	Control	CTS
Male	21 ~ 40	6	3
	41 ~ 50	6	9
	≥51	6	11
Female	21 ~ 40	6	5
	41 ~ 50	10	19
	≥51	12	36
Total		46	83

Abbreviation: CTS, carpal tunnel syndrome.

2.2 연구방법

정중신경 및 자신경에서 운동신경전도검사의 주요 지표인 말단잠복기, 말단진폭을 검사하였고, 감각신경전도검사는 손바닥-손목구간의 신경전도속도를 측정하였다. 또한 정중신경과 자신경의 F파를 얻기 위하여 10회 이상의 측정값 중에서 가장 짧은 잠복기를 이용하여 분석하였다.

검사기기는 Keypoint (Medtronic, Skovlunde, Denmark)를 사용 하였고, 검사실 온도는 25℃를 유지하였으며, 양손의 온도는 31~34℃를 유지 하면서 표면 접촉식자극을 이용하여 기록하였다. 운동신경전도검사와 F파 검사에서 자극의 강도는 최대상자극을 이용하여 감각신경전도와 F파를 측정하였고, 이때 F파의 자극방향은 몸쪽부(근위부)로 향하게 하였다. 감각신경전도 검사는 15mA~20mA 강도로 자극하여 정중신경 및 자신경에서 감각신경전도속도를 측정하였다.

운동 및 감각신경의 활동전위는 오[15]의 방법으로 시행하였다. 운동신경전도검사에서 활성전극(active electrode)의 위치는 복합근육활동전위(compound muscle action potentials, CMAPs) 최대값을 얻기 위해 belly-tendon method에 따라 정중신경의 경우에는 짧은 엄지벌림근(abductor pollicis brevis muscle, APB)의 엄

지두덩(belly)에 두었고, 기준전극은 활성전극의 후방 3 cm 거리의 건(tendon)위에 부착하였다(Fig. 1A). 자극전극과 활성전극 사이의 거리는 5 cm를 유지하여 말단 잠복기측정의 일관성을 확보하였고, 접지전극은 자극전극과 활성전극 사이에 부착하였다. 자신경은 새끼벌림근(abductor digiti quinti muscle, ADQ)의 새끼두덩(belly)에 두었고, 기준전극과 접지전극 및 자극거리는 정중신경과 동일한 원리를 적용하여 측정하였다(Fig. 1B). 감각신경전도검사에서 정중신경은 정방향성 검사(orthodromic)법으로 정중감각신경의 주행경로상의 집게손가락 앞쪽 손바닥 부분에서 자극하고, 자극전극으로부터 몸쪽부(근위부) 8 cm~10 cm 위치의 손목인대(carpal ligament)부분에서 감각신경의 활동전위를 기록하였다(Fig. 2A). 자신경은 새끼손가락 앞쪽자각각신경의 주행 경로상의 손바닥부분에서 자극하고, 자극전극으로부터 몸쪽부(근위부) 6 cm~8 cm 위치에서 감각신경의 활동전위를 기록하였다(Fig. 2B). 정중신경(Fig. 3A)과 자신경(Fig. 3B)의 F파를 얻기 위하여 10회 이상의 측정값 중에서 가장 짧은 잠복기를 이용하여 분석하였다. 정중신경 및 자신경의 운동신경전도검사법에 의한 전극부착 상태에서 자극기의 음극을 몸쪽부(근위부)로 향하게 하였다.

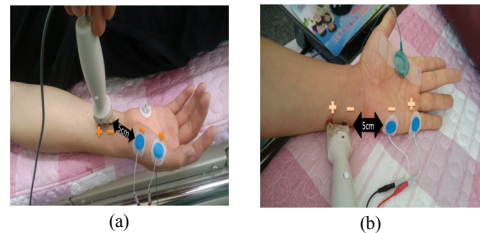


Fig. 1. Electrode position of motor nerve conduction study in median and ulnar nerve. (a), median nerve; (b), ulnar nerve.

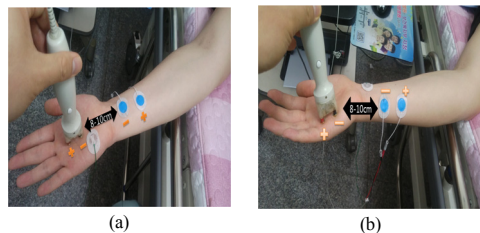


Fig. 2. Electrode position of sensory nerve conduction study in median and ulnar nerve. (a), median nerve; (b), ulnar nerve.

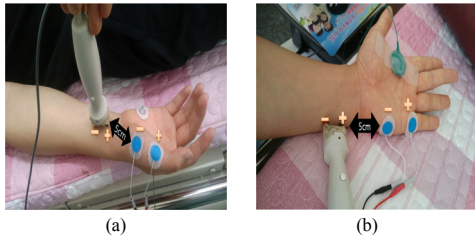


Fig. 3. Electrode position of F wave nerve conduction study in median and ulnar nerve. (a), median nerve F wave; (b), ulnar nerve F wave latency.

2.3 자료분석

정중신경과 자신경의 말단잠복기, 말단진폭, 감각신경전도속도 및 F파의 대조군과 초기 손목터널증후군간 통계적 유의성은 독립표본 Student's t-test검정을 이용하여 분석하였다. 말단잠복기, 말단진폭, F파 및 감각신경전도속도 사이의 유의한 상관성을 알아보기 위하여 상관분석을 실시하였다. 통계처리는 SPSS version 13.0 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 유의수준 0.05미만에서 통계적 유의성을 검정하였다.

3. 결과

3.1 정중신경 전도검사

대조군과 손목터널증후군에서 정중운동신경의 말단 잠복기(TML), 말단 진폭(TMA) 및 감각신경전도속도(SNCV)의 평균치를 비교·분석한 결과는 Table 2와 같다. 말단잠복기의 경우, 손목터널증후군은 대조군에 비해 0.52 msec 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 말단진폭의 경우, 대조군은 손목터널증후군에 비해 0.45 mV 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 감각신경전도속도는 대조군이 손목터널증후군에 비해 8.06 m/s 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

Table 2. Comparison of median nerve in control and CTS

Median nerve	Control	CTS	p-value
TML (msec)	3.01±0.34	3.53±0.55***	<0.001
TMA (mV)	8.40±2.30	7.95±2.38	
SNCV (m/s)(P-W)	45.84±3.80	37.78±5.73***	<0.001

The values with an asterisk is significantly different from those with the CTS group using t-test (***, $p<0.001$).

Abbreviations: TML, terminal motor latency; TMA, terminal motor amplitude; SNCV, sensory nerve conduction velocity; P-W, palm to wrist.

3.2 자신경 전도검사

대조군과 손목터널증후군에서 자운동신경의 말단 잠복기(TML), 말단 진폭(TMA) 및 감각신경전도속도(SNCV)의 평균치를 비교·분석한 결과는 Table 3과 같다. 말단잠복기의 경우 손목터널증후군은 대조군에 비해 0.04 msec 높았으며, 말단진폭의 경우는 0.23 mV 높았으나 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 감각신경전도속도에서도 대조군이 손목터널증후군에 비해 1.79 m/s 높았으나 통계적 유의성은 없었다.

Table 3. Comparison of ulnar nerve of control and CTS

Ulnar nerve	Control	CTS
TML (msec)	2.33±0.23	2.37±0.31
TMA (mV)	6.06±1.15	6.29±1.52
SNCV (m/s)(P-W)	44.90±5.48	43.11±5.22

Abbreviations: TML, terminal motor latency; TMA, terminal motor amplitude; SNCV, sensory nerve conduction velocity; P-W, wrist to palm.

3.3 후기반응검사 (F파, F-wave latency)

대조군과 손목터널증후군에 대한 정중신경 및 자신경의 후기반응검사를 비교·분석한 결과는 Table 4와 같다. 정중신경 F파의 경우, 손목터널증후군은 대조군에 비해 1.56 msec 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 자신경 F파의 경우, 손목터널증후군은 대조군에 비해 0.53 msec 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

Table 4. Comparison of F wave of control and CTS

	Control	CTS	p-value
Median F wave latency	24.76±1.80	26.32±1.90***	<0.001
Ulnar F wave latency	25.14±1.73	25.67±2.02	

The values with an asterisk is significantly different from those with the CTS group using t-test (***, $p<0.001$).

3.4 정중신경검사 항목간의 상관분석

실험군의 결과를 대상으로 정중신경검사의 주요지표

인 말단잠복기, 말단진폭, 감각신경전도속도 및 F와 잠복기의 개별 측정값을 바탕으로 지표간의 상관성 여부를 정량적으로 분석하였다(Fig. 4). 말단잠복기와 말단진폭 간의 상관계수는 Pearson $r=-0.088$ ($p=0.429$)로 상관성이 없는 것으로 나타났다(Fig. 4a). 말단진폭과 감각신경전도의 상관계수는 Pearson $r=0.003$ ($p=0.980$)로 상관성이 없는 것으로 나타났으며(Fig. 4d), 말단진폭과 F와 잠복기의 상관계수는 Pearson $r=0.090$ ($p=0.417$)로 상관성이 없는 것으로 나타났다(Fig. 4e). 또한, F와 잠복기와 감각신경간의 상관계수도 Pearson $r=-0.186$ ($p=0.091$)로 상관성이 없는 것으로 분석되었다(Fig. 4f). 그러나 F와 말단잠복기 간의 상관계수는 Pearson $r=-0.415$ ($p=0.001$)로 나타나 통계적으로 상관성이 있는 것으로 나타났다(Fig. 4c). 말단잠복기와 감각신경전도속도 간의 상관계수도 Pearson $r=-0.561$ ($p=0.001$)로 나타나 유의한 상관성이 있는 것으로 분석되었다(Fig. 4b).

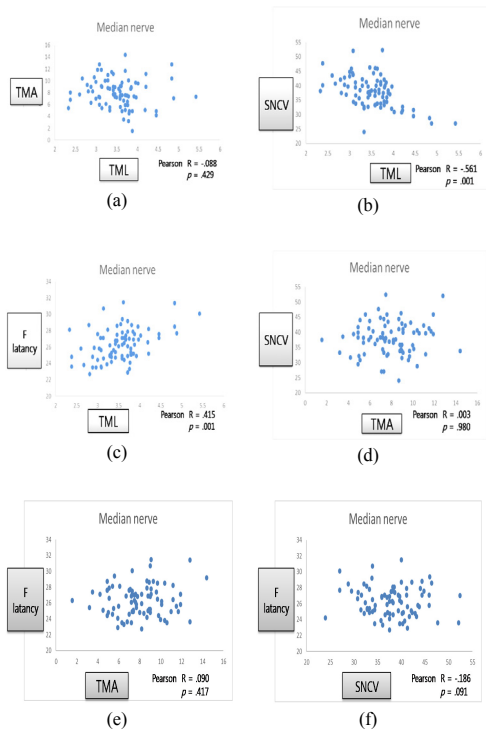


Fig. 4. Scatter plots of median nerve conduction study in CTS. Correlation coefficients are also shown.

3.5 자신경검사 항목간의 상관분석

실험군에서 자신경검사 결과의 주요지표인 말단잠복기, 말단진폭, 감각신경전도속도 및 F와 잠복기의 개별 측정값을 바탕으로 지표간의 상관성 여부를 정량적으로 분석하였다(Fig. 5). 말단잠복기와 말단진폭간의 상관계수는 Pearson $r=0.148$ ($p=0.181$), 말단잠복기와 감각신경전도속도의 경우 Pearson $r=-0.119$ ($p=0.286$)로 나타났으며, 말단진폭과 감각신경전도속도는 Pearson $r=-0.077$ ($p=0.490$)로 모두 상관성이 없는 것으로 나타났다(Fig. 5a, 5b, 5d). 또한, 말단진폭과 F와 잠복기는 Pearson $r=-0.154$ ($p=0.164$)로 나타났으며, F와 잠복기와 감각신경전도속도는 Pearson $r=-0.130$ ($p=0.242$)로 모두 상관성이 없는 것으로 나타났다(Fig. 5c, 5f). 반면에 F와 말단잠복기의 상관계수는 Pearson $r=-0.329$ ($p=0.002$)로 나타나 통계적으로 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다(Fig. 5c).

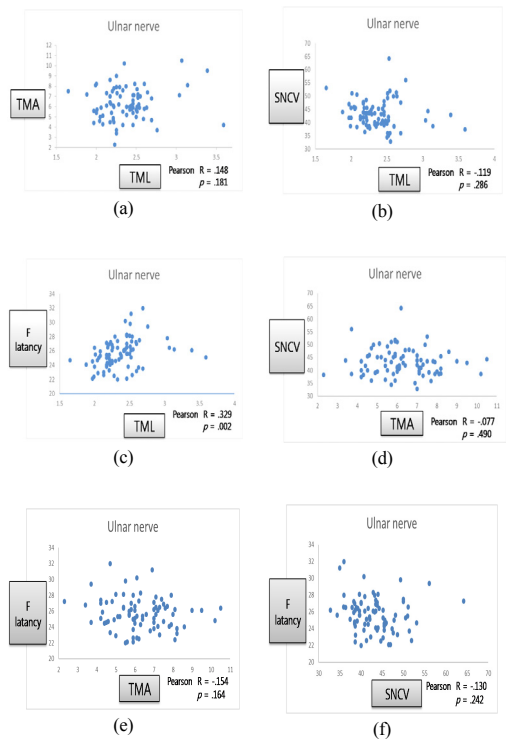


Fig. 5. Scatter plots of ulnar nerve conduction study in CTS. Correlation coefficients are also shown.

4. 고찰

본 연구는 초기 손목터널증후군으로 진단된 환자의 정중신경(median nerve)과 자신경(ulnar nerve)의 운동신경, 감각신경 및 F파를 대조군과 비교·분석하여 초기 손목터널증후군의 진단에 서 F파가 유용한 지표가 될 수 있는지에 대하여 알아보려고 하였다.

대조군과 초기 손목터널증후군 환자의 정중신경 말단 잠복기 비교에서 손목터널증후군에서 말단잠복기가 뚜렷하게 연장되는 것이 관찰되어 두 군 간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이는 초기 손목터널증후군 진단에 있어 정중신경의 말단잠복기가 유용한 전기생리학적 진단 척도로 이용될 수 있다고 보고 된 연구와 일치하였다[16-18]. 정중신경의 말단진폭 비교에서는 대조군과 초기 손목터널증후군 간의 유의성이 없었고, 정중신경의 감각신경전도속도 비교에서는 대조군과 손목터널증후군 간에 높은 유의성이 관찰되었다($p < 0.001$). 이는 손목터널증후군의 조기진단을 위해서는 감각신경의 손상이 선행함을 암시하며, 운동신경의 말단잠복기 또한 민감한 지표가 될 수 있음을 시사한다. 이러한 결과는 일반적으로 감각신경이 손목터널증후군에서 먼저 손상되므로 그 민감도가 77% 정도 된다는 이전의 보고와도 일치하였다[19]. 그리고 일반적으로 정중감각신경이 운동신경보다 더 흔히 신경전도검사에서 이상소견이 관찰 되는 것으로 알려져 있다[20-22]. 운동신경검사의 민감도가 낮은 이유는 감각신경에 비해 손상이 증상의 진행에 따라 지연되어 나타나기 때문이며, 말단진폭의 이상을 확인하는 것이 초기 환자에서는 어렵기 때문이다. 본 연구에서도 말단진폭의 경우 대조군과 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 실험군의 선정을 초기 경미한 환자만을 대상으로 했기 때문이라고 생각된다. 그리고 손바닥-손목 구간의 감각신경전도속도검사가 손가락-손목 구간의 감각신경전도속도검사 보다 민감하다는 보고[23]에 따라 본 연구에서도 손바닥-손목구간을 대상구간으로 분석하였다. 특히, 감각신경의 경우 복합신경활동전위는 마이크로볼트(μV)의 미세한 전위이기 때문에 측정 시 전기적 잡음과 환자의 긴장으로 인한 잡음 등에 영향을 받을 수 있으므로 환자로 하여금 긴장을 풀 수 있도록 유도함은 물론 평균화작업(averaging)을 통하여 미세한 파형에 대한 신뢰성을 높여야 하고, 또한 오디오 모니터링을 통한 근육긴장 감지로 보다 정확한 파형을 얻을 수

있도록 해야 한다.

자신경의 경우 대조군과 손목터널증후군 사이의 비교에서 말단잠복기, 말단진폭, 감각신경전도속도 모두에서 유의한 차이가 없는 것으로 관찰되었다. 손목터널증후군에서는 자신경의 침범이 없으므로 전형적인 손목터널증후군의 특성을 잘 나타내는 결과를 확인할 수 있었고, 이 또한 실험군 대상의 선정이 적절함을 의미하는 결과로 판단된다.

후기반응검사인 F파 잠복기 분석에서 정중신경의 경우 대조군과 손목터널증후군간 유의한 차이($p < 0.001$)를 보였으나, 자신경의 경우는 차이가 없는 것으로 나타났다. F파 잠복기 검사는 자극점에서 구심성과 원심성 운동섬유와 전각세포로 구성되는 통로의 잠복기를 측정하는 것인데, 이 반응은 운동신경전도검사와 동일하게 최대초과자극을 통하여 10회 이상의 자극에서 가장 짧은 잠복기를 구하는 것이다. F파는 주로 말초신경의 몸쪽부(근위부) 병변을 평가하기 위한 검사법으로 주로 사용돼 왔지만, 본 연구에서는 경도의 손목터널증후군에서도 정중신경에서만 선택적으로 대조군과 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이는 F파가 몸쪽부(근위부) 병변뿐만 아니라 말초 먼쪽부위(원위부)의 병변에서도 주요한 진단 지표가 될 수 있음을 의미하는 것으로 향후 먼쪽부위(원위부) 병변의 평가에서도 F파에 대한 분석이 의미가 있음을 시사하는 결과로 사료된다.

손목터널증후군의 진단을 위한 유용한 평가지표를 발굴하기 위한 본 연구에서는 대조군과의 비교분석을 통하여 주요지표 중에서 정중신경의 복합근육활동전위의 말단잠복기와 감각신경전도속도가 유용한 지표로 나타났고, 이는 기존의 많은 연구와 일치하는 결과였다. 그리고 F파의 잠복기 또한 손목터널증후군의 진단에서 이들 두 지표와 동일하게 유용성이 높은 지표가 될 수 있다는 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 본 연구의 실험군의 대상을 초기 손목터널증후군 환자를 대상으로 했다는 점에서 더 큰 의미가 있다고 볼 수 있다. 10회 이상의 F파 측정에서 가장 짧은 잠복기를 F파의 잠복기로 설정했음을 감안할 때 이러한 결과는 경도의 손목증후군환자에서도 F파의 잠복기가 지연됨을 의미하므로 이는 기존에 알려진 지표와 함께 유용한 지표로서 가치가 높다고 사료된다.

손목터널증후군에서 정중신경 결과의 주요지표인 말단잠복기, 말단진폭, 감각신경전도속도 및 F파 잠복기의

개별 측정값을 바탕으로 지표간의 상관성 여부를 Pearson의 상관분석을 사용하여 상관계수(correlation coefficient)를 구하고, 지표간의 상관성의 유의성을 검증한 결과 말단진폭과 말단잠복기, 감각신경전도속도와 말단진폭, F파와 말단진폭, F파와 감각신경전도속도 사이에는 상관성이 없는 것으로 관찰되었다. 반면, 감각신경전도속도와 말단잠복기, F파와 말단잠복기의 경우는 모두 유의한 상관성이 관찰되었다. 대조군과의 비교에서 정중신경의 감각신경전도속도, 말단잠복기 및 F파가 높은 유의성이 있는 것으로 나타났음을 고려할 때 병변이 있는 경우 이 세 가지 지표는 항상 함께 영향을 받을 수 있음을 나타내는 결과로 해석할 수 있다. 결국 F파는 대조군과의 비교 및 상관분석 모두에서 손목터널증후군의 진단에 있어 유용한 지표가 될 수 있음을 한 번 더 확인할 수 있는 결과로 판단된다. 지금까지 손목터널증후군의 일반적인 진단지표로 감각신경전도속도와 말단잠복기만을 고려해온 점을 감안할 때 앞으로는 F파의 잠복기 또한 민감한 지표로서 활용될 필요가 있다고 판단되며, 본 연구의 실험군이 경미한 환자군임을 고려할 때 그 활용 가치는 더 높다고 판단된다. 또한 말단잠복기는 감각신경전도속도 및 F파와 모두 유의한 상관성이 있는 것으로 관찰되었다. 하지만, F파와 감각신경전도속도는 유의한 수준의 상관성은 없는 것으로 나타났는데, 이에 대해서는 추가적인 연구가 진행될 필요가 있을 것으로 생각된다.

손목터널증후군에서 자신경의 주요 지표간의 상관분석에서는 말단잠복기와 F파 잠복기 사이만이 유의성이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 손목터널증후군은 자신경에 침범이 없고, 정중신경에서만 손상이 있는 결과를 보이고 있지만 자신경의 말단잠복기와 F파간의 상관성이 높다는 것은 결국, F파의 잠복기가 신경 손상의 경우뿐만 아니라 정상인 경우에도 말단잠복기와 항상 함께 변화한다는 것을 의미하는 결과로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 자신경을 포함한 모든 운동신경전도검사에서 말단잠복기와 F파를 함께 고려할 필요가 있음을 시사하는 것으로 큰 의미가 있을 것으로 판단된다. 일상생활에서 포착성 신경병증이 빈번하게 발생하는 자신경, 종아리신경 등에서도 말단잠복기의 분석 이외에도 F파의 분석이 유용할 것으로 생각되며 이러한 상관성에 대한 추가적인 연구도 지속적으로 진행되어야 할 필요가 있다고 판단된다.

5. 결론

본 연구는 초기 손목터널증후군을 진단하는데 말단잠복기, 감각신경전도를 제외한 다른 검사(F파)로 진단에 도움이 되는지 알아보하고자 시행하였다. 정중신경(median nerve)과 자신경(ulnar never)의 운동신경, 감각신경 및 F파를 대조군과 비교·분석한 결과, 손목터널증후군 환자의 정중신경에서 말단잠복기와 감각신경전도검사는 유의성이 높은 것으로 나타났다. 후기 반응검사인 F파 잠복기도 유의성이 있는 것을 나타나, 말단잠복기, 감각신경전도, F파 잠복기가 초기 손목터널증후군 환자를 진단하는데 유의한 것으로 나타났다. 초기 손목터널증후군 환자의 신경전도검사의 지표별 상관분석을 실시한 결과, 말단잠복기와 감각신경 및 말단잠복기와 F파 잠복기가 상관성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과로, F파는 말단잠복기, 감각신경전도속도와 같이 초기 손목터널증후군의 진단에 있어 유용한 지표가 될 수 있다고 사료된다. 또한 초기 손목터널증후군 환자의 신경전도검사 유용성을 더욱 높이기 위해서는 신경전도검사의 주요 지표 간 다양한 분석적 접근을 통하여 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

References

- [1] D. M. Dawson, "Entrapment neuropathies of the upper extremities", *N Engl J Med*, vol. 329, no. 27, pp. 2013-2018, 1993.
DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJM199312303292707>
- [2] G. S. Phalen, "The carpal tunnel syndrome. Seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundreds fifty four hands", *J Bone Joint Surg Am*, vol. 48, no. 2, pp. 211-228, 1966.
DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-196648020-00001>
- [3] S. H. Lee, Y. C. Cho, "Musculoskeletal disorder symptoms and its related factors among male workers in manufacturing industries", *KAIS*, vol. 16, no. 10, pp. 6627-6640, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.10.6627>
- [4] H. A. Frederick, P. R. Carter, J. W. Little, "Injection injuries to the median and ulnar never at the wrist", *J Hand Surg*, vol. 17, no. 4, pp. 645-647, 1992.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(92\)90309-D](https://doi.org/10.1016/0363-5023(92)90309-D)
- [5] C. W. Seo, C. S. Kim, "Evaluation of nerve conduction study result in carpal tunnel syndrome before and after operation in eastern area of Jeonnam", *KAIS*, vol. 13, no. 11, pp. 5305-5310, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.11.5305>
- [6] C. K. Jablecki, M. T. Andary, M. K. Floeter, R. G.

- Miller, C. A. Quartly, M. J. Vennix, J. R. Wilson, "Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation", *Neurology*, vol. 58, no. 11, pp. 1589-1592, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.58.11.1589>
- [7] S. H. Lim, "Suggestions for the effective intraoperative neurophysiological monitoring in microvascular decompression surgery of hemifacial spasm", *Korean J Clin Lab Sci*, vol. 48, no. 3, pp. 262-268, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.15324/kjcls.2016.48.3.262>
- [8] E. B. Bodofsky, S. J. Cohen, R. J. Kumar, A. Schindelheim, J. Gaughan, "The relationship between sensory latency and amplitude", *J Electromyogr Kinesiol*, vol. 31, no. 4, pp. 1-6, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.08.008>
- [9] R. K. Sethi, L. L. Thompson, "The electromyographer's handbook. 2nd ed.", pp. 107, Little Brown and Company, Boston/Toronto, 1989.
- [10] Y. H. Hong, "Carpal tunnel syndrome techniques", *J Korean Society for Clinical Neurophysiology*, vol. 9, no. 2, pp. 103-105, 2007.
- [11] S. H. Kim, B. G. Yoo, K. S. Kim, K. M. Yoo, "F-Wave analysis in patients with clinically diagnosed carpal tunnel syndrome", *Ann Clin Neurophysiol*, vol. 4, pp. 108-113, 2002.
- [12] J. H. Kang, H. J. Kim, E. R. Lee, "Electrophysiological evaluation of chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy and charcot-marie-tooth type 1: dispersion and correlation analysis", *J Phys Ther Sci*, vol. 25, no. 10, pp. 1265-1268, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1265>
- [13] S. H. Bae, K. Y. Kim, "Effects of vibration stimulation method on upper limbs spasticity in patients with brain lesion", *KAIS*, vol. 12, no. 7, pp. 3109-3116, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.7.3109>
- [14] E. Chroni, C. P. Panayotopoulos, "F tacheodispersion: Quantative analysis of motor fiber conduction velocities in patients with polyneuropathy", *Muscle Nerve*, vol. 16, no. 8, pp. 1302-1309, 1993.
DOI: <https://doi.org/10.1002/mus.880161206>
- [15] S. J. Oh, "Anatomical guide for common nerve conduction studies. clinical electromyography-nerve conduction studies. 2nd ed.", pp. 56-77, William & Wilkins, Baltimore, 1933.
- [16] D. Simovic, D. H. Weinberg, "The median nerve terminal latency index in carpal tunnel syndrome: a clinical case selection study", *Muscle Nerve*, vol. 22, no. 5, pp. 573-577, 1999.
DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4598\(199905\)22:5<573::AID-MUS4>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4598(199905)22:5<573::AID-MUS4>3.0.CO;2-A)
- [17] B. T. Shahani, R. R. Young, F. Potts, P. Maccabee, "Terminal latency index and late response studies in motor neuron disease, peripheral neuropathies and entrapment syndromes", *Acta Neurol Scand*, vol. 60(Suppl 73), pp. 118, 1979.
- [18] D. Simovic, D. H. Weinberg, "Terminal latency index in the carpal tunnel syndrome", *Muscle Nerve*, vol. 20, no. 9, pp. 1178-1180, 1997.
DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4598\(199709\)20:9<1178::AID-MUS14>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4598(199709)20:9<1178::AID-MUS14>3.0.CO;2-P)
- [19] W. K. Paek, S. H. Koh, H. Y. Kim, K. Y. Lee, Y. J. Lee, H. T. Kim, S. H. Kim, J. H. Kim, "Median wrist-to-palm motor conduction velocity and median-ulnar latency differences in carpal tunnel syndrome", *J Korean Neurol Assoc*, vol. 23, no. 5, pp. 650-654, 2005.
- [20] T. N. Monga, G. L. Shanks, B. J. Poole, "Sensory palmar stimulation in diagnosis of carpal tunnel syndrome", *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 66, no. 9, pp. 598-600, 1985.
- [21] R. Cioni, S. Passero, C. Paradiso, F. Giannini, N. Battistini, G. Rushworth, "Diagnostic specificity of sensory and motor nerve conduction variables in early detection of carpal tunnel syndrome", *J Neurol*, vol. 236, no. 4, pp. 208-213, 1989.
DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00314501>
- [22] T. Kuntzer, "Carpal tunnel syndrome in 100 patients: sensitivity, specificity of multi-neurophysiological procedures and estimation of axonal loss of motor, sensory and sympathetic median nerve fibers", *J Neurol Sci*, vol. 127, no. 2, pp. 221-229, 1994.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-510X\(94\)90076-0](https://doi.org/10.1016/0022-510X(94)90076-0)
- [23] F. Buchthal, A. Rosenfalck, W. Trojaborg, "Electrophysiological findings in entrapment of the median nerve at wrist and elbow", *J Neurol Neuro surg Psychiatry*, vol. 37, no. 3, pp. 340-360, 1974.
DOI: <https://doi.org/10.1136/jnnp.37.3.340>

박 종 권(Jong-Kwon Park)

[정회원]



- 2016년 2월 : 경운대학교 임상 병리학과 (석사)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 진주 한일병원 진단검사의학과

<관심분야>

면역혈청학, 임상생리학

강 지 혁(Ji-Hyuk Kang)

[정회원]



- 2007년 8월 : 고려대학교 생명유전 공학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 고려대학교 의학과 (이학박사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : 대전대학교 임상병리학과 교수

<관심분야>

전기생리학, 가려움증, 통증

김 혜 정(Hye-Jeong Kim)

[정회원]



- 2004년 8월 : 경북대학교 보건학과 (석사)
- 2008년 8월 : 계명대학교 공중보건학과 (박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 임상병리학과 교수

<관심분야>

혈액응고학, 천연물효능평가, 수혈학