

수근관 증후군에서 임상양상척도 및 신경전기진단 결과와 정중신경 초음파 소견의 상관관계

고려대학교 의과대학 재활의학교실

이규호 · 김세주 · 윤준식 · 박병규 · 조정모 · 정진석

The Correlation between Ultrasonographic Findings of Median Nerve and Clinical Scale and Electrodiagnostic Data in Carpal Tunnel Syndrome

Gyu Ho Lee, M.D., Sei Joo Kim, M.D., Joon Shik Yoon, M.D., Byung Kyu Park, M.D., Jung Mo Cho, M.D., Jin Seok Jung, M.D.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Korea University School of Medicine, Seoul, Korea

Received 10 June 2010; received in revised form 18 June 2010; accepted 13 October 2010.

Background: The aim of this study is to identify the correlation between ultrasonographic findings of median nerve and clinical scale and electrophysiologic data in carpal tunnel syndrome. **Methods:** Forty three patients (79 hands) with electrophysiologically confirmed carpal tunnel syndrome were evaluated. Clinical symptoms were examined by Historical-Objective (Hi-Ob) scale. Electrophysiologic data and Padua scale were used for severity of electrophysiology. In ultrasonographic study, cross sectional area and flattening ratio of median nerve were measured at distal wrist crease level (DWC), 1cm proximal to distal wrist crease level, and 1cm distal to distal wrist crease level. The correlation between Hi-Ob scale, electrophysiologic data and ultrasonography was measured with Spearman rank test. **Results:** The mean Hi-Ob scale was 2.4. Mean Padua scale was 4.0. In ultrasonographic study, cross sectional area and flattening ratio were $0.112 \text{ cm}^2 \pm 0.025$ and 3.0 ± 0.6 at 1cm proximal to DWC level, $0.118 \pm 0.026 \text{ cm}^2$ and 2.9 ± 0.4 at DWC level, and $0.107 \pm 0.032 \text{ cm}^2$ and 3.0 ± 0.4 at 1 cm distal to DWC level. Hi-Ob scale was not correlated with cross sectional area and flattening ratio of median nerve. Hi-Ob scale was correlated with Padua scale positively ($r=0.44$) and correlated with amplitudes of CMAP and SNAP, negatively ($r=-0.33$; $r=-0.30$). Cross sectional area of median nerve was significantly correlated with Padua scale, amplitudes and latencies of CMAP and amplitudes of SNAP. **Conclusions:** Ultrasonographic findings of median nerve and electrodiagnostic data had statistically significant correlation. Consequently, ultrasonography could be an adjunctive method in diagnosis of carpal tunnel syndrome.

Key Words: Carpal tunnel syndrome, Ultrasonography, Electrodiagnosis, Clinical Scale

서론

수근관 증후군은 포착성 말초신경병증 중 가장 흔한 질환으로 중년 여성에 호발하며 정중신경이 완관절 부위에서 포착되어 수지의 감각 이상과 근력 약화 및 통증을 일으키는 질환이다.^{1,2} 수근관 증후군은 수부의 통증, 저림 및 작열감 등의 증상과 정중신경 분포부위의 감각손상, 무지

Address for correspondence;
Joon Shik Yoon, M.D.
Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Korea University Kuro Hospital, 97 Gurodong-gil, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea
Tel: +82-2-2626-1500 Fax: +82-2-859-5422
E-mail: rehab46@korea.ac.kr

구 근위축, 증상유발검사의 양성소견 등의 임상소견을 특징으로 한다. 그러나 경추신경근압박증, 탈수초질환, 당뇨병이나 독성 말초 신경병에서도 비슷한 증상 및 임상소견을 보일 수 있으므로 이들 질환과의 감별이 필요하다.³

수근관 증후군의 진단은 대부분 신경전기진단검사로 이루어진다. 신경전기진단 검사로서 신경의 손상 부위와 그 정도를 평가할 수 있지만 신경자체나 주변조직에 대한 공간적 정보를 제공하지 못하며 큰 수초섬유의 탈수초화나 축삭손상이 어느 정도 일어난 후에야 이상소견을 보이고 세섬유를 평가하지 못한다는 단점이 있다.^{2,4,5}

초음파는 방사선 조사 없이 말초신경의 해부학적 구조 평가가 가능하고 신경전기진단검사에 비해 비침습적이고 검사비용과 시간을 절약할 수 있는 장점이 있다. 특히 수근관 증후군이나 주관 증후군 등의 포착성 신경병증 진단에 유용하며 공간 정보를 통해 검사와 함께 주사치로나 시술이 가능한 이점이 있어 최근 말초신경 평가를 위한 초음파의 사용이 점차 확대되고 있다.

이전의 연구들에서 전기진단검사와 임상소견은 어느 정도 상관관계가 있는 것으로 보고되었으나 지속적인 연구가 부족하였다. 또한 초음파와 전기진단학적 검사는 강한 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있으나 초음파와 임상소견의 상관관계에 대한 연구는 활발히 진행되지 않았다.^{1,2,6-9}

이 연구는 수근관 증후군에서 정중신경의 초음파소견과 임상양상 척도 및 신경전기진단 결과의 상관관계를 확인하고자 하였다.

대상과 방법

1. 연구 대상

손 저림이나 통증 작열감, 이상감각 등의 증상과 정중신경 분포부위의 감각이상, 무지구 근육의 위축, Tinel 검사, Phalen 검사 및 reverse Phalen 검사에 양성 반응을 보이는 환자에서 신경전기진단검사를 시행하였으며 수근관 증후군으로 진단된 환자 43명(79수)을 대상으로 연구를 진행하였다. 완관절의 수술이나 골절병력, 임상소견이나 전기진단에서 근위부 정중신경병증, 신경근병증, 다발성 신경병증 등, 또는 통풍, 당뇨병, 만성 신부전, 류마티스 관절염, 전신성 홍반성 낭창, 임신, 말단비대증, 비타민 B12, 엽산 결핍증 등 수근관 증후군과 연관된 질환 및 최근 2주 이내 소염 진통제 등을 복용한 환자는 대상에서 제외하였다. 모든 제외 기준은 병력, 신경근골격계에 대한 이학적 검사, 방사선, 전기진단 및 초음파 소견 등을 이용하여 확인하였다.

2. 연구 방법

환자의 사전동의를 받은 후 임상척도 평가, 전기진단 및 전기생리학적 평가(Padua 척도), 그리고 초음파의 순으로 시행하였다.

1) 임상척도(Hi-Ob 척도)

Hi-Ob 척도는 환자의 주관적 증상과 객관적 임상 소견을 근거로 단계 0~5까지로 나뉘며 0단계는 정상을 5단계로 갈수록 수근관 증후군의 심한 정도를 나타내며 다음과 같이 분류한다.¹⁰

- 단계 0: 수근관 증후군의 증상이라 할 만한 것이 전혀 없음.
- 단계 1: 취침 시에만 이상감각이 있음.
- 단계 2: 주간에도 잠깐이라도 이상감각이 있음.
- 단계 3: 정중신경 영역 손가락의 감각 저하가 있음.
- 단계 4: 위약을 동반하거나 하지 않은 무지구위축
위축: 손의 다른 내재근과 비교 시 상대적 위약: 저항을 가한 무지외전으로 검사
- 단계 5: 무지구의 완전 위축 또는 완전 마비
완전 위축: 손바닥과 비교했을 때 무지구가 오목한 경우
완전 마비: 손바닥에서부터 배측으로 무지 외전을 하지 못하는 경우

2) 전기진단 검사 및 전기생리학적 평가

(1) 전기진단 검사

모든 환자에서 정중신경과 척골신경의 운동-감각신경 전도검사를 시행하였다. 피부온도를 섭씨 32~34℃로 유지하고 직류전류 자극기와 표면전극을 이용하여 표준적인 방법대로 최대초과 경피자극을 시행하였다. 정중 운동신경 전도검사는 단무지 외전근의 중앙에 활성 기록전극을 부착한 후 근위부 7 cm에서 자극하여 기시잡복기와 기저선에서 정점까지의 진폭을 구하였다. 감각신경검사는 역행성 신경전도 검사를 하였으며 정중 감각신경의 활성전극을 제3 수지의 근위지절에 부착한 후 14 cm 근위부 손목과 7 cm 근위부 손바닥을 자극하여 기시잡복기와 기저선에서 정점까지의 진폭을 측정하였다. 이와 함께 침근전도 검사를 시행하여 신경근병증, 근육질환, 신경근 접합부 질환 등을 감별한 후 최종적으로 수근관 증후군을 진단하였다.¹¹

(2) 전기생리학적 평가(Padua 척도)

전기진단검사에서 감각신경과 운동신경의 결과를 함께 고려하여 1~6단계로 나누어지며 1단계는 정상을, 6단계로 갈수록 심한 손상을 나타내며 다음과 같이 분류한다.¹²

- 단계 1: 모든 검사에 정상
- 단계 2: 표준 감각신경검사에 정상이나 분절검사 또는 비교검사에 비정상
- 단계 3: 감각신경 전도속도의 저하 및 운동신경 원위부 잠복기의 정상 범위
- 단계 4: 감각신경 전도속도의 저하 및 운동신경 원위부 잠복기의 지연
- 단계 5: 감각신경 활동전위 소실 및 운동신경 잠복기의 지연
- 단계 6: 감각신경 및 운동신경 활동전위 소실

3) 초음파

고해상 초음파기계로 HDI 3500 (Philips®, Holland)의 7~12 MHz 탐촉자를 사용하여 환자의 전기진단, 임상척도 결과를 검사자가 알지 못한 상태에서 초음파를 시행하였다. 탐촉자의 각도는 직각을 유지하여 각형성(angulation)시 실제와 다른 저에코로 보이는 이상 현상인 비등방성(anisotropy)을 방지하였다. 또한 정중신경의 변형을 막기 위해 탐촉자로 피부표면을 압박할 때 주의하였고 손목의 자세에 따라 정중신경의 모양이 변할 수 있으므로 손목을 중립위치로 유지하였다.⁹ 이전의 연구에서는 한 부위에서만 측정할 경우가 많았으나 본 연구에서는 수근관의 원위부와 근위부를 포함시켜 세 부위에서 측정하였다. 환자의 자세를 양와 위로 한 후 전완을 회외시킨 상태에서 정중신경의 단면적, 편평비(flattening ratio)를 원위 손목주름부위와 이로부터

1 cm 원위부 및 1 cm 근위부(전완의 말단)에서 측정하였다 (Figure 1A). 단면적은 초음파의 지속적 단면적 추적 방법을 이용하여 횡단면에서 고음영의 신경 외피에서 가장 근접한 저음영을 3회 측정 후 평균값으로 구하였다(Figure 1B). 편평비는 정중신경 횡단면의 가장 큰 직경과 가장 작은 직경의 비로 역시 3회 측정 후 수치의 평균값을 구하였다(Figure 1C).

4) 통계 분석

통계 분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. Hi-Ob 척도와 신경전도 검사 소견 중 운동, 감각신경 전위 잠복기 및 진폭 및 Padua 척도, 그리고 초음파 검사에서 구한 세 부위의 단면적과 편평비 등의 상관관계를 Spearman rank test로 각각 평가하였으며 p값이 0.05보다 낮을 때 통계적 유의성이 있는 것으로 결정하였다.

결 과

환자의 평균연령은 53.4세였으며, 여성은 40명, 남성은 3명이었다.

평균 Hi-Ob 척도는 2.4±1.4였다. 정중 운동신경의 잠복기 및 진폭은 각각 평균 5.3±1.7 ms, 6.7±3.6 mV, 감각신경의 잠복기 및 진폭은 4.3±1.1 ms, 17.9±11.1 uV였고, Padua 척도는 평균 4.0±1.7 단계이었다. 측정된 정중신경의 단면적과 편평비는 각각 전완의 말단에서 0.112±0.025 cm², 3.0±0.6, 원위 손목주름 부위에서 0.118±0.026 cm², 2.9±0.4, 그리고 손목주름 원위부에서는 0.107±0.032 cm², 3.0±0.4로 원위 손목주름에서 단면적이 가장 컸고 편평비는 비교적 일정하게 나타났다(Table 1). 전체 79수 중 Padua 척도는 4단계가 48수로 가장 많았으며, Hi-Ob 척도는 4단계와 2단

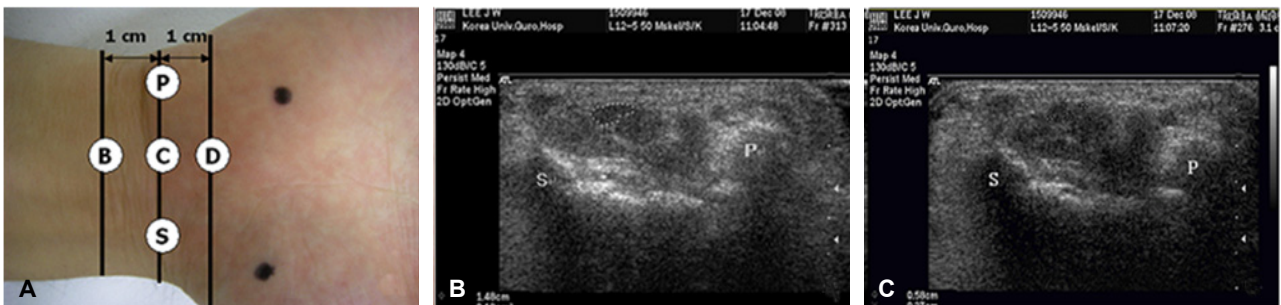


Figure 1. Ultrasonographic transverse scan at different three level. (A) level C: The cross sectional area and flattening ratio at the distal wrist crease, level B: 1 cm proximal to the level C, level D: 1cm distal to the level C. (B) Cross sectional area of median nerve (outlined) at distal wrist crease level; the cross sectional area 0.12 cm². (C) Flattening ratio: the ratio of the nerve's major to minor axis at three levels (2.15=0.58 cm/0.27 cm) P: pisiform, S: scaphoid.

Table 1. Ultrasonographic cross sectional area of carpal tunnel syndrome

	Cross sectional area (cm ²)	Flattening ratio
1 cm proximal to DWC	0.112±0.04	3.0±0.85
DWC	0.118±0.03	2.9±0.57
1 cm distal to DWC	0.107±0.04	3.0±0.71

Values are mean±S.D.
DWC, distal wrist crease.

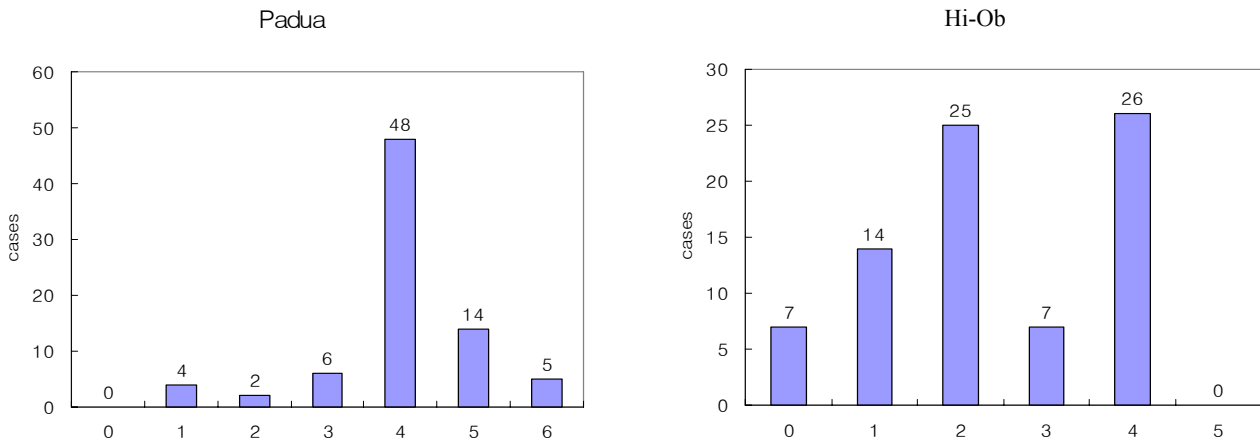


Figure 2. Distribution of various Hi-Ob and Padua scales.

Table 2. Correlation between Hi-Ob scale and electrophysiologic data

Hi-Ob scale	Padua scale	Motor latency	Motor amplitude	Sensory latency	Sensory amplitude
	0.44*	0.20	-0.33*	0.13	-0.30*

Values are Spearman's correlation coefficient.

Hi-Ob scale, historical-objective scale.

**p*<0.05.

계가 26수와 25수로 많았다(Figure 2).

Hi-Ob 척도 단계가 높을수록 Padua 척도 단계도 증가하는 양의 상관관계를 보였고, Hi-Ob척도가 높을수록 운동신경과 감각신경의 진폭이 감소하여, 임상 증상과 신경전도 소견은 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다(Table 2).

초음파의 정중신경의 단면적, 편평비와 Hi-Ob 척도는 원위손목주름의 1 cm 근위부에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으나 이외의 부위에서는 유의한 상관관계가 없었다. 반면 근전도 검사 척도와 초음파 소견 사이에서는 세 부위 모두에서 단면적이 Padua 척도, 운동신경 잠복기와 의미있는 양의 상관관계를, 운동·감각신경 진폭과는 의미 있는 음의 상관관계를 보였으며 원위 손목주름 부위의 단면적은 감각신경 잠복기와 의미 있는 양의 상관관계를 보였으나 편평비는 Hi-Ob 척도, 신경생리학적 척도와 관련성이 없었다(Table 3).

고 찰

수근관 증후군을 진단할 때 일반적으로 임상적 평가와 전기진단학적 검사가 시행된다. 수근관 증후군은 진행 정도에 따라 치료방침이 결정되므로 이를 평가하기 위한 여러 가지 척도들이 개발되고 평가되었다. 임상적 척도, 전기생리학적 평가 등이 지속적으로 연구되고 있으며 최근에는 영상기술의 발달과 함께 초음파적 평가기준에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이전의 연구에서 임상적 평가와 전기진단학적 검사는 서로 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있는데 보스턴 수근관 설문, Simovic 척도, Hi-Ob 척도 등의 임상 척도와 Bland 척도, Padua 척도, Mondeli 척도 등의 전기생리학적 척도의 관계에 관한 연구에서는 임상적 척도와 전기생리학적 척도는 모두 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였고 환자가 직접 평가하는 보스턴 수근관 설문보다 의사

Table 3. Correlation between ultrasonographic data and Hi-Ob scale and electrophysiologic data of median nerve

		Hi-Ob scale	Padua scale	Motor latency	Motor amplitude	Sensory latency	Sensory amplitude
1 cm proximal to DWC	CSA (cm ²)	0.35*	0.41*	0.32*	-0.31*	0.24	-0.26*
	Flattening ratio	0.11	0.10	0.07	-0.08	-0.07	0.12
DWC	CSA (cm ²)	0.12	0.45*	0.34*	-0.31*	0.27*	-0.41*
	Flattening ratio	-0.14	0.06	-0.00	0.21	-0.12	0.28
1 cm distal to DWC	CSA (cm ²)	0.07	0.34*	0.28*	-0.30*	0.20	-0.33*
	Flattening ratio	0.05	-0.05	-0.10	0.22	-0.03	0.34

Values are Spearman's correlation coefficient.

Hi-Ob scale, historical-objective scale; DWC, distal wrist crease; CSA, cross sectional area.

**p*<0.05

가 평가하는 Simovic 임상척도와 Hi-Ob 척도의 상관계수가 높았다는 결과를 보였다.¹ 그러나, 모든 상관계수의 수치가 높지 않아 임상적 척도와 전기진단학적 검사는 약한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 또한, 임상증상에 대한 설문은 순응도와 정확도 면에서 문제가 있었다. 본 연구에서는 임상적 척도와 전기생리학적 평가는 이전에 알려진 바와 같이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으나 전기생리학적 평가로 사용된 Padua 척도, 운동신경전위와 감각신경전위의 진폭만이 상관성을 보였고, 잠복기는 상관성이 없어 임상척도와 전기생리학적 평가는 약한 상관성을 나타냈다.

전기진단학적 검사로 진단된 수근관 증후군 환자 24명과 14명의 대조군을 대상으로 한 연구에서 초음파로 정중신경의 편평비와 단면적을 구하여 환자군과 대조군을 비교한 결과 단면적은 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 또한, Phalen's test, Tinel's sign 등의 임상적 척도도 초음파로 구한 편평비, 단면적과 유의한 상관관계를 보였으며 초음파 검사의 민감도는 89%, 특이도는 100%로 매우 높은 것으로 나타나 초음파가 수근관 증후군의 진단에 유용한 방법이며 임상증상과도 상관성이 높다고 주장하였다.² 본 연구에서는 임상 척도인 Hi-Ob와 초음파 검사로 측정된 세 지점 즉, 원위 손목주름 1 cm 근위부, 원위 손목주름 그리고 손목주름 1 cm 원위부의 정중신경의 단면적과 편평비를 비교하였을 때 원위 손목주름 1 cm 근위부에서 측정된 단면적만이 상관계수 0.351로 상관관계를 보였고(*p*<0.05), 나머지는 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 이는 Phalen 검사나 Tinel 검사가 증상을 유발시키는 간단한 검사임에 비해 Hi-Ob 척도는 여러 항목을 측정해야 하므로 순응도가 떨어질 가능성이 있고 또한, 증상의 만성화로 환자가 적응되어 감각의 평가가 신경손상 정도에 비례하지 않기 때문일 수도 있다.

또한 요골-척골 접합부, 콩알뼈, 갈고리뼈에서 측정된 단면적이 전기생리학적 척도인 정중운동신경 잠복기, 정중감각신경 전도속도와 좋은 상관성을 보이며¹³ 진단기준으로는 10.03 mm²이 민감도 97.9%, 특이도 100%로 가장 높다고 제시된 바 있는데¹⁴ 이번 연구에서도 전기진단 소견과 정중신경의 단면적은 초음파로 측정된 세 부위 모두에서 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보여 수근관 증후군의 진단에 유용할 뿐 아니라 전기진단과도 잘 일치됨을 확인했다. 그러나 그동안 알려져 있던 것과 달리, 본 연구에서는 편평비는 전기진단 소견 중 감각신경전위의 진폭과 유일하게 상관관계를 보이고 대부분의 전기진단 척도와 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않아 임상 적용을 위해서는 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이 연구에서는 이전의 다른 논문과는 달리 초음파를 사용하여 세 부위를 측정하여 비교하였다. 수근관 증후군에서 신경의 부종이 수근관의 근위부와 원위부까지 있으므로 이와 관련되어 증상과 신경전기검사와의 관련성을 보고자 하였으며 세 부위에서 측정된 신경 단면적은 모두 전기 검사와 유의한 상관성을 보였다. 편평비는 세 부위 모두에서 신경전기검사와 상관성이 없는 것으로 나타나 보조적 지표로는 그 역할이 제한적일 것으로 생각된다.

이 연구는 표본수가 43명(79수)으로 적고 수근관 증후군이 있는 한 명의 환자를 대상으로 한 것이 아니라, 양측 손에 수근관 증후군이 있는 경우는 각각의 손을 대상으로 하여 각 손에 대하여 Hi-Ob 척도로 임상 증상에 대한 평가를 시행하였으나, 환자가 느끼는 생활의 불편함 및 통증은 양측으로 나누어 말하기 어렵기 때문에 임상 척도 측정에 제한점이 있었다. 또한 여성의 비율(88.4%)이 높았고, 중증의 환자가 주로 포함되어 천정효과의 가능성이 있다.

결론적으로 초음파는 통증을 유발하지 않으며 접근성이 뛰어나고 공간적 정보를 제공하며 치료를 함께 시행할 수

있다는 점에서 수근관 증후군을 진단할 때 현재의 전기 진단과 함께 중요한 진단 방법으로 사용될 수 있으리라 생각한다.

REFERENCES

1. Jung SH, Paik NJ, Bang MS, Han TR. Comparison of various clinical scales with electrophysiological scales for carpal tunnel syndrome. *J Kor Ass EMG* 2005;7:79-89.
2. Kotevoglou N, Gülbahce-Saglam S. Ultrasound imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome and its relevance to clinical evaluation. *Joint Bone Spine* 2005;72:142-145.
3. Osterman AL. The double crush syndrome. *Orthop Clin North Am* 1979;19:147-155.
4. Kang KB, Kim SJ. Electrophysiological findings of patients with upper extremity complaints in diagnosing the carpal tunnel syndrome. *J Korean Acad of Rehab Med* 1993;17:9-17.
5. Visser LH, Smidt MH, Lee ML. High-resolution sonography versus EMG in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008;79:63-67.
6. Bayrak IK, Bayrak AO, Tilki HE, Nural MS, Sunter T. Ultrasonography in carpal tunnel syndrome: comparison with electrophysiological stage and motor unit number estimate. *Muscle Nerve* 2007;35:344-348.
7. Altinok T, Karakas HM. Ultrasonographic evaluation of age-related changes in bowing of the flexor retinaculum. *Surg Radiol Anat* 2004;26:501-503.
8. Keleş I, Karagülle Kendi AT, Aydın G, Zög SG, Orkun S. Diagnostic precision of ultrasonography in patients with carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;84:443-450.
9. Park GY, Bae JH, Oh JS, Lim JG, Son DG. Ultrasonographic findings of mild and very mild carpal tunnel syndrome. *J Korean Acad Rehab Med* 2008;32:62-72.
10. Giannini F, Cioni R, Mondelli M, Padua R, Gregori B, D'Amico P, et al. A new clinical scale of carpal tunnel syndrome: validation of the measurement and clinical-neurophysiological assessment. *Clinical Neurophysiol* 2002;113:71-77.
11. Cho JM, Yoon JS, Kim SJ, Park BK, Lee GH, Jeong JS. Feasibility of ultrasonographic area ratio of median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome in Korea. *J Korean Acad Rehab Med* 2009;33:627-631.
12. Padua L, LoMonaco M, Gregori B, Valente EM, Padua R, Tonali P. Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands. *Acta Neurol Scand* 1997;96:211-217.
13. Nakamichi K, Tachibana S. Ultrasonographic measurement of median nerve cross-sectional area in idiopathic carpal tunnel syndrome: diagnostic accuracy. *Muscle Nerve* 2002;26:798-803.
14. El Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests? *Rheumatology* 2004;43:887-895.