

주관절부 척골신경병증에서 배측척골피신경의 진단적 유용성

한림대학교 의과대학 재활의학교실

오범석 · 김창환 · 김유제 · 류중선 · 박동식

- Abstract -

The Diagnostic Usability of Dorsal Ulnar Cutaneous Response in Ulnar Neuropathy at the Elbow

Bum Seok Oh, M.D., Chang Hwan Kim, M.D., Yu Je Kim, M.D.,
Joong Sun Ryu, M.D., and Dong-Sik Park, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Hallym University College of Medicine

Objectives : To evaluate diagnostic usability of dorsal ulnar cutaneous sensory nerve (DUCSN) in ulnar neuropathy at the elbow.

Methods : Twenty-five patients with ulnar neuropathy at the elbow were studied and twenty two arms of thirteen neurological intact adult were tested. Dorsal ulnar cutaneous nerve conduction studies were performed with surface electrodes on the 4th dorsal web space, stimulating 8 cm from active electrode.

Results : Twenty males and five females were studied (age: range 17~69, average 53) in patients group. Seven males and six females were studied (age: range 19~51, average 30) in asymptomatic group. In patients group, ulnar nerve conduction studies showed focal conduction block across the elbow or axonal loss in all. The DUCSN response was abnormal in 19 of 25 (76%) patients. In asymptomatic group, average distal sensory latency at 8 cm was 1.47 ± 0.13 with average amplitude of 26.4 μV .

Conclusion : We conclude that dorsal ulnar cutaneous response is useful to help distinguish distal entrapment from compression at or near the elbow, especially in cases when segmental motor conduction or EMGs are equivocal. Therefore electrophysiologic measurement should be performed in the case of suspected ulnar neuropathy at the elbow.

Key Words : Dorsal ulnar cutaneous nerve, Ulnar neuropathy, Conduction block.

서 론

주관절에서 척골신경마비가 있는 환자에서 병변 부위를 정확히 감별하기가 종종 쉽지 않으며 주로 축삭 손상으로 인한 병변에서 더욱 그렇다.¹ 이런 점에서 병변 부위를 정확히 찾아내기 위해 다양한 전기진단 검사가 이용되는 데^{2,3,4,5} 배측척골피신경을 기록하는 방법이 척

골신경병증 부위를 감별하는 데 사용된다.^{6,7} 이 감각신경은 척골두 경상돌기에서 평균 6.4 cm 거리에서 주신경간에서 분지되어 두상골의 근위부 변연에서 5 cm 전완 피하에 위치한다.⁸ 이것은 완관절과 수부의 배부 내측 부위와 제 5수지와 제 4수지 내측의 배부 절반을 지배하게 된다. 이런 해부학적 주행을 볼 때 축삭 손상이 있는 주관절부 척골신경병증에서는 배측척골피신경은 비정상일 것이고 반대로 정상 배측척골피신경 소견

Address reprint requests to **Bum Seok Oh, M.D.**

Department of Rehabilitation Medicine, Hallym University College of Medicine

#445, Gil-dong, Gangdong-gu, Seoul 143-701, Korea

TEL : 82-2-2224-2506, FAX : 82-2-2224-2394, E-mail : sweetmd@empal.com

과 비정상 원위부 척골 감각신경 소견을 보일 경우 척골신경병증의 병변부위를 완관절로 생각할 수 있겠으나^{7,9} Venkatesh¹⁰ 등에 의하면 주관절에서 척골신경병증이 있는 경우 일부에서 정상의 배측척골피신경 반응을 보일 수 있다고 하여 이런 소견이 병변부위를 완관절로 암시하는 위병변지정 징후로 작용할 수 있다고 하였으며 배측척골피신경 반응이 비정상일 경우에만 병변부위를 신경 기시점보다 근위부로 볼 수 있다고 보고한 바 있다.

이에 본 한림대학교 강동성심병원 재활의학과에서는 주관절부 척골신경병증에서 배측척골피신경의 전기진단학적 유용성에 대해 이전 연구들을 검토해 본 결과 대부분의 연구에서 척골신경의 분절 운동전도 검사에 중점을 두었으며 배측척골피신경 반응에 대해 구체적 언급이 없었던 점에 착안해 주관절부 척골신경병증에서 배측척골피신경의 전기진단적 의의를 가늠해보고 Venkatesh 등의 보고와 다른 견해를 밝히고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

2000년 5월부터 2002년 5월까지 한림대학교 강동성심병원 재활의학과에 내원하여 임상적으로 척골신경병증(내측 수부와 제 4, 5수지의 감각이상, 척골신경 지배의 수부근력약화, 주관절부 압통)으로 의심되고 전기진단검사를 실시하여 주관절부 척골신경병증으로 진단된 환자 25예를 대상으로 하였으며 남자 20명, 여자 5명이었으며 이들의 연령은 17~69세로 평균 53세였다.

무증상군에서는 신경학적으로 이상이 없는 건강한 성인 13명(22완)을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

전기진단 검사는 Viking IV (Nicolet, USA) 근전도

기기를 이용하여 척골운동신경전도검사는 양와위에서 수부 소지의전근의 근부에 활동기록전극을 부착하고 주관절을 90도에서 135도 범위에서 굴곡시킨후 완관절, 내측상과 원위 3~4 cm, 근위 8 cm(후방구 하부에서 10 cm이상 간격)에서 자극하여 각 구간사이의 전도속도 및 진폭차이를 측정하였다.¹² 전기진단 기준은 Kincaid 기준^{2,11}에 의해 1)운동신경전도 검사상 신경전도속도가 49 m/sec 이하인 경우, 2)주관절 상방 및 하방 구간에서 신경전도속도가 50 m/sec 미만인 경우, 3)주관절 상부에서 하부까지의 구간에서의 전도속도가 주관절 하부-완관절 분절사이의 신경전도 속도보다 10 m/sec 이상 지연된 경우 4)주관절 하부에서 상부까지의 복합근육활동 전위의 음성 전위진폭의 감소가 20% 이상인 경우 각기 비정상으로 판정하였다. 역향성 감각신경전도검사는 제 5수지 근위지절에 활동기록전극을 부착하고 근위 14 cm되는 손목에서 자극하였으며 기저-정점진폭 < 15 μ V 또는 반대편과 비교했을 때 50% 미만일 때 비정상으로 판정하였다. 역향성 배측척골피신경 검사는 제 4, 5번 중수골사이 배측 표면에서 기록하고 활동전극의 근위 8 cm 상방의 척골과 척측수근굴근 사이에서 자극을 주었다. 반응은 민감도 10 μ V/division과 10 Hz-2 KHz 주파수로 기록했을 때 기저-정점 진폭 < 14 μ V, 또는 반대측과 비교했을 때 50% 미만의 진폭일 경우 비정상으로 판정하였다. 침전극 근전도 검사는 단극 침전극을 사용하여 척골신경 분포근육인 척측수근굴근, 제 1배측 골간근 및 소지의외전근에서 실시하였다. 전기진단검사상 (1) 원위부 감각신경전위 진폭이 감소된 경우 또는 (2) 침전극 근전도검사서 탈신경 소견을 보이는 경우를 축삭 손상(axonal loss)이 있는 것으로 간주하였다. 환자군에서 운동신경전도검사, 감각신경검사, 배측척골피신경검사, 침전극 근전도검사별로 진단적 예민도 및 각 검사간의 통계적 유의성을 분석하기 위해 SPSS 10.0 for Windows 프로그램을 사용하였으며 Venkatesh와 본 연구간의 배측척골피신경의 이환율의 차이가 있는지를 비교하기 위해 χ^2 -검정을 시행하였다. 무증상군에서는 배측척골피신경 검사를 상

Table 1. Age and Sex Distribution of Subjects

Age (years)	No. of Case (Subject)		No. of Case (Control)	
	Male	Female	Male	Female
10~19	2	0	0	1
20~29	2	0	3	4
30~39	6	1	2	0
40~49	0	1	2	0
50~59	7	1	0	1
60~69	3	2	0	0
Total	20	55	7	6

Table 2. Nerve Conduction study of the Ulnar Nerve

Age	Gender	DL(ms)	CMAP AMP(mV)			CV(m/s)		Ulnar SNAP		Dorsal ulnar SNAP		EMG
			WR	BE	AE	BE-WR	AE-BE	AMP(μ V)	LAT(msec)	AMP(μ V)	LAT(msec)	
69	F	3.2	8.5	5.3	4.8	47	33	18.4	2.5	12.8	1.8	AB
48	F	2.4	13.9	14.3	11.8	62	53	58.7	1.4	3.7	2.2	AB
39	F	4.3	1.6	1.3	1.1	40	42	3.3	5.3	6.5	1.6	AB
69	F	3.1	4.5	4.2	3.9	57	48	2.9	2.5	NR	NR	AB
17	M	3.4	11.2	8.5	7.3	54	36	12.9	2.6	9.5	1.7	AB
30	M	5.2	2.2	1.9	1.6	48	34	NR		NR		AB
27	M	3.3	3.6	3.3	3.0	35	26	NR		NR		AB
56	M	3.5	8.4	8.4	8.4	44	45	NR		13.9	1.7	AB
56	M	3.3	8.4	6.9	7.7	53	45	20.0	2.6	15.9	2.2	N
68	M	2.6	13.2	12.0	11.1	56	45	7.1	2.4	3.7	2.4	N
59	M	3.6	2.5	2.1	2.0	38	28	4.4	5.1	NR		AB
36	M	2.6	13.2	12.0	11.1	56	44	7.1	2.4	3.9	2.4	N
62	M	3.0	15.3	14.7	14.4	56	46	17.3	2.6	17.9	2.6	AB
56	M	2.8	2.3	2.3	0.9	39	32	NR		NR		AB
68	M	2.5	10.9	8.9	6.5	47	38	NR		NR		AB
31	M	4.1	5.4	5.4	5.2	50	41	12.8	3.3	6.7	1.9	AB
31	M	2.2	4.6	4.7	4.4	57	43	36.6	3.4	14.6	2.0	AB
19	M	4.3	15.0	13.0	13.5	54	50	7.2	3.2	40.0	4.3	AB
50	M	3.1	11.8	10.2	10.1	50	34	7.7	2.5	15.2	1.9	N
25	M	3.8	3.2	3.2	3.1	31	33	NR		NR		AB
56	M	3.2	7.6	7.2	7.1	55	47	NR		8.8	1.7	AB
56	M	3.2	12.9	11.7	10.7	59	48	16.6	3.1	15.9	2.2	AB
62	M	2.9	17.0	16.3	15.5	53	50	5.7	3.0	14.6	2.6	AB
31	M	2.5	9.5	6.7	6.4	51	60	8.2	2.8	11.5	1.9	AB
53	F	4.0	2.6	2.2	1.2	55	33	7.0	2.5	20.5	2.2	N

Abbreviations: M, male; F, female; DL, distal latency; CMAP, compound muscle action potential; WR, wrist; BE, below elbow; AE, above elbow; CV, conduction velocity; AMP, amplitude; Lat, latency; SNAP, sensory nerve action potential; NR, no response; N, normal; AB, abnormal; EMG, electromyography

기의 방법으로 검사측 상지 온도를 32~35℃로 유지하며 시행하였으며 운동신경 검사 및 침근전도 검사는 시행하지 않았다. 무증상군과 환자군간의 비교는 t-test를 사용하여 검정하였으며 통계적으로 p<0.05를 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

주관절부 척골신경병증의 임상증상 및 징후를 보이는 환자로 전기진단학적으로 이에 합당한 소견을 보이는 남자 20명과 여자 5명을 대상으로 하였으며 이들의 평균 연령은 53세(범위:17~69세)로 남자가 월등히 많았다(80%)(Table 1, 2). 척골운동신경전도 검사상 21예에서 국소적 전도차단 또는 주관절 횡단 부에서 전도속도의 감소를 보였고(전박부 전도속도: 49.8±8.0 m/s, 주관절횡단부: 41.3±8.3 m/s) 평균 8.5±6.8 m/s의 차이를 보여 통계적으로 유의하였다(p<0.05). 척골감각신경전도 검사상 25명중 19명에서 낮은 진폭 또는 무반응 소견을 보였고 침근전도 검사상 20명에서 탈신경 소견이 관찰되었으며 이중 척측수근굴근은 25예중 13예(52%), 제 1배측굴간근은 25예중 18예(72%), 소지의 전근은 25예중 18예(72%)에서 이상소견이 관찰되었다. 24명이 축삭손상의 소견을 보이며 배측척골피신경 검사는 25명중 6명에서 정상이었고(24%) 축삭 손상이 있는 환자들 중 5명에서 보존되었으며(21.7%) 정상 배측척골피신경 6예중 5예가 축삭 손상을 보였다. 따라서 Venkatesh와 본 연구에서 배측척골피신경의 이환율은

검사간의 유의한 통계적 차이(p: 0.01)를 보이고 있으며 주관절부 척골신경병증의 전기진단에 있어 각 검사간의 예민도를 보면 운동신경전도 검사는 84%, 감각신경검사는 76%, 배측척골피신경 검사는 76%, 침근전도 검사는 80%순으로 운동신경전도 다음으로 침근전도 검사, 배측척골피신경 검사 순으로 예민했으며 각 검사간의 통계적으로 유의한 예민도의 차이는 없었다(p>0.05)(Table 3).

무증상군에는 남자 7명과 여자 6명으로 평균나이 30세인 13명(22수)을 대상으로 하여(Table 1) 검사한 배측척골피신경 검사의 평균잠시는 1.47±0.13(범위: 1.3~1.8) msec이고, 평균진폭은 26.4±6.2(범위: 15.1~40.6) μV로 최저진폭은 15.1 μV이었으며(Table 4) 증상군의 평균진폭은 9.4±9.2(범위: 0~40.0) μV로 통계적으로 유의하게(p<0.05)낮은 수치였으며 평균잠시는 무반응 예가 많아서 구할 수 없었다(Table 5).

Table 3. Abnormalities in Electrodiagnostic Findings

	No. of cases(%)
Needle EMG	20(80)*
Sensory NCS	19(76)*
Motor NCS	21(84)*
DUCSN	19(76)*

1. EMG: Electromyography, 2. NCS: Nerve conduction study, 3. DUCSN: Dorsal ulnar cutaneous sensory nerve.

* means statically insignificant(p>0.05) by chi-square test.

Table 4. Dorsal Ulnar Cutaneous Nerve Conduction Study Results (Control)

	Present study	Young
No. of Nerves/Subjects	22/13	54/27
Mean Age (Years)	30	40.7
8 cm		
Distal Sensory Latency	1.47±.13 (1.3~1.8) ms ¹	1.84±.20 (1.51~2.35) ms ²
Sensory Amplitude ³	26.5±6.2 (15.1~40.6) μV	26.5±9.7 (9.0~48.0) μV

1: Onset latency, 2: Measured to negative peak, 3: Measured from baseline to negative peak.

Table 5. Comparison of DUCN Results between Patient and Control

	Patient	Control
No. of Nerves/Subjects	25/25	22/13
Mean Age (Years)	53	30
Onset Latency	— ¹	1.47±0.13 (1.3~1.8) ms
Sensory Amplitude ²	9.4±9.2* (범위: 0~40.0) μV	26.9±6.2 (15.1~40.6) μV

1: Unobtainable, 2: Measured from baseline to negative peak.

* p: 0.000 (<0.05), values are mean ± SD

고 찰

일반적인 근전도검사상에서 정확한 병변의 결정이 어려운 경우가 흔히 있게 된다. 해부학적으로 척골신경은 제 8번 경추와 제 1 흉추신경근에서 유래되는데 상완신경총의 내측 코드의 중요한 분지로 내측 상과의 후방에 있는 척골구를 지나 전완부에서는 척측수근굴근에 의해 덮여있는데 척측수근굴근의 두개의 근기시부중 하나는 내측 과에서 다른 하나는 주두의 변연에서 나온다. 척측수근굴근의 기시점 두 갈래와 섬유성 아치가 척골신경을 감싸는데 이런 섬유성 아치와 골/인대 구조가 신경이 지나는 터널 역할을 하여, Friend와 Stratford에 의해 팔굽터널(cubital tunnel)이라 명칭 되었다. 척골신경은 전완에서 척측수근굴근 밑에서 주행하다가 손목에서 5~10 cm(평균 6.4 cm) 근위부에서 배측 척골피신경이 주신경간에서 분지 되어 척골과 척측수근굴근 건사이 측면으로 주행하며 두상골의 근위 변연에서 평균 5 cm에서 전완의 내측부에서 피하에 위치한다. 주로 완관절과 수부의 척골배부와 제 5수지와 제 4수지 배부의 내측 감각을 담당하며 척골신경은 전완부에서 척측수근굴근과 제 4, 5지로 가는 심수지굴근을 지배하며 손의 내재근중 소지근구와 제 3, 4 충양근 및 모든 골간근과 무지굴근을 지배한다.^{2,3,13,14}

척골신경병변이 주로 생기는 해부학적 위치는 상완부에서 내측 상완삼두근과 근간막을 연결하는 근막인 arcade of struther, 주관절 부에서는 상완골 내측 상과의 후방구, 상완-척골 건막 아케이드(cubital tunnel), 굴근-회내근 건막(척골신경이 척측수근굴근 밑에서 나오는 부분), 완관절부에서는 가이언 터널(Guyon's canal)등이 있으며 이중에서도 주관절부에서 가장 흔히 손상을 받는다.^{3,9,11} 그래서 주관절 부에서 척골신경병증을 전기진단학적으로 검사하기 위해 보통 신경전도 검사와 침근전도 검사를 시행하는데 흔히 운동신경전도 검사상 신경전도속도, 복합근육활동전위의 잠시 또는 진폭, 영역 및 모양의 변화에 기준 하여 평가하며 1/3에서 1/2의 경우 특히 중증이 아닌 경우에는 정확한 위치결정이 어렵기도 하며 이런 경우에 기록하는 근육을 달리하여(소지외전근에서 제 1 배측 골간근으로) 검사하거나 인칭기법을 사용할 수 있으며 이때는 오직 잠시의 지연만을 의미 있는 소견으로 본다.¹⁵ 한편 원위부 감각신경 또는 복합 신경활동전위 검사 소견의 이상 특히 진폭의 감소는 비특이적인 소견으로 병변 위치 결정에 제한이 있으며 배측척골피신경 검사가 전완부에서 척골신경과 갈라지는 지점 원위부와 근위부로 병변을 감별하는데 도움이 된다. 배측척골피신경 반응을 기록하는 방법은 1980년 Jabre¹⁶에 의해 처음 소개되었으며 한국성인에 대한 정상 치도 1988년 정순열 등¹⁷이 보고

하여 척골신경 손상부위의 결정에 도움을 주고 있다. 그러나 1995년 Venkatesh¹⁰등에 의해 주관절부 척골신경병증이 확실한 경우에도 상당수의 배측척골피신경이 이환 되지 않으며 특히 축삭 손상 소견이 있을 때 상당수에서 이 신경의 전도검사 반응이 보존된다고 보고하였다. 이에 대한 설명은 신경내의 섬유속 배열에 의한 것으로 배측척골피신경을 이루는 섬유 속들은 주관절 상방에서 주신경간으로부터 갈라져 전완부에서 척골신경과 별개의 신경으로 주행한다는 것이었다. 본 연구에서도 축삭 손상 소견이 있는 주관절부 척골신경병증에서 배측척골피신경이 이환 되지 않은 경우가 6예에서 관찰되었고 이중 5예에서 축삭 손상을 보여 축삭 손상시 특히 배측척골피신경이 보존된다는 동일한 결과를 보였지만 Venkatesh 등의 보고(60%)와는 달리 낮은 수치를 보이며(24%) 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 이를 볼 때 Venkatesh의 주장과는 달리 신경내 섬유속 배열 양상이 주관절 상방에서 보다는 전완부에서 갈라져 주행하는 것이 많은 것으로 된다. 그리고 배측척골피신경이 보존되는 경우를 보면 6예중 4예에서 원위부 감각신경검사가 정상이었다. 원위부 감각신경검사상 정상소견을 보이는 경우가 총 6예인데 이중 4예가 배측척골피신경 반응 정상인 경우와 동반되는 점으로 보아 내부 신경 섬유속 배열상 배측척골피신경과 원위 감각신경을 이루는 섬유속이 동반 주행할 수 있다고 짐작할 수 있으나 아직 구체적인 보고는 없다.

상기 신경전도검사 결과를 바탕으로 침근전도 검사를 시행하는데 이때 반드시 제 1배측 골간근을 검사해야 하는데 이는 가장 많이 이환되는 근육이기 때문이며 전완부 척골신경 지배 근육들도 검사를 시행해야 한다.

주관절부 척골신경병증의 전기진단에 있어 각 검사간의 예민도는 운동신경전도 다음으로 침근전도 검사, 배측척골피신경 검사 순으로 예민했다. 그래서 임상적으로 주관절부 척골신경병증이 의심되는 경우 시행하기 쉽고 비침습적이며 유용한 배측척골피신경 검사를 기본적으로 시행해야 전기진단검사의 진단율을 높이는데 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 배측척골 피신경 검사가 정상일 경우 본 연구에서는 운동신경전도 속도와 침근전도 소견을 종합하여 진단에 이를 수 있었다. 그리고 무증상군에서 시행한 배측척골피신경 검사는 활동전극에서 8 cm 근위부에서 자극시 쉽게 측정할 수 있었으며 정점 잠시 대신 기시 잠시로 측정하여 기존의 연구들(Young)에 비해 감소된 소견을 보였으나 감각신경 기시 잠시와 정점 잠시에 따른 진단율의 민감도의 차이는 크지 않다¹⁸는 점을 고려하고 본 검사상 정점 잠시와 기시 잠시간의 평균 잠시 차이(0.51 msec)를 고려했을 때 유의한 차이는 없는 것으로 생각된다(Table 4).

결 론

주관절부 척골신경병증의 전기진단 검사에서 배측척골피신경 검사는 시행하기 쉽고 민감도면에서도 원위부 감각신경 검사와 비슷하였고 신경내부의 섬유속 배열특성으로 인해 정상 배측척골피신경 반응이 있는 경우가 보일 수 있으나 본 연구에서는 Venkatesh등(60%)과 달리 24%정도로 낮아 신경전도검사 및 침근전도와 병용하면 유용할 것으로 사료되며 비정상 반응을 보이는 경우에는 병변 위치 결정에 있어 모두에서 전완부 상부 이상의 병변으로 지정할 수 있었다. 무증상군에서 검사 방법은 온도를 조절한 상태에서 활동전극 근위부 8 cm에서 자극하여 정상 값을 가질 수 있었다.

참고문헌

1. Miller RG: Ulnar nerve lesions. in: Brown WF, Bolton CF(eds), *Clinical Electromyography*, Stoneham, MA: Butter-worths, 1987, pp 99-116
2. American association of electrodiagnostic medicine: Practice parameter for electrodiagnostic studies in ulnar neuropathy at the elbow: summary statement. *Muscle Nerve* 1999; 22: 408-411
3. Kincaid JC: AAEE minimograph #31: The electrodiagnosis of ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve* 1988; 11: 1005-1015
4. Raynor EM, Shefner JM, Preston DC, Logigian EL: Sensory and mixed nerve conduction studies in the evaluation of ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve* 1994; 17: 785-792
5. Tackmann W, Vogel P, Kaeser HE, Ettlin TH: Sensitivity and localizing significance of motor and sensory electroneurographic parameters in the diagnosis of ulnar nerve lesions. *J Neurol* 1984; 231: 204-211.
6. Botte MJ, Cohen MS, Lavernia CJ, von Schroeder HP, Gell-man H, Zinberg EM: The dorsal branch of the ulnar nerve: an anatomic study. *J Hand Surg* 1990; 15: 603-607.
7. Kim DJ, Kalantri A, Guha S, Wainapel SF: Dorsal ulna cutaneous nerve conduction. Diagnostic aid in ulnar neuropathy. *Arch Neurol* 1981; 38: 321-322.
8. Wilbourn AJ: Ulnar neuropathy, Basic electrophysiologic testing in mononeuropathy. (Course A, 8th annual continuing education course), 1985.
9. Bozentka D: Cubital tunnel syndrome pathophysiology. *Clin Orthop* 1998; 351: 90-94
10. Venkatesh S, Kothari MJ, Preston DC: The limitations of the dorsal ulnar cutaneous sensory response in patients with ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve* 1995; 18: 347-347
11. Kincaid JC, Lawrence HP, Jasper RD: The evaluation of suspected ulnar neuropathy at the elbow. *Arch Neurol* 1987; 44-47
12. Bielawski M, Hallett M: Position of the elbow in determination of abnormal motor conduction of the ulnar nerve across the elbow. *Muscle Nerve* 1989; 12: 803-809
13. Dellon AE: Review of treatment results for ulnar nerve entrapment at the elbow. *J Hand Surg* 1989; 14: 688-699
14. Dumitru D, Zwarts MJ: Focal peripheral neuropathies. In: Dumitru D, Amato AA, Zwarts M(eds). *Electrodiagnostic medicine*, 2nd ed, Philadelphia: Hanley & Belfus, 2002, pp1070-1086
15. William WC: The value of inching techniques in the diagnosis of focal nerve lesion. *Muscle Nerve* 1998; 10: 1554-1556
16. Jabre JF: Ulnar nerve lesions at the wrist: New technique for recording from the sensory dorsal branch of the ulnar nerve. *Neurology* 30: 873-876. Aug., 1980
17. 정순열, 권희규, 오정희: 건강한 한국인의 배측 척골 피부신경의 전도속도에 관한 연구. *대한재활의학회지* 1988; 12(1): 58-63
18. 성덕현, 권정이: 수근관 증후군에서 전기 진단의 민감도. *대한재활의학회지* 1997; 21(5): 880-887