

# 수근관 증후군의 진단과 치료

## Diagnosis and Treatment of Carpal Tunnel Syndrome

서울대학교 의과대학 재활의학교실

한 태 루

### 1. 서론

1924년 Mayo 클리닉에서 손목 굴곡근 지대의 해리술을 정중신경염(median neuritis)의 치료로 처음 시행한 이래<sup>1</sup>, 1933년 Learmonth<sup>2</sup>가 외상이나 종양과 연관이 없는 상황에서 수근관 해리술을 처음 시도하는 등 수근관 증후군의 치료는 정확한 진단 기준의 확립 전부터 시행되어 왔다.

1941년 Woltman<sup>3</sup>은 말단거대증(acromegaly) 환자에서 수근관내 정중신경의 압박 가능성이 있다는 것을 처음 제시하였으며, 1947년 Brain 등<sup>4</sup>은 원발성 압박성 정중신경병증을 가진 6명의 환자를 증례 보고하였다. 1950년대에는 Phalen 등<sup>5</sup>이 수근관 증후군을 어떤 질환이나 외상없이 정중신경이 횡수근인대 아래에서 압박되어 발생하는 신경병증으로 정의하였고, 횡수근인대를 절제하는 수근관의 개방성 감압해리술을 치료로 시행하였다.

### 2. 유병율

2002년 Dumitru 등<sup>6</sup>에 의하면, 서구에서는 인구 10만명당 55명에서 125명 정도의 유병율을 보인다고 하며, 한국에서는 아직 정확한 보고가 없다. 남녀비율은 1대 3으로 여자에게 흔하며, 1.8대 1로 백인들이 유색인종에 비해 흔하게 나타난다. 하지만 각 연구들에서 연구대상의 위험인자들의 차이로 인해 유병율에 대한 통계가 다양하게 보고되고 있는 실정이다.

### 3. 병인론

#### 1) 압력 기원설

1941년 Woltman<sup>3</sup>이 수근관 내의 정중신경이 횡수근인대의 아래에서 압박을 받음으로써 수근관 증후군이 발생하게 된다고 보고한 후 수근관을 직접 침습하는 병변이나 공간 점유 병소에 의해 수근관 단면적이 감소하게 됨으로써 수근관 증후군이 발생하게 된다는 학설로, 비특이성 굴곡근 건막염, 류마티스 관절염, 결핵 등의 육아종성 질환, 결정체 유도 질환, 종양 및 골절 등이 이와 같은 기전으로 수근관 증후군을 유발시킬 수 있다.

류마티스 관절염의 경우 23%에서 수근관 증후군이 발생한다고 하며, 종양이 원인인 경우를 고려한다면, 편측 수근관 증후군이 의심되는 경우에는 공간 점유 병소의 가능성을 항상 염두에 두고 있어야 한다. 골절의 경우 콜레(Colle's) 골절이나 볼크만 허혈성 구축이 있을 경우에 수근관 증후군이 잘 발생하게 된다. 그 외 신경의 압박성 마비에 대한 가족적인 소인이 있을 경우에도 수근관 증후군이 잘 발생하게 된다.

1989년 Mesgarzadeh 등<sup>7,8</sup>은 수근관 증후군 환자들의 자기 공명 영상의 소견을 첫째, 수근관 근위부에서의 정중신경의 팽창, 둘째, 수근관 내에서의 정중신경이 납작해짐, 셋째, 굴곡근 지대의 활처럼 휜 그리고 넷째, 정중신경의 T2신호 증가 등의 네 가지로 요약하였다.

반면, 1998년 Kleindienst<sup>9</sup>는 초기 수근관 증후군 환자들을 대상으로 자기 공명 영상을 촬영하여 정중신경이 수근관의 협착 전 부위와 수근관 내의 부위가 각각 분리되어 팽창되어 있으며, 수근관에서는 정중신경이 의미있게 납작해진 소견은 발견할 수 없었으나, 영상신호는 전반적으로 증가되어 있었다고 보고하였다. 2000년 Nakamichi 등<sup>10</sup>은 초음파 검사를 통하여 원발성 수근관 증후군은 압박성 기형이 아니라 증상의 경증과 상관 관계를 지닌 수근관 내 정중신경의 팽창을 특징적인 소견이라 하였다.

Address reprint requests to **Tai Ryoan Han, M.D.**

Department of Rehabilitation Medicine, Seoul National University College of Medicine

#28 Yongon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

TEL: 82-2-760-2560, FAX: 82-2-743-7473, E-mail: tairyoon@sun.ac.kr

### 2) 혈행 기원설

1976년 Sunderland<sup>11</sup>가 정맥 혈류의 폐색이 수근관 증후군의 병적 과정을 부추기는 원인이라고 주장한 이래, 1989년 Seilor 등<sup>12</sup>은 허혈이 수근관 증후군의 발생에 중요한 역할을 할 것이라고 주장을 하였다.

1997년 Tucci 등<sup>13</sup>은 수근관 증후군 환자들의 수술 조직의 균질액에서 Interleukin-6와 PGE<sub>2</sub>가 증가되어 있는 것을 발견하였는데, 이는 반복적인 허혈에 따른 산화 반응의 결과라고 추정하였고, 1999년 Kiernan 등<sup>14</sup>은 정중신경의 전도속도 지연 및 전도차단이 정중신경의 허혈성 압박만으로도 설명될 수 있다고 주장했다.

### 3) 혈관 병변설

혈액투석을 받는 환자들 중 약 9% 정도에서 수근관 증후군이 발생하는 것으로 알려져 있다.<sup>15</sup> 하지만, 1988년 Benz 등<sup>16</sup>은 수근관 증후군의 발생율이 혈액투석을 받는 환자와 복막투석을 받는 환자에서 별 다른 차이가 없음을 보고하면서 혈액투석 자체보다는 만성신부전증 환자의 여러 대사과정의 변화가 수근관 증후군의 발생에 직접적인 영향을 미치는 것으로 추정하였다.

### 4) 임신

임신 전 수근관 증후군을 진단받은 환자가 임신을 하게 되면 증상이 현저히 증가하게 되며, 임신 중에 발생하는 수근관 증후군은 전형적으로 임신 6개월 경에 발생한다. 그 원인으로는 호르몬 변화 또는 체중 증가와 상관관이 있을 것이라고 추정되지만, 확실하지는 않다.

임신 중에 발생한 수근관 증후군은 1/3에서 수부 증상을 동반하며, 10%에서 전형적인 증상을 보인다. 대개 분만 후 2주 이내에 증상이 호전되며, 부목 고정이나 병변 내 스테로이드 주사 등의 치료에 잘 반응한다.

### 4. 위험 인자

손목 관절의 반복적인 굴곡 또는 신전 활동이 가장 위험한 인자로 고려되고 있으며 그 외에 난소절제술을 동반하지 않은 자궁적출술을 받은 경우나 상대적으로 작은 신장과 증가된 체중을 가진 경우가 위험 인자에 속한다. 위험 인자로 고려될 수 있는 질환 중에서 당뇨병, 류마티스성 관절염, 점액부종, 말단 거대증 등이 수근관 증후군과 높은 상관관계를 보이긴 하나, 전체 인구를 대상으로 한 통계적인 표본 추출이 이루어지지 않아 이들 질환들이 위험인자라고 확신하기에는 아직 근거가 부족한 상태다. 1990년 De Krom 등<sup>17</sup>은 경구

피임약 복용, 당뇨병 및 폐경의 발생 연령, 류마티스성 관절염 및 갑상선 질환 등과 수근관 증후군의 발생 사이에는 아무런 연관이 없다고 보고하였다.

2000년 Giersiepen 등<sup>18</sup>은 체질량 지수와 상관 관계를 보고했으며, Kouyoumdjian 등<sup>19</sup>은 체질량 지수의 증가가 수근관 증후군의 발생률과 의미있는 상관관계가 있으나, 정중신경의 감각신경 원위부 잠시의 지연 정도와 체질량 지수의 증가 정도 사이에는 의미 있는 상관관계가 없는 것으로 보고하고 있다. 또한, Kouyoumdjian 등<sup>20</sup>은 손목의 깊이를 폭으로 나눈 손목 비율과 손목의 깊이를 원위 손목 관절 주름에서 중지의 중수수지관절 주름까지의 길이로 나눈 손목/손바닥 비율이 수근관 증후군의 발생과 상관관계가 있다고 보고하고 있다.

### 5. 직업력 및 개인적 요인

수근관 증후군은 직업적 손상으로 인한 질환으로는 가장 흔한 것으로 알려져 있는데, 1997년 Bernard 등<sup>21</sup>은 반복적이고 힘이 드는 일 또는 진동과 연관이 있는 반면, 어색하고 부적절한 자세와는 연관이 없다고 하였다.

1994년 Radecki<sup>22</sup>는 유전, 비만 및 손목의 폭 두께 등의 개인적 요인이 어떠한 직업적 노출보다도 강력한 예상 위험인자라고 하였으나, 직업적 요인이나 개인적 요인들로부터 병인론을 균형있게 설명하기가 쉽지 않다.

### 6. 증상

1) 수부 저림 : 중지 또는 중지과 검지 양측 모두에서 가장 흔하나 반드시 정중신경의 감각 분포를 따라 호소하지는 않으며 일례로 1977년 Loong<sup>23</sup>은 250명의 수근관 증후군 환자들 중 64%가 모든 손가락에서의 이상 감각을 호소하였다고 보고하였다

2) 통증 : 수부 통증으로 인해 환자들은 특히 밤에 통증 부위를 문지르거나 흔들게 되는데, 1994년 Olehnik 등<sup>24</sup>은 수근관 증후군이 수부, 전완부, 주관절 및 심지어 견관절의 통증까지 유발할 수 있기 때문에, 불명확한 상완 통증을 호소하는 환자에서 반드시 수근관 증후군을 염두에 두어야 한다고 주장하였다.

3) 그 외 수부 위약, 근 위축 및 수부 섬세 기능 저하 등이 증상의 정도가 심해짐에 따라 호소할 수 있다.

### 7. 이학적 검사

1) 운동 및 감각 기능 검사

단무지 외전근, 단무지 굴곡근 및 엄지 대립근 등의 정중신경 지배를 받는 수부 근육의 위약이 나타날 수 있는데, 도수 근력 검사를 시행할 때, 여성 수부가 비여성 수부에 비해 정상적으로 10% 정도 근력이 강하다는 것을 염두에 두어야 한다. 심한 경우에는 근 위축을 관찰할 수 있는데, 정중신경이 탈수초화 병변만 있을 경우에는 근 위축이 없는 근 위약만 관찰할 수 있다.

감각 기능 검사로는 두 점 식별법과 Semmes Weinstein 모노필라멘트법 및 진동계를 사용하는 방법이 있는데, 2000년 Massy-Westropp<sup>25</sup>는 정적 두 점 식별법은 수근관 증후군을 진단함에 있어서 낮은 민감도를 보인다고 보고하였다.

## 2) 유발 검사

수근관 부위를 타진할 때 정중신경의 감각 지배 부위가 저려오는 Tinel 징후와 손목을 심하게 굴곡시킨 자세로 유지시킬 때 1분 이내에 동통이나 손저림 등의 증상이 유발되는 Phalen 검사와 손목을 신전시키는 역 Phalen 검사 등이 흔히 이용된다. 그리고 Durkan의 수근관 압박 검사<sup>26</sup>, Gilliatt의 Tourniquet 검사<sup>27</sup> 등을 시행할 수 있는데, Tourniquet 검사의 경우 많은 수근관 증후군 환자들에서 음성 반응이 나타나지만, 양성 반응일 경우 확진이 가능한 장점이 있다.

특히, 손목 굴곡과 수근관 압박을 동시에 시행하는 검사는 많은 검증을 받은 상태이며, 높은 민감도와 특이도를 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>25</sup>

작업과 관련되어 있거나, 운동 유발성 수근관의 경우 중앙근 유발 파악 검사나 7분 스트레스 검사를 시행할 수 있다.

그 외 2001년 안<sup>28</sup>에 의해 제안된 수부 거상 검사나 LaBan<sup>29</sup>에 의해 제안된 정중신경 스트레스 검사 등이 있는데, 후자의 경우 정중관 증후군 환자의 42.8%에서 양성 반응을 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>30</sup>

## 3) 기능적 장애

수부의 섬세 기능 장애는 대개 감각 소실과 연관이 있으며, 근 위약으로 인한 엄지기능의 장애가 초래되는데 무지구 근육들의 지지 상실로 인해 엄지가 회외 상태(supination)로 되며, 심한 경우에는 회외 상태에서 고정되어 엄지의 집기 기능이 불가능해 지기도 한다.

위의 세 가지 이학적 검사는 환자가 호소하는 증상과 종합하여 진단에 이용하여야 하는데, 2000년 D'arcy 등<sup>31</sup>은 수부 이상감각, 파민 통증, Katz 수부 도표 검사 및 엄지 외전근의 위약 등이 양성적인 진단적 가치

가 있는 반면, 야간 이상감각, Phalen 징후, Tinel 징후, 무지구 위축 및 두 점 감각 식별법 등은 진단적 가치가 미미하거나 없다고 보고하고 있다.

한편, 2000년 Bland<sup>32</sup>는 수부의 요골 측으로 증상이 있거나, 증상이 심야에 심해지는 경우가 신경전도검사 에서 이상이 나오는 경우와 가장 강한 상관 관계를 보이고 있는 것으로 보고하고 있다.

## 8. 진단

1) 전기진단학적 검사 : 특이도는 높으나 민감도가 상대적으로 낮다. 하지만 임상 양상들과 통상적인 신경전도검사 및 침근전도 검사를 함께 이용한 진단이 여전히 수근관 증후군의 표준적인 진단법이다.

2) 자기공명영상 : 해부학적 이상을 밝히며, 수술을 고려할 경우에 유용할 수 있다. 혈관들이 잘 관찰되며, 디지털 기법을 이용해서 수근관의 단면적을 측정할 수 있는 장점이 있다.

2000년 Keberle 등<sup>33</sup>은 자기공명영상이나 초음파 검사를 이용해서 측정한 정중신경의 팽창 지표 및 편평 지표의 수치가 각각 1.3 및 3.4 이상인 경우를 수근관 증후군의 진단에 사용하면 민감도가 100%에 이르는 것으로 보고하였다.

3) 초음파 검사 : 전기진단학적 검사보다 진단적 가치가 떨어진다. 2000년 Sarria 등<sup>34</sup>은 굴곡근 지대 및 정중신경의 단면이 활처럼 휘어 있는 소견을 신뢰성이 높은 초음파 검사 소견으로 보고하였고, 2001년 Swen 등<sup>35</sup>은 초음파 검사가 전기진단학적 검사에 비해 민감도는 떨어지나, 특이도는 더 높다고 보고하였다.

4) 수근관 내 압력 측정 : 여러 동물 실험에서는 시행되고 있고, 실제 임상에서도 과거에 활용되었으나 요즘은 일부에서만 사용하고 있을 뿐 보편적으로 사용되지는 않고 있다.

## 9. 전기진단학적 검사

(미국전기진단학회 기준, 1997년<sup>36</sup>)

### 1) 운동신경 전도검사

#### a. 원위부 잠시

1956 Simpson<sup>37</sup>은 정중신경의 운동신경 원위부 잠시가 다른 전기진단학적 검사에 비해 민감도가 낮지만, 운동신경섬유가 영향을 받은 경우에는 여전히 중요한 단서를 제공한다고 하였는데, 절대값의 기준은 4.2 msec이고, 동측 척골신경의 원위부 잠시와의 차이가

1.0 msec 이상이거나 반대측 정중신경의 원위부 잠시와의 차이가 1.0 msec 이상인 경우에 진단이 가능하다고 하였다. 하지만 척골신경 병변이 동반된 경우나 반대측도 수근관 증후군이 존재할 경우에는 상대적 차이를 이용한 진단기준은 문제가 된다.

수근관 증후군에서 운동신경 원위부 잠시는 비정상이나 감각신경 원위부 잠시는 정상인 경우가 있는데, 그 원인으로는 첫째, 운동신경 섬유가 더 심하게 압박을 받고 있을 가능성, 둘째, 해부학적인 변이의 가능성 그리고 마지막으로 운동 신경분지가 수근관을 빠져나갈 때 횡수근 인대에서 별도의 출입부를 통해서 나가는데, 이 곳에서 압박을 받을 수 있다는 점 등을 들 수 있다.

운동신경 원위부 잠시가 지연된 경우 감별해야 할 다른 질환으로는 8번 경수 신경근 병증과 전각세포 질환이 있으며, 감각신경 전도검사 소견은 정상이면서 운동신경 전도검사만 단독으로 이상 소견을 나타내는 경우, 대개는 수근관 증후군이 아닐 가능성이 높다.

b. 전완부의 신경전도속도

10%에서 32%의 수근관 증후군 환자에서 전완부의 신경전도속도가 감소되어 있는 소견을 관찰할 수 있는데, 이는 수근관에서 빠른 전도속도를 가진 신경섬유가 선택적으로 손상을 받는다는 점과 역행성으로 신경섬유가 퇴행할 수 있다는 점 등과 연관이 있는 것으로 보고 있다. 2000년 Chang 등<sup>38</sup>은 전자가 아닌 후자가 전완부 신경전도속도 감소의 직접적인 원인이라고 주장하고 있다.

c. 제 2 총양근 및 골간근에서의 측정법

1992년 Preston 등<sup>39</sup>에 의해 제안된 측정법으로 운동신경 전도검사의 민감도를 개선시키기 위해 제안된 방법이다. 정중신경을 자극하여 제 2 총양근에서 기록된 복합근육 활동전위와 척골신경을 자극하여 기록된 제 2 골간근 복합근육 활동전위의 원위부 잠시차가 0.4 msec 이상이면 진단을 내릴 수 있다. 수근관 증후군에서 제 2 총양근은 무지구 근육들에 비해 상대적으로 보존이 되기 때문에 특히 심한 수근관 증후군의 진단에 유용한 방법이다.

d. 중수장 자극법

신경전도 차단을 확진하는데 필요한 방법으로 손목 관절 자극시 복합근육 활동전위의 진폭 크기가 중수장 자극시에 비해 20% 이상 감소할 경우 전도차단을 확진할 수 있다. 또한, 손목 관절 구간의 분절신경 전도속도를 구할 수 있어 이를 이용한 수근관 증후군의 진단이 가능하다.

2) 감각신경 전도검사

a. 전통적인 방법

1958년 Gilliat 등<sup>40</sup>에 의해 수근관 증후군의 진단에 처음 사용된 이래로 현재까지 널리 사용되는 정방향성 감각신경 전도검사법과 더 큰 진폭의 감각신경 활동전위를 얻을 수 있는 역방향성 감각신경 전도검사법이 있다. 2.4%에서 9% 정도의 수근관 증후군 환자에서 전완부 감각신경 전도속도가 감소되어 있으며, 동측 척골신경과 원위부 잠시 차이가 0.5 msec 이상이면 진단 가능하다.

b. 손목과 손바닥사이의 잠시

1970년대 초에 제안된 방법<sup>41</sup>으로 역방향성 검사를 시행하는 것이 더욱 실용적인데, 손목-손가락 잠시와 손바닥-손가락 잠시를 비교함으로써 진단을 내릴 수 있다. 수근관 증후군을 말초신경병증과 감별하는데 유용하며, 손목 자극시에 비해 손바닥 자극시의 감각신경 활동전위 진폭 크기가 50% 이상 클 경우에는 전도차단의 소견이 존재하는 것을 알아낼 수 있다.

c. 정방향성 손바닥 자극법

1975년 Eklund<sup>42</sup>가 제안한 방법으로 손바닥을 자극하여 혼합신경 활동전위를 유발시켜 손목에서 기록하는데, 이 때 기록된 신경 활동전위는 대부분 감각신경에서 생성되며, 수지에서 신경섬유를 자극하는 것보다 훨씬 민감도가 높다.

손바닥의 자극부위와 손목의 기록부위를 8 cm의 거리를 두고 검사를 시행할 경우, 정중신경과 척골신경 모두 원위부 잠시의 절대치가 2.2 msec 이상이면 비정상이며, 척골 신경보다 0.3 msec 이상 지연되어 있거나, 반대측 정중신경보다 0.5 msec 이상 지연되어 있을 경우에도 진단이 가능하다.

d. 단분절 자극법

1979년 Kimura<sup>43</sup>가 처음 시도하였는데, 수근관을 가로질러 1 cm 간격으로 역방향성 자극을 가하면서, 통상적인 검지나 중지에서 기록하는 방법으로 자극부위는 8 곳 이하면 충분하다. 수근관 증후군 환자의 50%에서 수근관의 원위부 근처에서 국소적인 전도속도의 감소를 보인다. 분절간의 정점 잠시 차이가 0.5 msec 이상이면 진단을 내릴 수 있다.

2000년 Seror<sup>44</sup>는 인치 또는 센티미터 자극법의 신뢰도, 민감도 및 특이도를 비교하였을 때, 정방향성 자극법이 역방향성에 비해 우월하였다고 보고하고 있다.

e. 환지에서 측정한 정중신경과 척골신경의 원위부 잠시 차이

1981년 Jonhson 등<sup>45</sup>에 의해 처음 시도된 방법으로

정방향성 및 역방향성 모두 가능하다. 환자로 향하는 감각신경섬유는 횡수근인대 바로 아래에서 정중신경의 외측 경계부에 위치하기 때문에 쉽게 압박을 받을 가능성이 높다. 따라서 경한 수근관 증후군의 진단에 이 방법이 유용하게 사용될 수 있다. 정중신경 및 척골신경 간의 원위부 잠시 차이가 0.4 msec에서 0.6 msec 이상일 경우에 진단을 내릴 수 있다.

#### f. 엄지에서 측정한 정중신경과 요골신경의 원위부 잠시 차이

1979년 Brenninkmeyer<sup>46</sup>에 의해 처음 시도된 방법으로 두 신경 간의 원위부 잠시 차이가 0.5 msec 이상일 경우 진단이 가능하다.

요골신경은 포착성 신경병변이 잘 발생하지 않아 정상 비교값으로 이용하기 좋은 장점이 있는 반면, 말초신경병증의 경우에도 침습을 덜 받을 수 있기 때문에 말초신경병변에서도 요골신경과 정중신경 사이에 의미 있는 잠시 차이를 보일 수 있다는 단점이 있다.

### 3) 자율신경 기능검사

2000년 Verghese 등<sup>47</sup>에 의하면, 교감신경 피부반응 검사는 수근관 증후군의 진단시에 34%의 민감도와 89%의 특이도를 보였다고 하였고, 2000년 Sener 등<sup>48</sup>도 수근관 증후군의 진단에 있어서 교감신경 피부반응 검사는 민감도가 낮다고 하였다.

한편, 2001년 Mondelli 등<sup>49</sup>은 수근관 증후군의 수술 후에도 교감신경 피부반응이 의미있게 교정되지 않는 것을 관찰하였는데, 교감신경 섬유들의 신경 재지배 능력이 떨어지는 것이 원인일 거라고 추정하고 있다.

### 4) 침근전도 검사

침근전도 검사를 통해 수근관 증후군에서 병변의 축색 손상을 규명할 수 있으며, 근위부 정중신경 포착성 병변이나, 신경근 병변 및 말초신경 병증들과 감별할 수 있다. 운동 및 감각신경의 원위부 잠시 지연이 단무지 외전근의 침근전도 양성 소견의 중요한 예측인자이긴 하지만, 잠시 지연만으로는 축색 손상을 규명할 수 없기 때문에 침근전도 검사는 반드시 필요로 한다.

신경 전도검사 소견상 수근관 증후군에 합당한 소견이 나왔을 때, 침근전도를 시행해야 하는 근육들로 제 1 배측 골간근, 단무지 외전근, 단무지 굴곡근, 원형회내근, 이두박근 및 삼두박근 등이 포함되어야 한다. 만약 신경 전도검사 소견이 경한 수근관 증후군에 해당될 경우에는 단무지 외전근에서의 침근전도 시행은 선택적으로 시행되는데, 이는 통증이 심하고 양성 소견이 나올 가능성이 희박하기 때문이다.

## 10. 전기진단학적 측면에서 고려할 점들

### 1) 민감도 vs 위양성율

1993년 Seror<sup>50</sup>는 임상적으로 수근관 증후군의 기준에 합당한 환자들 중 운동신경 원위부 잠시 지연 소견은 50% 이하에서 관찰되었고, 감각신경 전도검사에서도 75%만이 이상 소견을 보였다고 한다.

한편, 1999년 Padua 등<sup>51</sup>은 정중신경의 손가락에서 손목 구간의 감각신경 전도속도와 손목에서 무지구 사이의 운동신경 원위부 잠시 등의 2가지 기준을 동시에 이용하여 진단하는 표준검사법의 민감도가 83.5%에 이른다고 보고 하였다.

증상을 호소하는 수근관 증후군에서 전기진단학적 검사가 음성으로 나타나는 경우에서 제시되는 네 가지의 이론적 근거로는 첫째, 병변이 너무 경해서 신경섬유가 거의 침습을 받지 않고 있든지 둘째, 가역적인 간헐적 허혈로 인해서 생긴 증상일 경우, 셋째, 동반된 말초신경병증이나 다른 포착성 병변에 의해 가려져 있는 경우, 그리고 마지막으로 신경근 병변이나 과사용 증후군 등의 다른 질환일 경우 등을 들 수 있다.

하지만, 검사의 민감도가 높아질수록 필연적으로 위양성율도 높아지게 된다. 그래서 민감도와 특이도를 동시에 높이고 무작위 오류나 극단적 값을 줄이기 위해 복합 감각지수 (CSI, Combined Sensory Index)가 1998년에 Robinson 등<sup>52</sup>에 의해 고안되었는데,

CSI = 환지에서 측정한 정중신경과 척골신경의 원위부 잠시 차이(RD; Ring difference, 14 cm) + 엄지에서 측정한 정중신경과 요골신경의 원위부 잠시 차이(TD; Thumb difference, 10 cm) + 손바닥 자극시 정중신경과 척골신경의 잠시 차이(PD; Palm difference, 8 cm)

복합 감각지수(CSI)가 1.0 msec 이상이면 수근관 증후군을 진단할 수 있으며, 복합 감각 지수는 민감도가 84%, 특이도는 95%에 이르며, 단일 감각신경 전도검사에 비해 신뢰성이 높은 것으로 보고 되었다.<sup>52</sup>

또한 Robinson 등<sup>53</sup>은 2000년에 검사과정을 최소화하고 진단의 정확성을 극대화 시키기 위한 2단계 접근법을 제시하였는데, 1단계는 RD, TD, PD 중 한 가지만 먼저 측정했을 때, 각각 0.5 msec, 0.7 msec, 0.4 msec 이상일 경우 비정상 복합 감각지수의 확률이 99%에 이르기 때문에 이미 시행한 한 가지 검사만으로도 진단이 가능하고, 2단계는 우선 한 가지만 측정했을 때, RD가 0.1 msec에서 0.4 msec이거나, TD가 0.2 msec에서 0.7 msec 이거나 혹은 PD가 0 msec에서 0.3 msec일 때 나머지 두 가지 검사도 함께 시행해서

복합 감각지수를 계산해서 진단에 이용할 것을 제안하였다. 이런 2단계 접근법의 민감도는 82%에서 83%, 특이도는 94%에서 95%에 이른다고 보고하였다.

한편, 1998년 Girlanda 등<sup>54</sup>은 환지에서 측정된 정중신경과 척골신경의 감각신경 원위부 잠시 차이와 원위-근위부 비율(손바닥-중지까지의 전도속도/손목-손바닥 구간의 전도속도)을 함께 사용하였을 때 가장 이상적인 진단이 이루어진다고 보고하고 있다.

### 2) 전기진단학적 검사와 임상 증상과의 상관관계

근위약이 있는 경우를 제외하고는 임상 증상의 정도와 전기진단학적 검사의 이상 정도 사이는 높은 상관관계를 보이지 않는데, 이는 많은 임상 증상들이 허혈과 연관이 있기 때문이다. 또한, 전기진단학적 검사의 여러 지표들과 신경손상의 정도 간에도 높은 상관관계를 보이지 않기 때문에 오직 신경 조직검사만이 신경 손상을 정량화할 수 있는 확실한 방법이다.

한편, 축색 손상의 양은 감각신경 활동전위 및 복합근육 활동전위의 진폭과 연관이 있으며, 탈신경성 전위(비정상 자발 전위)의 양은 전기진단학적 검사의 연속적인 추적 관찰에서 가장 좋은 지표로 사용되고 있다.

### 3) 전기진단학적 검사와 치료의 연관성

전기진단학적 검사 결과 경미한 정도의 수근관 증후군일 경우에는 부목이나 스테로이드 병소 주사법 등의 치료가 성공할 가능성이 높다. 하지만, 수술 후 결과를 예측할 수 있는 전기진단학적 검사 지표는 아직까지 확실한 것이 없는 상태이다.

### 4) 기타

수근관 증후군의 58%에서 61%가 양측성이며, 15%에서 39%에서는 척골신경 병변을 동반하게 된다. 그리고 신경전도검사를 시행할 때 Martin Gruber 이상 교통의 가능성을 항상 염두에 두고 있어야 한다.

## 11. 신경전도검사의 일반적 접근법

### 1) 정중신경 및 척골신경의 원위부 잠시와 전완부 신경전도속도

동반될 수 있는 말초신경병증, 신경근 병변 및 전각세포 질환 등을 감별하기 위해 반드시 척골 운동신경 전도검사를 시행하여야 한다.

### 2) 특별 감각신경 전도검사

명확하게 선호되고 있는 방법은 없으나, 1997년 Stevens<sup>36</sup>가 제안한 정중신경과 척골신경간의 정방향성 손바닥 자극시 감각신경 원위부 잠시 차이가 추천될 수 있겠다.

하지만, 의사의 숙련 및 경험의 정도에 따라서, 혹은 검사실의 정상치의 활용 정도에 따라 검사방법을 선택할 수 있을 것이며, 또한 척골신경병변이나 요골신경병변이 의심되거나 동반이 되어 있는 경우, 수지 절단, 수부의 상처 등과 같은 경우에는 상황에 따라 적절한 검사법을 선택하면 된다.

3) 복합근육 활동전위와 감각신경 활동전위가 유발되지 않으면, 제 2 충양근에서 측정하는 방법이 진단적 가치가 있다.

4) 증상을 호소하는 수부에서 신경전도검사에 이상이 있거나, 증상이 양측성일 경우에는 정중신경 및 척골신경의 감각신경 전도검사는 반대측도 함께 시행하여야 하며, 반대측이 정상 소견일 경우에는 더 이상 신경전도검사를 추가할 필요는 없으며, 반대측에서도 수근관 증후군이 발견될 경우, 운동신경 전도검사도 함께 시행하여야 한다.

5) 증상을 호소하는 수부에서 신경전도검사가 정상일 경우, 반대측 수부에서는 신경전도검사를 시행할 필요는 없다.

## 12. 수근관 증후군의 중증도 판정에 대한 기준들

수근관 증후군을 중증도를 판정하는데 있어서 보편적인 표준 기준은 아직까지는 없다고 할 수 있겠다.

그러나 최근 중증도를 전기진단학적 기준으로 판정하려는 노력이 많아졌으며 예를 들면 1997년 Stevens<sup>36</sup>는 전기진단학적 기준을 바탕으로 다음과 같이 세 가지 단계로 분류하였다.

- 경도의 수근관 증후군 : 감각신경 또는 혼합신경 활동전위 원위부 잠시의 이상(상대치 혹은 절대치) ± 비정상 감각신경 활동전위 진폭
- 중증도의 수근관 증후군 : 경도의 수근관 증후군 ± 비정상 운동신경 원위부 잠시
- 중증의 수근관 증후군 : 중증도의 수근관 증후군 ± 비정상 침근전도 소견 (탈신경성 전위, 동원 양상의 감소, 운동단위 활동전위의 변화들)

한편, 2000년 Bland<sup>55</sup>는 전기진단학적 검사가 임상

양상의 정도를 나타내는 점수와 의미있는 연관관계가 있었다고 전제한 후 전기진단학적 검사를 기준으로 한 새로운 평가 점수를 제안하였다.

Grade 0 : 정상

Grade 1 (very mild) : 가장 민감한 검사에서만 나타나는 수근관 증후군

Grade 2 (mild) : 손가락과 손목 구간에서 감각신경 전도속도는 감소, 운동신경 원위부 잠시는 정상

Grade 3 (moderate) : 감각신경 활동전위가 보존되어 있으며, 운동신경 원위부 잠시가 지연되어 있으나 6.5 msec 이내일 때

Grade 4 (severe) : 감각신경 활동전위가 유발되지 않으며, 운동신경 원위부 잠시가 지연되어 있으나 6.5 msec 이내일 때

Grade 5 (very severe) : 감각신경 활동전위가 유발되지 않으며, 운동신경 원위부 잠시가 지연되어 있으나 6.5 msec 이상일 때

Grade 6 (extremely severe) : 감각신경 및 운동신경 전도검사 모두 무반응일 경우

### 13. 보존적 치료

1998년 Padua 등<sup>56</sup>은 경도나 중등도의 수근관 증후군 환자들의 약 1/3에서 신경 손상은 자기 한정적이라고 했으며, 2000년 Todnem 등<sup>57</sup>은 수술을 시행하지 않은 수부에서도 수술을 시행한 수부에서처럼 전기생리학적인 변수들은 의미있게 호전되었으나, 호전 정도는 수술을 받은 경우에 못 미치는 것으로 보고하였다.

보존적 치료로서 우선 환자 교육, 확산 및 작업 및 활동의 교정이 중요하며, 휴식기 수부 부목을 사용한다. 2000년 Walker 등<sup>58</sup>은 부목을 밤에만 착용하도록 교육 받은 환자에게 비해 하루 종일 착용하도록 교육받은 환자들에서 원위부 잠시의 호전이 월등하였다고 보고하였다.

스테로이드 병소 주사법은 경도의 혹은 간헐적인 증상을 호소하는 경우에 사용할 수 있으나, 근위축이 존재하거나, 리도카인 주입과 3주간의 부목 치료에도 불구하고 진행되는 감각 소실이 있는 경우에는 추천되지 않는다. 경도의 증상을 호소하는 경우에는 치료 결과가 좋으나, 중증의 증상을 호소하는 경우에는 거의 90%에서 주사치료 후 18개월 내에 재발하는 것으로 알려져 있다. 2000년 Ayhan-Ardic 등<sup>59</sup>은 수근관 증후군 환자에서 스테로이드 병소 주사치료 후 1년 뒤 추적하였을 때, 84.4%에서 완전 혹은 부분적으로 증상이 완화되었으며, 신경전도검사는 62.6%에서 호전되었다고 보고하였다. 2002년 Cochrane review에서 Marshall 등<sup>60</sup>은 스테로이드 병소 주사치료를 받은 군이 위

약 치료군에 비해서는 월등한 호전이 있으나, 다른 비수술적 혹은 수술적 치료와의 비교 연구는 없다고 보고하였다.

한편, 1999년 Fialova 등<sup>61</sup>은 스테로이드 대신 프로카인, 펜톡시필린 및 마그네슘 숄푸리움을 혼합해서 병소에 주입하는 대용 요법을 소개하면서 그 성공률이 86.7%(166명 중 144명)에 이른다고 보고하였다.

그 외 NSAIDs 복용, 단기간의 경구 스테로이드 복용, 이노제 복용(특히, 임신부에서) 및 손목부위 초음파치료 등을 치료의 방법으로 쓸 수 있겠다. 이 중 초음파 치료는 아직 논란의 여지가 많은데, 1998년 Ebenbichler 등<sup>62</sup>은 경도에서 중등도의 수근관 증후군에서 초음파 치료를 받은 환자들이 주관적인 증상, 운동신경 원위부 잠시 및 정방향성 감각신경 원위부 잠시 등이 호전되었다고 보고하였고, 1999년 Oztas 등<sup>63</sup>은 초음파 치료가 통증이나 이상감각 등의 증상 완화에는 효과가 있으나, 전기진단학적으로는 운동신경전도에 아무런 영향을 끼치지 않는 등 의미있는 변화를 주지 못한다고 보고하였다.

한편, Paik 등<sup>64</sup>은 토끼를 대상으로 생리식염수를 주입하여 압력을 높여서 유발한 급성 수근관 증후군에서 초음파 치료가 복합근육 활동전위 진폭의 회복을 촉진시킨다는 사실을 보고하면서 초음파 치료의 임상적 유용성에 대한 추가 연구가 필요하다고 하였다.

### 14. 수술적 치료

절대적 적응증으로는 보존적 치료의 실패 및 무지구 근위축이 있을 경우를 들 수 있으며, 상대적 적응증으로는 지속적인 감각 소실(특히, 장기간의) 및 환자가 증상을 호소하는 정도의 중증도 등을 들 수 있다.

수술방법은 표준적인 개방성 해리술과 내시경을 이용한 해리술이 있는데, 1999년 Lindau 등<sup>65</sup>은 개방성 수근관 해리술을 받은 91%의 환자에서 좋은 주관적인 호전을 가져왔지만, 5.4%에서의 합병증과 33%에서의 수술 후 증상 호소로 인하여 대안적 수술법에 대한 향후 연구가 필요하다고 결론을 내렸다. 내시경을 이용한 해리술은 수술 성공률 및 합병증 발생율은 개방성 해리술과 비슷하나, 통증 및 장애가 덜하고, 생활로의 복귀가 빠르다는 장점이 있다.<sup>66</sup> 1999년 Nakamura 등<sup>67</sup>은 내시경을 이용한 해리술이 수술 후 첫 3개월 내에 운동신경 원위부 잠시의 빠른 호전을 가져오는 것을 관찰하였지만, 호전양상이 개방성 해리술과 크게 차이가 없었다고 보고하였다.

새로운 수술법으로 미세개방 해리술이 있는데, 이 방법은 내시경을 이용한 해리술에 비해 더 안전하고 비용 절감적인 장점을 지닌다.

## 15. 수술 후 신경전도검사

수술 후 신경전도검사 소견은 보통 증상 완화와 상관 관계를 가진 의미있는 호전이 나타난다. 하지만, 원위부 잠시는 수술 후 즉시 호전되지는 않는다.

수술 후 신경전도검사 소견의 최대 호전은 첫 6개월 이내에 이루어지며, 원위부 잠시는 증상이 호전된 후 1년이 지나도 반드시 정상으로 돌아오지는 않는다.

수술 후 증상 완화가 즉시 일어나는 이유는 전도차단의 회복 때문이라기보다는 신경이 압박됨으로써 발생 하던 자발적 신경 흥분의 감소 때문인 것으로 알려져 있다.

## 참고문헌

- Amadio PC: The Mayo Clinic and carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc* 1992;67:42-48
- Learmonth JR: The principle of decompression in the treatment of certain diseases of peripheral nerves. *Surg Clin North Am* 1993;13:905-913
- Woltman MW: Neuritis associated with acromegaly. *Arch Neurology Psychiatry* 1941;45:680-682
- Brain WR, Wright AD, Wilkerson M: Spontaneous compression of both median nerves in the carpal tunnel. Six cases treated surgically. *Lancet* 1947;1:277-282
- Phalen GS, Gardner WJ, Lalonde AA: Neuropathy of the median nerve due to compression beneath the transverse carpal tunnel ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1950;32(A):109-112
- Dumitru D, Anthony AA, Machiel JZ: *Electrodiagnostic medicine*. 2nd ed, Henly&Belfus Inc, 2002, pp1058-1070
- Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A: Carpal tunnel: MR imaging. Part I. Normal anatomy. *Radiology*. 1989;171:743-748
- Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A, Mitra A, Conaway D: Carpal tunnel: MR imaging. Part II. Carpal tunnel syndrome. *Radiology* 1989;171:749-754
- Kleindienst A, Hamm B, Lanksch WR: Carpal tunnel syndrome: staging of median nerve compression by MR imaging. *J Magn Reson Imaging*. 1998;8:1119-1125
- Nakamichi KI, Tachibana S: Enlarged median nerve in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000;23:1713-1718
- Sunderland S: The nerve lesion in the carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1976;39:615-626
- Seiler JG 3rd, Milek MA, Carpenter GK, Swiontkowski MF: Intraoperative assessment of median nerve blood flow during carpal tunnel release with laser Doppler flowmetry. *J Hand Surg [Am]* 1989;14:986-991
- Tucci MA, Barbieri RA, Freeland AE: Biochemical and histological analysis of the flexor tenosynovium in patients with carpal tunnel syndrome. *Biomed Sci Instrum* 1997;33:246-251
- Kiernan MC, Mogyoros I, Burke D: Conduction block in carpal tunnel syndrome. *Brain* 1999;122:933-941
- Gilbert MS, Robinson A, Baez A, Gupta S, Glabman S, Haimov M: Carpal tunnel syndrome in patients who are receiving long-term renal hemodialysis. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:1145-1153.
- Benz RL, Siegfried JW, Teehan BP: Carpal tunnel syndrome in dialysis patients: comparison between continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis populations. *Am J Kidney Dis* 1988;11:473-476
- de Krom MC, Kester AD, Knipschild PG, Spaans F: Risk factors for carpal tunnel syndrome. *Am J Epidemiol* 1990;132:1102-1110
- Giersiepen K, Eberle A, Pohlabein H: Gender differences in carpal tunnel syndrome? occupational and non-occupational risk factors in a population-based case-control study. *Ann Epidemiol* 2000;10:481
- Kouyoumdjian JA, Morita MD, Rocha PR, Miranda RC, Gouveia GM: Body mass index and carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr* 2000;58(2A):252-256
- Kouyoumdjian JA, Morita MP, Rocha PR, Miranda RC, Gouveia GM : Wrist and palm indexes in carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr* 2000;58(3A):625-629
- Hales TR, Bernard BP: Epidemiology of work-related musculoskeletal disorders. *Orthop Clin North Am*. 1996;27:679-709
- Radecki P: A gender specific wrist ratio and the likelihood of a median nerve abnormality at the carpal tunnel. *Am J Phys Med Rehabil*. 1994;73:157-162
- Loong SC: The carpal tunnel syndrome: a clinical and electrophysiological study of 250 patients. *Clin Exp Neurol* 1977;14:51-65
- Olechnik WK, Manske PR, Szerzinski J: Median nerve compression in the proximal forearm. *J Hand Surg [Am]* 1994;19:121-126
- Massy-Westropp N, Grimmer K, Bain G: A systematic review of the clinical diagnostic tests for carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Am]* 2000;25:120-127
- Durkan JA: A new diagnostic test for carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:535-8



27. Gilliat RW, Wilson TG: A pneumatic tourniquet test in the carpal tunnel syndrome. *Lancet* 1953;2:595-597
28. Ahn DS: Hand elevation: a new test for carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg.* 2001;46:120-124
29. LaBan MM, Friedman NA, Zemenick GA: "Tethered" median nerve stress test in chronic carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67:803-804
30. Raudino F: Tethered median nerve stress test in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2000;40:57-60
31. D'Arcy CA, McGee S: Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome. *JAMA* 2000; 284:1924-192.
32. Bland JD: The value of the history in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Br]* 2000;25:445-450
33. Keberle M, Jenett M, Kenn W, Reiners K, Peter M, Haerten R, Hahn D: Technical advances in ultrasound and MR imaging of carpal tunnel syndrome. *Eur Radiol* 2000; 10:1043-1050
34. Sarria L, Cabada T, Cozcolluela R, Martinez-Berganza T, Garcia S: Carpal tunnel syndrome: usefulness of sonography. *Eur Radiol* 2000;10:1920-1925
35. Swen WA, Jacobs JW, Bussemaker FE, de Waard JW, Bijlsma JW: Carpal tunnel sonography by the rheumatologist versus nerve conduction study by the neurologist. *J Rheumatol* 2001;28:62-69
36. Stevens JC: AAEM minimonograph #26: the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. *American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve* 1997; 20:1477-1486
37. Simpson JA: Electrical signs in the diagnosis of carpal tunnel syndrome and related syndromes. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1956;19:275-280
38. Chang MH, Chiang HT, Ger LP, Yang DA, Lo YK: The cause of slowed forearm median conduction velocity in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol* 2000; 111:1039-1044
39. Preston DC, Logigian EL: Lumbrical and interossei recording in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1992;15:1253-1257
40. Gilliat RW, Sears TA: Sensory nerve action potentials in patients with peripheral nerve lesions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1958;21:109-118
41. Buchthal F, Rosenfalck A: Sensory conduction from digit to palm and from palm to wrist in the carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1971;34:243-252
42. Eklund G: A new electrodiagnostic procedure for measuring sensory nerve conduction across the carpal tunnel. *Uppsala J Med Sci* 1975;80:63-64
43. Kimura J: The carpal tunnel syndrome: localization of conduction abnormalities within the distal segment of the median nerve. *Brain* 1979;102:619-635
44. Seror P: Comparative diagnostic sensitivities of orthodromic or antidromic sensory inching test in mild carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:442-446
45. Johnson EW, Kukla RD, Wongsam PE, Piedmont A: Sensory latencies to the ring finger: Normal values and relation to carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 1981;62:206-208
46. Brenninkmeyer R: The carpal tunnel syndrome and the antidromic sensory latencies to the first and the fourth finger. *Acta Neurol Scand* 1979;73(suppl):119
47. Verghese J, Galanopoulou AS, Herskovitz S: Autonomic dysfunction in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000;23:1209-1213
48. Sener HO, Tascilar NF, Balaban H, Selcuki D: Sympathetic skin response in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol.* 2000;111:1395-1399
49. Mondelli M, Vecchiarelli B, Reale F, Marsili T, Giannini F: Sympathetic skin response before and after surgical release of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2001; 24:130-133
50. Seror P: Sensitivity of various electrophysiologic studies for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1993;16:1418-1419
51. Padua L, Giannini F, Giralda P, Insola A, Luchetti R, Lo Monaco M, Padua R, Uncini A, Tonali P: Usefulness of segmental and comparative tests in the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome: the Italian multicenter study. *Italian CTS Study Group. Ital J Neurol Sci* 1999;20:315-320
52. Robinson LR, Micklesen PJ, Wang L: Strategies for analyzing nerve conduction data: superiority of a summary index over single tests. *Muscle Nerve* 1998;21:1166-1171
53. Robinson LR, Micklesen PJ, Wang L: Optimizing the number of tests for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000;23:1880-1882
54. Giralda P, Quartarone A, Sinicropi S, Pronesti C, Nicolosi C, Macaione V, Picciolo G, Messina C: Electrophysiological studies in mild idiopathic carpal tunnel syndrome. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998;109:44-49
55. Bland JD: A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000;23:1280-1283
56. Padua L, Padua R, Lo Monaco M, Aprile I, Paciello N, Nazzaro M, Tonali P: Natural history of carpal tunnel syn-

- drome according to the neurophysiological classification. *Ital J Neurol Sci* 1998;19:357-361
57. Todnem K, Lundemo G: Median nerve recovery in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000;23:1555-1560
58. Walker WC, Metzler M, Cifu DX, Swartz Z: Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:424-429
59. Ayhan-Ardic FF, Erdem HR: Long-term clinical and electrophysiological results of local steroid injection in patients with carpal tunnel syndrome. *Funct Neurol*. 2000;15:157-165
60. Marshall S, Tardif G, Ashworth N: Local corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;(4):CD001554
61. Fialova J, Bartousek J, Nakladalova M: Alternative treatment of the carpal tunnel syndrome. *Cent Eur J Public Health* 1999;7:168-171
62. Ebenbichler GR, Resch KL, Nicolakis P, Wiesinger GF, Uhl F, Ghanem AH, Fialka V: Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. *BMJ* 1998;316:731-735
63. Oztas O, Turan B, Bora I, Karakaya MK: Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:1540-1544; Comment in: *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:1117
64. Paik NJ, Cho SH, Han TR: Ultrasound therapy facilitates the recovery of acute pressure-induced conduction block of the median nerve in rabbits. *Muscle Nerve* 2002;26:356-361
65. Lindau T, Karlsson MK: Complications and outcome in open carpal tunnel release. A 6-year follow-up in 92 patients. *Chir Main* 1999;18:115-121
66. Jimenez DF, Gibbs SR, Clapper AT: Endoscopic treatment of carpal tunnel syndrome: a critical review. *J Neurosurg* 1998;88:817-826
67. Nakamura Y, Uchiyama S, Toriumi H, Nakagawa H, Miyasaka Ta: Longitudinal Median Nerve Conduction Studies After Endoscopic Carpal Tunnel Release. *Hand Surg* 1999;4:145-149