

## 수근관 증후군에서 초음파 검사의 진단적 유용성 : 문헌 고찰

강 사 윤<sup>1</sup>, 박 지 강<sup>2</sup>제주대학교 의학전문대학원 신경과학교실<sup>1</sup>, 영상의학교실<sup>2</sup>

## Abstract

## Diagnostic usefulness of ultrasonography in carpal tunnel syndrome : Review of the literature

Sa-Yoon Kang<sup>1</sup>, Ji-Kang Park<sup>2</sup>Department of Neurology<sup>1</sup> and radiology<sup>2</sup>, Jeju National University School of Medicine, Jeju, South Korea

The diagnosis of carpal tunnel syndrome (CTS) is based on a combination of characteristics symptoms and electrophysiologic abnormalities. Although nerve conduction study is considered as the gold standard for CTS diagnosis, the attraction of sonography for diagnosis of CTS lies in its wide availability, lower cost, noninvasiveness, and shorter examination time. We present a review of the literatures concerning sonography for the diagnosis of CTS. The main conclusion is that there is no competition but rather a complementarity between sonography and electrodiagnosis. Sonography is certainly an efficient imaging technique but can not replace electrophysiologic study. (J Med Life Sci 2009;6:331-334)

**Key Words** : Carpal tunnel syndrome, Electrodiagnosis, Nerve conduction study, Sonography

## 서 론

수근관 증후군(Carpal tunnel syndrome, CTS)은 가장 흔한 포착신경병증으로 특징적인 임상 증상과 전기생리학적 검사에 의해 진단된다.<sup>1, 2)</sup> 수근관내 정중신경의 압박으로 다양한 증상이 발생하는 것으로 이해되고 있지만, 기저 원인이 분명하지 않은 경우가 많다. 다양한 정중신경 손상에 관한 비교 연구는 새로운 정보를 제시하였고, 이러한 연구를 통해 CTS가 실제 알려져 있는 것보다 더 복잡한 질환임을 알려주고 있다<sup>3)</sup>. 최근 초음파 기술의 발전은 사지에서 말초신경을 포함한 다양한 표피 구조물의 정확한 관찰을 가능하게 한다.<sup>4, 5)</sup>

초음파는 근대적인 영상 기법으로 CTS 진단의 새로운 도구로 주목 받고 있다. 현재까지 CTS 진단과 관련된 초음파 관련 논문이 다수 발표되었으나<sup>6-18)</sup> 이에 대한 적절한 평가는 이루어지지 않았다. 초음파는 수근관내의 내용물과 주위 조직에 관한 유용한 형태학적 정보를 제공할 수 있다. 따라서 초음파가 CTS 진단에 매우 유용하며, 신경전도검사와 같은 전기생리학적 검사에서

얻을 수 없는 다양한 정보를 제공해 주고 있다. 본 연구의 목적은 CTS 진단에서 초음파 검사와 관련된 문헌들을 분석하여, 초음파 검사의 유용성을 평가하기 위한 것이다.

## 말초신경의 초음파

말초신경에 대한 초음파 검사는 Solbiati 등이 퇴행성 후두신경 마비가 있었던 환자에서 처음 이용되었다<sup>19)</sup>. 정상 말초신경의 초음파 소견을 체계적으로 연구한 자료는 1988년 Fornage의 보고가 처음으로 알려져 있다<sup>20)</sup>. 초음파 검사상 종단 스캔에서 정상 신경은 매우 반향적인(echogenic) 관모양으로 관찰되고, 종단 스캔에서는 구 혹은 타원 모양으로 관찰된다. 비교적 정확한 영상을 얻기 위해서는 고주파수의 변환기를 이용하는 것이 필요하다. 초음파 기술의 발달은 작은 구조물도 고질의 영상을 얻는 것이 가능하게 되었고, 따라서 진단에 이용될 수 있는 범위가 이전에 비해 광범위하게 적용되고 있다.

## 수근관과 정중신경의 정상 초음파 소견

수근관(carpal tunnel)은 두상골(pisiform bone)과 갈고리골(hamate bone)을 기준으로 각각 근위부와 원위부로 구분할 수 있다. 저에코성으로 관찰되는 이러한 뼈들이 정중신경(median nerve) 검사에서 중요한 표지로 기능한다. 수근관의 배쪽 경계는 고에코성의 /굽힘근지지띠(flexor retinaculum)로 형성되며, 위쪽

Address for correspondence : Sa-Yoon Kang, MD  
Department of Neurology, Jeju National University School of  
Medicine, 66 Jejudaehakno, 690-756, Jeju, Korea  
E-mail : neurokang@jeju.ac.kr

This work was supported by a grant from the Jeju National  
University Medical Research Fund (2009).

으로는 두상골에서 주상골(scaphoid bone)까지, 아래쪽으로는 갈고리골에서 대능형골(trapezium bone)까지 연장된다. 굽힘근지 지피는 원위부 수근관에서 가장 두껍게 관찰된다. 굽힘근지피 바로아래 부위에서 정중신경은 긴엄지굽힘근(flexor pollicis longus)과 얇은손가락굽힘근(flexor digitorum superficialis)의 인대와 근접하여 위치한다<sup>21)</sup>. 이러한 해부학적 관계는 수근관의 자기공명영상 연구에서도 확인되었다<sup>22)</sup>.

정중신경은 수근관을 통과할 때 형태의 변화가 관찰된다. 수근관의 근위부에서 정중신경은 종단 스캔에서 원형으로 관찰되나, 수근관내에서는 타원 혹은 평평한 타원형으로 형태의 변화가 보인다<sup>7, 21)</sup>. Nakamichi 등은 수근관내 정중신경의 전체 형태를 고려하면 모래시계 형태를 보인다고 기술하였다<sup>23)</sup>. 모래시계의 머리 부분은 굽힘근지피의 원위부 경계에 위치하고, 목 부분은 갈고리골, 그리고 몸체는 손목 주름 위치에 해당된다.

## 내용 및 방법

### 1. 검색 방법

초음파와 CTS 관련 연구를 확인하기 위해 Medline 자료를 이용하였고, "수근관", "초음파" 등을 이용하여 검색하였다. 검색된 자료 중 주로 CTS의 진단에 초음파를 이용한 연구를 중심으로 자료를 수집하였다.

### 2. 초음파를 이용한 CTS 진단 연구

총 13개의 논문을 분석하였고<sup>6-18)</sup>, 이에 대한 자료는 Table 1에 요약하였다. 초음파를 이용한 CTS 연구에 가장 많이 적용된 진단 기준은 수근관 입구에 위치한 정중신경의 단면적을 계산하여 구분하였다. 대부분의 연구자들은 CTS 진단의 황금 기준으로 신경전도검사 결과를 이용하였다. 그러나 양성 CTS에 대한 신경전도검사 기준이 연구마다 차이가 있었고, 일부 연구에서는 기준치를 명기하지 않았다. Duncan 등은 전기생리학 검사보다는 임상 소견으로 CTS 환자를 분류하였으나, 임상 진단 기준에 대해서는 언급하지 않았다<sup>7)</sup>. 비록 대부분의 연구에서 CTS로 분류된 환자들은 크게 진단 범위를 벗어나지 않았지만, 몇 연구자들은 좀 더 엄격한 기준을 적용하였고, Sarria 등은 병력 1년 미만의 환자들은 연구대상에서 제외하였다<sup>11)</sup>.

## 결 과

분석 대상 중 9명의 저자들은 검사 결과의 신뢰도를 높이기 위해 두 번 이상 측정된 값의 평균치를 이용하였다. 정상인에서 정중신경 단면적의 평균값은 6.4에서 11.2 mm<sup>2</sup>의 분포를 보였다. CTS 진단에 이용된 단면적은 9에서 14.3 mm<sup>2</sup> 평균값을 기준으로 이용하였다. 이 두 값간의 차이에 해당되는 5 mm<sup>2</sup> 값은 정상 정중신경 단면적의 59%에 해당된다. 표준 편차는 0.7에서 3.5 mm<sup>2</sup> 분포를 보였고, 이런 편차의 차이는 정상 단면적 표준 편차의 175%에 해당하는 값이다. CTS에서 초음파의 진단

적 민감도는 문헌에 따라 44%에서 95%를 보였고, 진단 특이성은 57%에서 100%의 분포를 보였다. 공통적으로 저자들은 초음파 검사가 전기진단 검사에 비해 검사 소요 시간과 비용이 적게 소모되는 것을 장점으로 기술하고 있다. 또한 CTS 환자에서 수술 전후로 정중신경을 비침습적으로 추적 검사할 수 있는 유용성이 강조된다. Lee 등은 정중신경 수술 후 검사에서 초음파의 유용성을 주장한다<sup>24)</sup>. Nakamichi 등은 동일 검사자에서 검사 결과의 일관성을 증명하였으나, 검사자간의 일관성은 평가하지 않았다. 또한 초음파에서 관찰된 소견과 시신을 이용한 해부학적 구조물을 비교 연구하여, 초음파가 매우 정확한 검사 방법임을 증명하였다<sup>25)</sup>.

## 고 찰

분석 대상이 된 자료들의 연구 계획은 대부분 긍정적으로 평가되었다. 그러나 대조군으로 CTS 환자를 설정하거나, 환자와 정상 대조군의 연령분포가 큰 차이를 보이고, 대조군의 수가 너무 적은 연구들은 적절한 연구 계획에는 미흡하다고 지적할 수 있다. 초음파를 이용한 CTS 진단은 주로 두상골 위치에서 정중신경의 단면적 증가를 증명하여 이루어진다. 일반적으로 CTS 환자에서 초음파검사 소견은 다음과 같다: (1) 주상골 위치에서 정중신경 단면적의 현저한 증가 (2) 원위부 요골과 주상골에서 단면적 비의 현저한 증가(부기 비, swelling ratio); (3) 갈고리골 위치에서 정중신경의 평면비의 현저한 증가가 특징이다. 정상인에서 정중신경 단면적의 기준은 6 내지 11 mm<sup>2</sup>의 분포를 보였다. 연구마다의 차이는 연구 계획의 차이뿐 아니라 초음파 검사 방법의 차이에 기인한다. 그러나 어떤 연구에서도 CTS 환자에서 정중신경의 단면적이 증가된 이유를 설명하지 못하였다. 신경 압박에 대한 생물학적 반응의 결과로 신경속막의 부종, 말기집탈락, 염종, 원위부 축삭의 퇴행, 섬유화, 그리고 신경속막과 신경다발막의 비후가 발생하는 것으로 알려져 있다<sup>26)</sup>.

초음파 검사가 일반적인 전기진단 검사에 비해 장점을 갖는 것은 사실이다. 전기진단 검사는 CTS 진단에서 49%에서 84%의 진단 민감성을 보인다고 알려져 있다. 그러나 대부분의 초음파 관련 연구가 CTS 환자 설정의 황금 기준으로 전기진단 검사결과를 적용하고 있기 때문에 CTS 진단에서 초음파 검사의 부가적 가치를 증명하는 것에는 어려움이 있다. Swen 등은 임상 증상을 기준으로 CTS 환자를 분류하여, 초음파와 전기진단 검사의 진단 민감성 비교가 가능한 연구를 수행하였다. 이 연구에서 전기진단 검사는 98%의 민감성을 보였으나(초음파 70%), 진단 특이성은 19%로 매우 낮았다(초음파 63%)<sup>27)</sup>. 그러므로 CTS 진단에서 초음파 검사의 유용성은 전기진단 검사와 비교하여 떨어지지 않음을 알 수 있다. 하지만 저자들은 Kamolz 등이<sup>28)</sup> 초음파가 CTS 진단 도구로 포함되기 위해서는 검사 기술의 표준화가 필요하다는 주장에 전적으로 동의한다.

비록 대부분의 CTS 환자들이 특발성으로 발생하지만, 초음파 검사는 수근관내 구조물을 직접 관찰하여 기저 질환을 확인할 수 있는 장점이 있다. 임상적 및 전기생리학적 검사에서 편측 CTS

환자는 수근관 혹은 손목내에 종괴 병변의 가능성이 존재하므로, 진단에 초음파 검사를 고려할 수 있다. 또한 류마티스 관절염 환자에서 CTS를 평가할 때도 도움이 된다. 초음파 검사에서 힘줄윤활막염 소견이 관찰되면, 수술보다는 스테로이드 주사가 더 합당한 치료로 고려될 수 있다. 초음파 검사의 또 다른 장점은 환자에게 통증을 유발하지 않으므로 소아 환자에서도 적용이 가능하고, 신경전도검사와 같은 전기생리학적 검사를 원하지 않는 환자에서도 진단 도구로 적용할 수 있다는 점이다.

CTS 치료 후 초음파 검사의 적용은 아직 충분한 근거가 제시되지 않았다. Lee 등의 연구에서 수술 후 6개월에 시행한 초음파 검사에서 수근관내 해부학적 변화와 정중신경 단면적의 변화도 관찰되지 않았다<sup>24)</sup>. 최근 Hammer 등의 연구에서도 마찬가지로 정중신경 단면적은 변화가 없었다<sup>8)</sup>. 그러나 전기진단검사는 매우 심한 경우를 제외하고, 수술 후 추적 검사에서 호전된 소견을 확인할 수 있다. 수술 전후 전기진단검사의 비교는 정중신경 압박 효과에 관한 신뢰할만한 정보를 제공하는 것으로 알려져 있다. 치료 후 정중신경 기능의 회복을 확인하는 것은 매우 중요하다. 수술 후 환자가 증상을 호소한다면, 이는 정중신경의 압박에 의한 것이 아니라 다른 원인에 의한 것으로 판단할 수 있는 근거를 제시해주기 때문이다.

비록 분석한 논문 대부분에서 초음파 검사가 CTS 진단에 매우 유용한 도구로 제시되고 있지만, 초음파 검사결과와 전기진단 검사 결과를 어떻게 비교할 수 있는지에 관한 연구는 충분하지 않다. 향후 CTS 진단에서 엄격한 임상 기준을 적용하여 전기진단과 초음파 검사의 진단적 유용성을 비교할 수 있는 전향적 연구가 필요하다고 할 수 있다. 당뇨나 만성신부전증 환자와 같이 다발성 신경병증이 합병될 수 있는 경우에는 CTS 진단에 어려움이 있다. 따라서 초음파 검사의 가치를 높이기 위해서는 이러한 환자에서 진단적 유용성을 확보하는 것이 중요하다. 또한 CTS의 장기적인 예후나, 치료 효과의 판정 등에 초음파 검사를 적용하기 위해서는 잘 계획된 전향적 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 1) Rempel D, Evanoff B, Amadio PC, de Krom M, Franklin G, Franzblau A, et al. Consensus criteria for the classification of carpal tunnel syndrome in epidemiologic studies. *Am J Public Health* 1998;88:1447-51.
- 2) Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. American Academy of Neurology, American Association of Electrodiagnostic Medicine, and American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology* 1993;43:2404-5.
- 3) Olney RK. Carpal tunnel syndrome: complex issues with a "simple" condition. *Neurology* 2001;56:1431-2.
- 4) Chiou HJ, Chou YH, Chiou SY, Liu JB, Chang CY. Peripheral nerve lesions: role of high-resolution US. *Radiographics* 2003;23:e15.
- 5) Martinoli C, Bianchi S, Cohen M, Graif M. Ultrasound of peripheral nerves. *J Radiol* 2005;86:1869-78.
- 6) Beekman R, Visser LH. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a critical review of the literature. *Muscle Nerve* 2003;27:26-33.
- 7) Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:681-4.
- 8) Hammer HB, Hovden IA, Haavardsholm EA, Kvien TK. Ultrasonography shows increased cross-sectional area of the median nerve in patients with arthritis and carpal tunnel syndrome. *Rheumatology* 2006;45:584-8.
- 9) Koyuncuoglu HR, Kutluhan S, Yesildag A, Oyar O, Guler K, Ozden A. The value of ultrasonographic measurement in carpal tunnel syndrome in patients with negative electrodiagnostic tests. *Eur J Radiol* 2005;56:365-9.
- 10) Nakamichi KI, Tachibana S. Ultrasonographic measurement of median nerve cross-sectional area in idiopathic carpal tunnel syndrome: diagnostic accuracy. *Muscle Nerve* 2002;26:798-803.
- 11) Sarria L, Cabada T, Cozcolluela R, Martinez-Berganza T, Garcia S. Carpal tunnel syndrome: usefulness of sonography. *Eur Radiol* 2000;10:1920-5.
- 12) Wong SM, Griffith JF, Hui AC, Lo SK, Fu M, Wong KS. Carpal tunnel syndrome: diagnostic usefulness of sonography. *Radiology* 2004;232:93-9.
- 13) Ziswiler HR, Reichenbach S, Vogelin E, Bachmann LM, Villiger PM, Juni P. Diagnostic value of sonography in patients with suspected carpal tunnel syndrome: a prospective study. *Arthritis Rheum* 2005;52:304-11.
- 14) Lee CH, Kim TK, Yoon ES, Dhong ES. Correlation of high-resolution ultrasonographic findings with the clinical symptoms and electrodiagnostic data in carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg* 2005;54:20-3.
- 15) Visser LH, Smidt MH, Lee ML. High-resolution sonography versus EMG in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008;79:63-7.
- 16) Padua L, Pazzaglia C, Caliandro P, Granata G, Foschini M, Briani C, et al. Carpal tunnel syndrome: Ultrasound, neurophysiology, clinical and patient-oriented assessment. *Clin Neurophys* 2008;119:2064-69.
- 17) Mondelli M, Filippou G, Gallo A, Frediani B. Diagnostic utility of ultrasonography versus nerve conduction studies in mild carpal tunnel syndrome. *Arthritis & Rheumatism* 2008;59:357-66.
- 18) Hobson-Webb LD, Massey JM, Juel VC, Sanders DB. The ultrasonographic wrist-to-forearm median nerve area ratio in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophys*

- 2008;119:1353-57.
- 19) Solbiati L, De Pra L, Ierace T, Bellotti E, Derchi LE. High-resolution sonography of the recurrent laryngeal nerve: anatomic and pathologic considerations. *AJR Am J Roentgenol* 1985;145:62-9.
  - 20) Fornage BD. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US. *Radiology* 1988;167:179-82.
  - 21) Buchberger W, Schon G, Strasser K, Jungwirth W. High-resolution ultrasonography of the carpal tunnel. *J Ultrasound Med* 1991;10:531-7.
  - 22) Middleton WD, Kneeland JB, Kellman GM, Cates JD, Sanger JR, Jesmanowicz A, et al. MR imaging of the carpal tunnel: normal anatomy and preliminary findings in the carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 1987;148:307-16.
  - 23) Nakamichi KI, Tachibana S. Enlarged median nerve in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000;23:1713-8.
  - 24) Lee CH, Kim TK, Yoon ES, Dhong ES. Postoperative morphologic analysis of carpal tunnel syndrome using high-resolution ultrasonography. *Ann Plast Surg* 2005;54:143-6.
  - 25) Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Pathophysiology of nerve compression syndrome: response of peripheral nerves to loading. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:1600-10.
  - 26) Kamolz LP, Schrogendorfer KF, Rab M, Girsch W, Gruber H, Frey M. The precision of ultrasound imaging and its relevance for carpal tunnel syndrome. *Surg Radiol Anat* 2001;23:117-121.
  - 27) 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;28:62-9.