

# 상지에서 발생한 말초 신경의 모래시계형 협착

허재승 · 신현식\* · 이창훈\*<sup>✉</sup> · 이광현\*

서울대정병원 정형외과, \*한양대학교 의과대학 정형외과학교실

## Hourglass-Like Constrictions of Peripheral Nerve in the Upper Extremity

Jae-Seung Hur, M.D., Hyun Sik Shin, M.D.\*, Chang-Hun Lee, M.D., Ph.D.\*<sup>✉</sup>, and Kwang-Hyun Lee, M.D., Ph.D.\*

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul Daejung Hospital, Cheonan,

\*Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Nerve torsion is a rare condition that causes sensory abnormalities and decreased muscle strength due to a nerve-twisting phenomenon in the peripheral nerves. To date, the progression of the condition from its cause to diagnosis and treatment has not been established. The authors report three cases of good results from the treatment of nerve torsion in the anterior interosseous and radial nerves with epineurotomy and neurolysis.

**Key words:** nerve torsion, anterior interosseous nerve, radial nerve

신경 염전(nerve torsion)으로 인해 신경에 모래시계 모양으로 협착이 발생하는 것은 드물며 원인에 대해서는 알려져 있지 않다.<sup>1-3)</sup> 그러나 말초 신경 염전은 꾸준히 보고되고 있고 전골간 신경과 요골 신경의 염전이 기타 신경에 비해 다빈도로 보고되고 있다.<sup>2-6)</sup> 저자들은 상지 말초 신경에서 신경 염전으로 인해 모래시계 모양으로 협착이 발생한 환자를 외막 절제와 신경 유리술로 치료한 임상 결과와 관련 소견을 보고하려고 한다.

이들은 뚜렷한 외상 이력이 없는 말초 신경성 마비를 호소하고 있었기 때문에 증상 발현 후 진단이 늦어졌다. 3예의 증례를 통해 신경 염전을 진단하고 수술 전 평가 및 수술 중 소견과 회복하는 과정을 확인하고 조기 진단 및 적절한 치료에 대해 문헌 고찰을 하였다.

## 증례보고

### 1. 증례 1

22세 남자 환자로 내원 15일 전 우측 측와위 자세에서 좌측 주관절을 신전한 상태로 압박 붕대를 전완부에 감은 후 접착성 팔걸이를 상지에 착용하고 견인을 하여 관절경 Bankart 수술을 시행 받았다. 수술 7일 후 원인 모르게 심한 주관절 주변 통증을 경험한 뒤 발생한 좌측 모든 수지의 능동적 신전제한으로 내원하였다. 신체 검사상 감각 이상은 없었고 좌측 손목 신전만 요측으로 기울어지면서 가능한 상태였다. 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) T2강조영상에서 공통 신전근의 신호 강도 증가 소견이 관찰되었고 고해상도 초음파 검사(18 MHz, Aplio™ 500; Canon, Tokyo, Japan) 시 횡축 스캔에서 요골 신경의 신경 다발(fascicle)이 견측과 비교하여 비정상적으로 커진 소견이 확인되었다(Fig. 1). 증상 발생 후 7개월간 경과 관찰을 하였으나 호전이 없어 탐험술을 시행하였다. 초음파 검사상 신경 다발의 확대가 발견되는 상부 상완에서 중간 전완까지 요골 신경을 박리하여 모두 탐색하였고 후골간 신경으로 분지되는 신경의 일부가 정상적인 색을 잃고 부어 있는 것을 발견하였다. 현미경

Received July 21, 2020 Revised December 5, 2020

Accepted December 7, 2020

<sup>✉</sup>Correspondence to: Chang-Hun Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 04763, Korea

TEL: +82-2-2290-8485 FAX: +82-2-2299-3774 E-mail: drlch79@hanyang.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4330-7726>

시아에서 요골 신경의 외막을 종으로 절개하자 무정형의(amorphous) 부종을 동반한 신경 다발이 관찰되었다. 부종이 있는 신경 다발에 대해 신경 유리술을 시행하였다. 후골간 신경의 신경 다발이 두 곳에서 꼬임을 유발하는 사선 방향의 구조물에 의해

180도 염전이 발생하여 모래시계형 협착(hourglass-like constriction)으로 변형되어 있는 것을 확인하였다(Fig. 2). 이에 대해 사선 방향의 구조물을 절개하고 신경 염전을 유리해 주었다.

수술 후 고정은 1주일간 시행하였고 이후 일상 생활에 제한이 없이 활동을 시작하였다. 수술 후 3개월까지는 증상의 호전이 전혀 없었으나 수술 후 4개월째 무지와 인지를 제외한 수지의 신전이 정상(M5)으로 회복되었고 수술 후 6개월째 모든 수지의 완전한 신전이 정상(M5)으로 회복되었다.

## 2. 증례 2

59세 남자 환자로 내원 2개월 전부터 시작된 우측 제1, 2, 3수지의 굴곡 제한과 제1-4수지의 저린감 및 통증으로 내원하였다. 외상력은 없었고 신체 검사상 전완부에서 굴곡근의 현저한 위축(atrophy)이 확인되었다. 비정상적인 OK sign이 나타났고 엄지손가락의 대립 운동(opposition) 또한 불가능한 상태였다. MRI T2강조영상에서 전완부 굴곡근의 고신호 강도가 확인되었다. 초음파 검사에서는 종축 스캔에서 정중 신경의 모래시계형 협착 소견이 관찰되었고 횡축 스캔에서는 건측에 비해 부어있는 정중 신경의 신경 다발이 확인되어 신경 염전으로 진단하였다(Fig. 3). 액와부에서 전완부까지 초음파 검사를 통해 신경 다발의 부종이 관찰되는 부위를 표시하고 관찰 부위 전체에 대해 탐색술을 시행

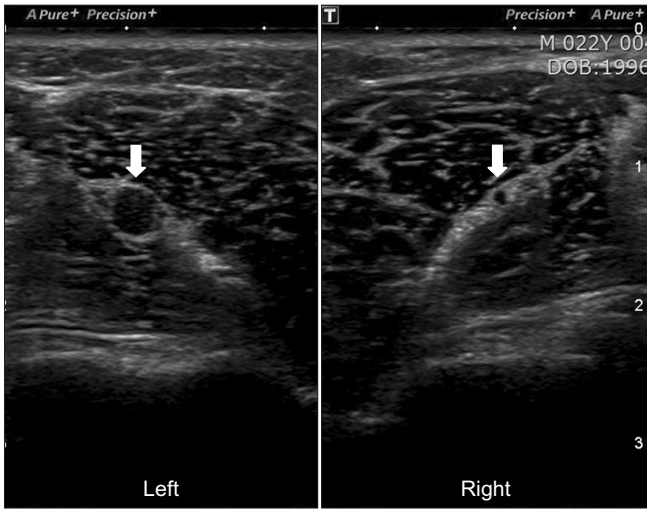


Figure 1. Ultrasonography images of the radial nerve at both proximal forearms (arrows). Transverse scan showing abnormal swelling of the left radial nerve comparing with the right radial nerve.

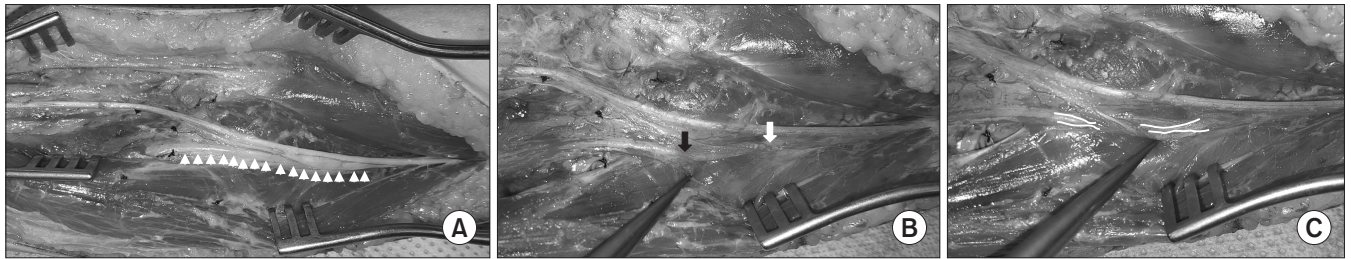


Figure 2. (A) Fair swelling of the deep branch of the radial nerve (white triangles). (B) Untwisted peripheral nerve fascicle (black and white arrows) after epineurotomy and neurolysis. (C) Hourglass-like constrictions (white solid lines) in the fascicle.

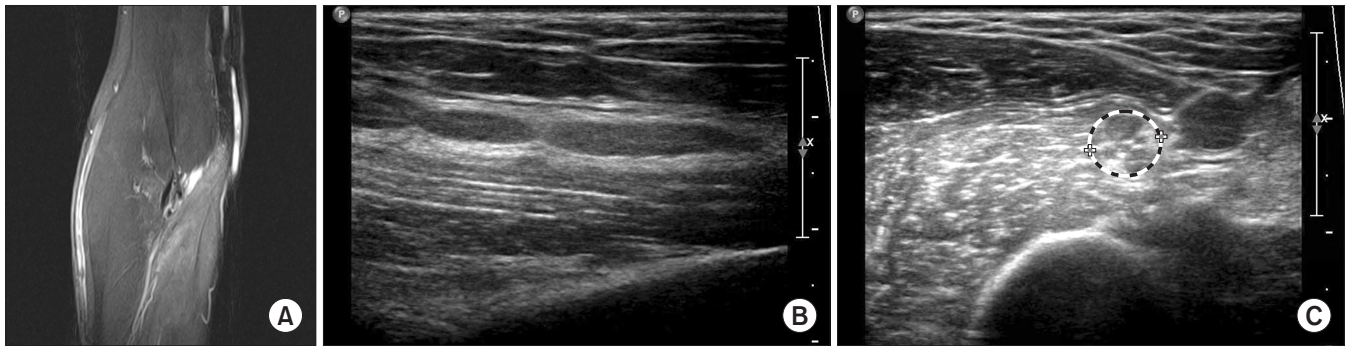


Figure 3. (A) Magnetic resonance imaging scan. Coronal fat suppression T2-weighted fast spin-echo image showing increased signal intensity in the pronator teres, flexor carpi radialis, and palmaris longus. (B) Ultrasonography images of the median nerve at the right elbow. Longitudinal scan showing an hourglass-like constriction of the median nerve. (C) Transverse scan showing fusiform swelling of fascicles in the median nerve.

하였다. 육안으로 이상이 관찰되는 부위에서 신경 외막(epineurium)을 증으로 절개하였다. 총 11곳에서 사선 방향의 구조물에 의해 염전이 발생하였고 신경 다발이 모래시계형 협착되어 있는 것을 확인하였다. 미세현미경 시야에서 신경 다발막(perineurium)을 절개하고 신경 다발의 꼬임 현상을 풀어주었다(Fig. 4). 수술 후 2개월째 환자는 제2, 3수지의 근위 시간 관절 굴곡은 정상(M5)으로 회복되었으나, 엄지와 검지의 원위관절의 굴곡은 불가능하였다. 수면을 방해하던 통증은 사라졌고 제2, 4수지의 저린 감은 거의 사라졌으나 제1, 3수지의 저린 증상은 남아있었다. 수술 전 비닐 봉지를 들 수 없었으나 수술 후에는 500 ml 생수 병을 들 수 있는 정도로 회복되었다. 환자가 해외 거주 교포였기 때문에 이후 추시를 진행하지 못하였다.

### 3. 증례 3

45세 남자 환자로 4개월 전부터 시작된 우측 제1, 2, 3수지의 굴곡 제한으로 내원하였다. 신체 검사상 감각 이상은 확인되지 않았고 전완부 근육의 현저한 위축 소견을 확인하였다. OK sign은 비정상적이었고 무지 구근의 위축은 확인되지 않았다. MRI T2강조영상에서 전골간 신경의 주행을 따라 전완부 굴곡 근육의 고신호 강도 소견을 확인하였고 고해상도 초음파 검사에서 종축 스캔

상 모래시계형 협착과 함께 횡축 스캔상 신경 다발의 부종을 확인하였다 (Fig. 5). 초음파 검사상 전골간 신경의 신경 다발 부종이 확인되는 부위를 모두 탐색하여 육안으로 이상이 관찰되는 부위의 신경 외막을 현미경 시야에서 증으로 모두 절개하였다. 총 4곳에서 신경 염전을 확인하였고 신경 다발막을 절개한 후 신경 다발의 꼬임 현상을 풀어주었다(Fig. 6). 제3수지의 굴곡과 제2수지의 근위 시간 관절 굴곡은 수술 직후 정상(M5)으로 호전되었으며 수술 후 3개월째 제2수지의 원위시간 관절의 굴곡은 M3로 호전되었으며 집기 동작(pinch)이 가능해지기 시작했다. 수술 6개월 후 제2수지 원위시간 관절 굴곡이 완전히 회복되었고 OK sign이 가능해졌다.

## 고 찰

신경 염전은 1976년 Englert<sup>1)</sup>에 의해 처음 알려진 이후 최근까지 꾸준히 보고되고 있다. 상지의 말초 신경 중 후골간 신경,<sup>2,3)</sup> 전골간 신경,<sup>1,4-6)</sup> 액와신경, 상견갑신경 및 근피부신경의 침범이 보고되었고 척골 신경이 주로 침범된 경우는 현재까지 보고된 바가 없다. 신경 염전의 발생 기전은 현재까지 정립되지 않았으나 주관절의 반복적인 굴곡 신전 및 회내, 회외 운동에 의해, 외상 이후 신경 외막의 염증 반응에 의해, 근육의 반복적인 수축으로 인

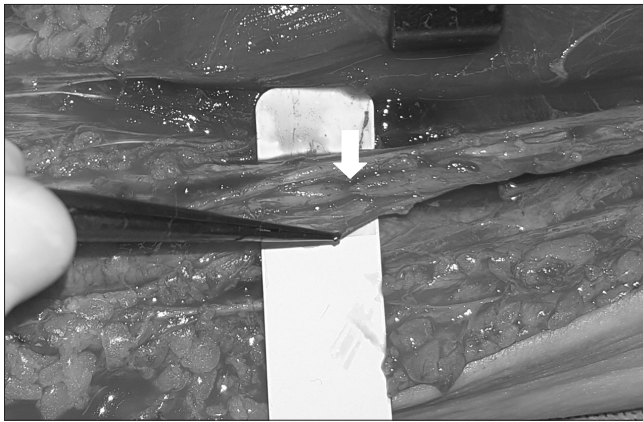


Figure 4. Median nerve showing torsion (arrow).

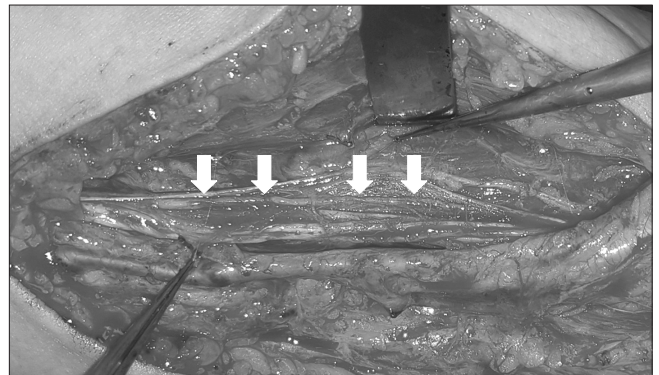


Figure 6. Hourglass-like constrictions (arrows) in the anterior interosseous nerve.

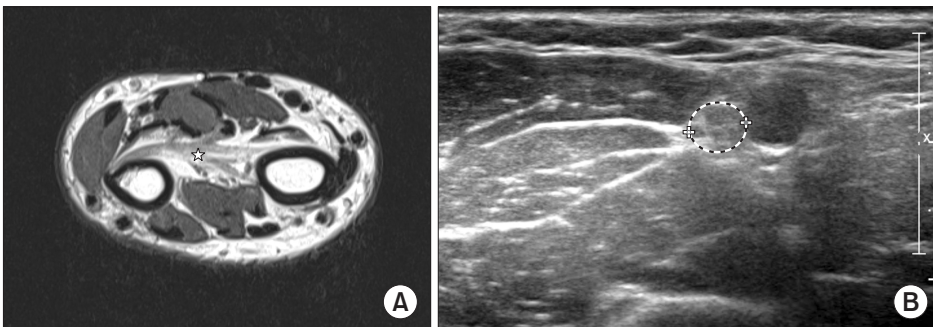


Figure 5. (A) Magnetic resonance image scan. Axial fat suppression T2-weighted fast spin-echo image showing fatty degeneration of the pronator quadratus (asterisk). (B) Ultrasonography images of the median nerve at the left elbow. Transverse scan showing swelling of the fascicles of the median nerve.



해 발생한다고 보고된 바가 있다.<sup>3,5)</sup> Nagano 등<sup>6)</sup>은 신경 염전이 하나의 신경에서 두 부위 이상 다발성으로 발생한다는 것을 근거로 그 발생 원인을 신경의 염증 반응으로 인한 부종 및 신경 다발의 국소적인 유착이 발생한 이후 주관절의 굴곡 신전 운동으로 반복적인 견인 손상에 의한 것으로 보았다. 저자들은 신경 염전이 모두 신경 외막을 절개한 뒤 확인되므로 신경 다발막에 있는 구조에 의해 신경 염전이 발생할 것으로 판단하였다. 저자들의 모든 증례에서 신경 다발막의 두꺼워진 사선 또는 횡 방향의 구조물에 의해 협착이 발생하는 것을 확인하였다. 이전에 보고된 증례의 사진에서도 비슷한 경향을 보이는 것을 미루어보아 신경 다발막에서 관찰되는 횡 방향 또는 사선 방향의 밴드인 band of Fontana가 염증에 의해 두꺼워지는 것이 신경 염전의 원인일 가능성이 높다고 평가하고 있다.

현재까지 전골간 신경의 염전은 주로 주관절의 근위부에서 발생하며 내상과의 9 cm 근위부까지 발생이 보고되었다.<sup>4)</sup> 일반적으로 전골간 신경 증후군의 수술적 치료가 전완부, 특히 원형 회내근(pronator teres) 주위에서 이루어지는 것을 고려하면, 신경 염전이 전형적인 전골간 신경 증후군으로 오인될 경우 잘못된 치료로 이어질 수 있으므로 수술 전 정확한 진단이 필수적이다. Kodama 등<sup>7)</sup>과 Qi 등<sup>8)</sup>은 11예의 환자의 신경 염전을 초음파 혹은 MRI 검사로 조기에 진단하여 신경 염전의 진단에 MRI가 유용한 검사라 하였다. 본 저자들 역시 수술 전 MRI로 신경 염전을 확인하였으며 고해상도 초음파 검사로 확진하였다. 수술실 소견은 세 증례 모두 검사 소견과 일치하였다. 2번째 증례에서 추시가 짧고 최종 회복 여부를 확인할 수 없었지만 다른 증례에서 보듯이 염전이 완전히 해소 된다면 완전 회복을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 수술 전 검사상 여러 곳에서 신경 염전이 의심된다면 초음파를 이용하여 해당 신경의 주행 경로를 모두 탐색하고 의심되는 곳은 모두 탐색술을 시행하는 것을 추천한다.

신경 염전의 수술적 치료로는 염전이 있는 부위를 절제하고 다시 연결하는 방법(resection and suture)<sup>9)</sup> 혹은 염전 부위를 광범위하게 절제하고 신경을 이식하는 방법(nerve graft),<sup>5,6)</sup> 신경 외막을 절제하고 염전된 신경을 풀어주는 방법(epineurotomy and neurolysis)<sup>3,6)</sup>이 있으나 현재까지 정립된 치료는 없다. 국내에서는 Seo 등<sup>9)</sup>이 측와위 자세에서 관절경 수술 후 발생한 후골간 신경의 염전에 대해 절제 후 재봉합을 시행하였고 Kang 등<sup>10)</sup>도 절제 후 재봉합으로 치료한 요골 신경 염전을 보고하였다. 그러나 신경 염전이 동일 신경 다발의 여러 부위에서 발생한 경우 모든 부위에 절제 후 신경 봉합을 시행하거나 신경 이식을 한다면 결과를 예측할 수 없고 염전 근위부에서 부종이 심하게 발생하면 원위부의 단면적과 차이가 있어 단단 봉합(end-to-end repair)을 시행하는 것에 어려움이 있다. Seo 등<sup>9)</sup>과 Kang 등<sup>10)</sup>이 보고한 증례에서는 모두 한 곳에서만 신경 염전이 발생하였기 때문에 절제 후 재봉합을 시행할 수 있었던 것으로 보인다. 저자들은 다

발성 신경 염전이 있었고 여러 부위에서 180도 염전이 확인되었음에도 불구하고 신경 외막 절제 및 신경 유리술을 시행하여 좋은 결과를 얻었다. Guerra와 Schroeder<sup>3)</sup> 및 Fernandez 등<sup>2)</sup>은 신경박리술 이후에 감념(detorsion)된 상태로 유지하여 재염전을 예방하기 위해 절제한 신경 외막을 주변 연부 조직과 봉합해주는 술식을 추가하였으나 본 저자들은 신경 박리 이후에 추가적인 술기는 시행하지 않았다.

Seo 등<sup>9)</sup>이 보고한 증례는 견관절 불안정성에 대해 측와위 자세에서 관절경 수술을 시행한 뒤 발생한 후골간 신경 염전이라는 점에서 첫 번째 증례와 유사하다. 이는 수술 중의 자세와 견인이 신경 염전의 발병 원인이 될 수 있음을 의미한다. 수술을 위해 견인을 시행한다면 견인 장치의 착용 부위 압박력이 골고루 분포되도록 주의가 필요하고 수술 시간이 길어진다면 수술 중 견인 장치를 이완시키는 시간을 가지는 것 또한 필요할 것으로 생각된다.

보고된 신경 염전의 많은 예에서 심한 통증 이후에 신경학적 증상이 나타나는 경향을 보였다. Nagano 등<sup>6)</sup>은 9명 중에서 8명에서 통증이 선행하였고 통증 발생 이후 평균 15일 이후에 신경학적 증상이 나타났다. Guerra와 Schroeder<sup>3)</sup>은 6예 중 4예에서 통증이 선행하였고 약 13일 이후에 신경학적 증상이 나타났으며 본 저자들의 첫 번째 증례에서도 같은 양상을 보였다. 최초 수술 부위는 어깨였고 수술 후 특이 사항이 없었으나 동측의 주관절 부위에서 극심한 통증을 경험한 뒤 갑작스런 마비증상이 나타났다. 치료에 대해서는 이전 문헌을 고찰해보면 수술적 치료 발생 후 3-17개월 뒤 이루어졌는데 저자들의 증례에서도 증상 발생 후 2-7개월 뒤 수술적 치료가 이루어졌다. 신경 염전에 대한 정확한 진단이 명확하게 이루어지지 않아 수술적 치료에 대한 의사 결정이 지체되는 것으로 생각한다. 보존적 치료의 장기 추시 결과가 현재까지 정립되지 않아 조기에 수술적 치료를 시행하는 것이 적절한 것인가에 대한 의문은 여전히 남아 있지만 초음파 검사를 통해 신경 다발의 크기가 건측과 비교하여 비정상적으로 커져 있다면 조기 탐색술이 필요할 것으로 보인다. 수술 시야에서 확인되는 모래시계형 협착을 보면 보존적 치료로는 증상 호전을 기대할 수 없을 것으로 생각하는 것이 타당하기 때문이다.

저자들은 3예의 신경 염전 환자를 경험하며 원인이 명확하지 않은 상지의 말초 신경 마비가 있는 경우 신경 염전의 가능성을 염두에 두고 접근을 해야 하며 진단을 위해 병변이 의심되는 부위의 MRI 및 해당 신경의 주행 전체를 따라서 건측과 비교하는 초음파 검사를 시행하는 것을 추천한다.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.



## ORCID

Jae-Seung Hur, <https://orcid.org/0000-0001-7988-7537>

Hyun Sik Shin, <https://orcid.org/0000-0002-0069-8483>

Chang-Hun Lee, <https://orcid.org/0000-0003-4330-7726>

Kwang-Hyun Lee, <https://orcid.org/0000-0002-3060-3916>

## REFERENCES

1. Englert HM. [Partial fascicular median-nerve atrophy of unknown origin]. *Handchirurgie*. 1976;8:61-2. German.
2. Fernandez E, Di Rienzo A, Marchese E, Massimi L, Lauretti L, Pallini R. Radial nerve palsy caused by spontaneously occurring nerve torsion. Case report. *J Neurosurg*. 2001;94:627-9.
3. Guerra WK, Schroeder HW. Peripheral nerve palsy by torsional nerve injury. *Neurosurgery*. 2011;68:1018-24; discussion 1024.
4. Yasunaga H, Shiroishi T, Ohta K, Matsunaga H, Ota Y. Fascicular torsion in the median nerve within the distal third of the upper arm: three cases of nontraumatic anterior interosseous nerve palsy. *J Hand Surg Am*. 2003;28:206-11.
5. Haussmann P, Patel MR. Intraepineurial constriction of nerve fascicles in pronator syndrome and anterior interosseous nerve syndrome. *Orthop Clin North Am*. 1996;27:339-44.
6. Nagano A, Shibata K, Tokimura H, Yamamoto S, Tajiri Y. Spontaneous anterior interosseous nerve palsy with hour-glass-like fascicular constriction within the main trunk of the median nerve. *J Hand Surg Am*. 1996;21:266-70.
7. Kodama A, Sunagawa T, Ochi M. Early treatment of anterior interosseous nerve palsy with hourglass-like fascicular constrictions by interfascicular neurolysis due to early diagnosis using ultrasonography: a case report. *J Hand Surg Eur Vol*. 2015;40:642-3.
8. Qi HT, Wang XM, Li SY, et al. The role of ultrasonography and MRI in patients with non-traumatic nerve fascicle torsion of the upper extremity. *Clin Radiol*. 2013;68:e479-83.
9. Seo JS, Kim JH, Kang DH. Simultaneous anterior and posterior interosseous nerve syndrome following shoulder arthroscopy in the lateral decubitus position: case report. *Clin Should Elbow*. 2013;16:148-52.
10. Kang JW, Baek JH, Suh DH, Park JH, Kim DH, Park JW. Radial nerve torsion: a case report. *Arch Hand Microsurg*. 2019;24:285-9.

# 상지에서 발생한 말초 신경의 모래시계형 협착

허재승 · 신현식\* · 이창훈\*<sup>✉</sup> · 이광현\*

서울대정병원 정형외과, \*한양대학교 의과대학 정형외과학교실

신경 염전은 말초 신경에서 발생하는 신경 꼬임 현상으로 인해 감각이상 및 근력 저하를 보이는 드문 질환이며 현재까지 발생 원인부터 진단 및 치료까지 정립된 바가 없다. 본 저자들은 전골간 신경 및 요골 신경의 신경 염전을 신경 외막 절제 및 신경 유리술 술식으로 치료하여 좋은 결과를 얻은 세 개의 증례를 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

**색인단어:** 신경 염전, 전골간 신경, 요골 신경

접수일 2020년 7월 21일 수정일 2020년 12월 5일 게재확정일 2020년 12월 7일

<sup>✉</sup>책임저자 이창훈

04763, 서울시 성동구 왕십리로 222, 한양대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 02-2290-8485, FAX 02-2299-3774, E-mail [rlch79@hanyang.ac.kr](mailto:rlch79@hanyang.ac.kr), ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4330-7726>