

## 신경근병증에서 전기진단검사의 진료권고안

충남대학교 의학전문대학원 재활의학교실, 연세대학교 의과대학 신경과학교실\*,  
전북대학교의학전문대학원 재활의학교실\*\*, 가톨릭대학교 의과대학 신경과학교실\*\*\*,  
고려대학교 의과대학 재활의학교실\*\*\*\*

손민균 · 최영철\* · 서정환\*\* · 심동석\*\*\* · 권희규\*\*\*\*

– Abstract –

### An Evidence-Based Electrodiagnostic Guideline for the Diagnosis of Radiculopathy

Min Kyun Sohn, M.D., Young-Chul Choi, M.D.\*, Jeong-Hwan Seo, M.D.\*\*,  
Dong Suk Shim M.D.\*\*\* and Hee Kyu Kwon, M.D., Ph.D.\*\*\*\*

*Department of Rehabilitation Medicine, Chungnam National University Medical School*

*Department of Neurology, Yonsei University College of Medicine\**

*Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chonbuk National University Medical School\*\**

*Department of Neurology, College of Medicine, The Catholic University of Korea\*\*\**

*Department of Rehabilitation Medicine, Korea University College of Medicine\*\*\*\**

The purpose of this study was to provide optimum practical guideline for electrodiagnostic testing of patients with suspected cervical or lumbosacral radiculopathy. For the guideline presented here, PubMed, and KoreaMed searches were performed. When little or no data from well-designed prospective trials were available, an emphasis was placed on the results from large series and reports from expert consensus conference. This guideline contains evidences and recommendations on the each electrodiagnostic testing for the evaluation of radiculopathy: needle EMG, nerve conduction study, H-reflex, F-wave, evoked potential and root stimulation.

**Key Words:** Electrophysiology, Cervical radiculopathy, Lumbosacral radiculopathy, Clinical practice guideline

## 서 론

허리와 목의 통증은 성인에서 매우 흔한 장애와 질병의 원인으로 이를 진단하고 치료하기 위하여 상당한 의료비용이 지출되고 있다. 특히 요통은 감기 다음으로 직장을 쉬게 되는 원인으로 60~80% 이상이 평생 동안

한번 이상 경험하게 되며 매년 발병률이 5%나 되고 있다. 허리나 목의 통증은 원인이 다양하며 대부분은 신경근 병증을 유발하지 않지만, 추간판 탈출증에 의해 신경근이 압박되면 허리나 목의 통증뿐 아니라 팔과 다리에 방사통이 나타나고 심하면 근육이 마비되기도 한다. 따라서 정확한 원인을 규명하고 신경근에 손상이 발생하였

Address reprint requests to **Young-Chul Choi, MD, PhD**

Department of Neurology, Gangnam Severance Hospital Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

211-Eonjuro, Gangnam-Gu, Seoul, Korea

TEL: 82-2-2019-3323,3320, FAX: 82-2-3462-5904, E-mail: ycchoi@yuhs.ac

투고일: 2012년 5월 2일, 수정일: 2012년 5월 2일, 게재확정일: 2012년 5월 2일

는지를 평가하는 것은 치료 방침을 결정하는데 매우 중요하다.

척추 통증 환자에서 전기진단 검사를 시행하는 일차 목적은 신경근에 손상이 있는지, 있다면 어느 신경근을 침범했는지를 평가하기 위한 것이다. 또한 전기진단 검사는 신경손상의 정도와 기간, 치료방법의 결정 및 예후 예측에도 도움이 되며, 국소 신경근병증과 비슷한 증상을 보이는 다발성 말초신경병증이나 포착성 신경병증의 감별진단에도 유용한 정보를 제공해준다.

불행하게도 신경근병증을 진단할 수 있는 ‘gold standard’는 존재하지 않는다. 환자의 병력이나 이학적 검사만으로는 정확한 진단이 불가능하며, 영상의학적 검사도 제한점이 있다. 일반적으로 신경근병증의 진단에서 전기진단 검사의 특이도는 95% 이상이지만 민감도는 약 70% 정도 보고되고 있다.<sup>1</sup> 통증이 없는 정상 성인에서 경추부 및 요추부 MRI에서 10~30%<sup>2,3</sup>에서 추간판 탈출증 소견을 보여 MRI 검사만으로 신경근병증을 진단하고 수술을 결정하는 일은 위험한 일이다. 영상의학적 검사는 신경근과 주위 조직의 구조를 볼 수 있으며 전기진단검사는 신경근의 생리학적 특성을 평가하는 방법으로 신경근병증의 진단에 있어서 이 두 검사는 서로 배타적이 아니라 상호 보완적인 검사라 하겠다.

전기진단검사는 영상의학적 검사에서 이상소견이 없거나 비전형적인 임상증상을 보이는 환자에서 유용한 방법이지만 영상검사서 비정상을 보이는 경우에도 보완적인 진단적 역할이 있다. 신경근병증에서 손상 부위를 국소화하고 정확한 진단을 하려면 표준화된 검사 방법과 진단 기준에 따라 결과를 해석하여야 하며, 각 전기진단 검사의 강점과 약점을 숙지하는 일은 매우 중요하다.

## 방 법

대한근전도·전기진단의학회에서는 신경근병증의 진료지침을 위한 Task force team (TFT)을 구성하여 진료지침의 내용을 구성하였으며, 각 위원별로 독립적으로 검색엔진에서 문헌을 검색하고 근거수준을 판단하였다. 문헌검색은 의학문헌 데이터베이스인 Pubmed를 기본으로 하고 국내 문헌검색은 KoreaMed와 개별 의학잡지를 추가로 이용하였다. 국내문헌은 제한 없이 검토하였고 국외문헌은 review article, meta-analysis, 주요 임상시험 데이터(RCT) 등을 근거로 해당 주제별로 키워드를 통하여 참고문헌을 검색하였다. 기존에 개발되어 있는 외국의 신경근병증의 진료지침<sup>4,5</sup>을 참고로 작성하였다.

문헌은 근전도, 척추주위근 지도화(paraspinal mapping, PM), 신경전도(H-반사, F 파, 신경근 자극에 의한 운동유발전위를 포함) 및 체성감각유발전위 검사와 같은 표준화된 전기생리학적 검사방법에 한하여

고찰하였다. 체열촬영술이나 자기자극검사, 교감신경 피부반응검사 및 정량적 감각검사 방법들은 제외하였다. 또한 증례보고나 무작위화된 임상연구결과도 포함하지 않았다.

본 위원회에서는 다음과 같은 8개의 높은 수준의 연구 기준 중 최소한 4개 이상을 만족하는 연구문헌을 고찰하였다.

1. 전향적인 코호트 또는 환자-대조군 연구
2. 전기진단 검사 결과가 차단된 상태에서 다른 검사의 진단 기준 적용
3. 환자 선택 기준이 명확히 기술
4. 임상적, 영상의학적 또는 수술적 방법을 통한 신경근병증의 진단에 있어서 타당한 참고 기준
5. 검사를 재현하기 위한 전기진단학적 검사 방법이 충분히 자세히 기술되어 있거나 이전 논문의 참고문헌을 기술
6. 참고 값이나 결과의 해석이 공인된 표준화된 전기진단검사 방법에 의한 경우
7. 신경전도검사나 체성감각유발전위 검사는 참고 집단에서 얻어진 데이터를 기준으로 비정상 기준치가 적절히 제시됨
8. 신경전도검사나 체성감각유발전위 검사에 있어서 사지의 온도가 기록된 경우

각 장은 배경 및 권고안 순으로 기술하였다. 먼저 주제별로 근거가 되는 배경을 기술하였고, 중요한 참고문헌의 내용을 기술하여 좀더 상세한 이해가 필요한 경우 도움이 되도록 하였다. 마지막으로 권고안을 나열하였고, 권고 항목별로 권고등급을 결정하여 근거의 강도와 권고의 타당성을 부여하였다. 결정 과정에서 기존의 진료지침 권고등급을 참고하였으며, 국내 근거(임상 데이터)의 유무를 고려하여 최종 결정하였다. 근거가 부족하여 권고등급을 결정하기 어려운 경우는 진료지침 TFT에서 워크샵을 통해 권고등급을 최종 결정하였다 (Table 1, 2).

## 결 과

### 1. 침 근전도 검사

#### 1) 진단기준 및 민감도

침 근전도 검사는 운동 축삭의 소실을 평가하는 예민한 검사로 신경근병증을 진단하는 가장 중요한 전기진단학적 검사이다.<sup>1,6,7</sup> 신경근병증은 같은 신경근의 지배를 받으면서 서로 다른 말초 신경의 지배를 받는 최소 두 개 이상의 근육에서 비정상 소견을 보이면서 동시에 척추 주위근에서 비정상 소견을 보일 때 특정 신경근에 병변이 있다고 진단하게 된다. 이 때 같은 신경근에 지배를 받는 모든 근육에서 비정상 소견을 보일 필요는

**Table 1.** 근거 수준의 정의

| Class | 정 의  |
|-------|--|
| I     | 적어도 1개 이상의 잘 고안된 무작위 대조군 연구(randomized controlled trial) 또는 메타분석에 의한 근거    |
| II    | 잘 고안된 광범위한 환자군과 대조군을 대상으로 한 환자대조연구(case control study)나 후향적 코호트 연구에서 얻은 근거 |
| III   | 잘 고안된 좁은 범위의 환자군이나 대조군을 대상으로 한 환자대조연구(case control study)나 코호트 연구          |
| IV    | 권위 있는 전문가로 구성된 위원회에서 발표된 연구결과나 보고 자료에서 얻은 근거                               |

**Table 2.** 권고등급

| 권고등급 | 정 의   |
|------|---|
| A    | 특정 집단에서 검사 방법이 유용하거나 또는 유용하지 않다고 명확하게 입증된 경우로 일정한 결과의 class I 근거자료가 최소 2개 이상인 경우 부여한다.  |
| B    | 특정 집단에서 검사 방법이 유용하거나 또는 유용하지 않다고 어느 정도 입증된(probable) 경우로 최소한 1개 이상의 class I 연구나 일정한 결과의 class II 근거자료가 2개 이상인 경우 부여한다. 관련 연구를 수행하기 어려워 근거자료가 부족하더라도 전문가 합의가 있을 경우 부여할 수 있다. |
| C    | 특정 집단에서 검사 방법이 유용하거나 또는 유용하지 않다고 예측되는(possible) 경우로 최소한 1개 이상의 class II 연구나 일정한 결과의 class III 근거자료가 2개 이상인 경우 부여한다.   |
| D    | 뒷받침할만한 근거 자료가 부족하거나 논란이 있는 경우, 현재 지식으로는 입증이 되지 않는 방법에 부여한다.   |

없지만 위, 아래 이웃 신경근에 지배를 받는 근육의 검사 소견은 정상이어야 한다.<sup>7</sup> 이에 대한 근거는 확실히 검증되지 않았지만 일반적으로 받아들여지고 있는 사실이다.

1999년 AAEM (American Association of Electrodiagnostic Medicine)<sup>5</sup>에서는 임상증상이나 영상의학적 검사를 경수 신경근병증의 진단기준으로 하여 근전도 검사의 유용성에 대한 문헌 검색을 실시하여, 경수 신경근병증의 진단에 있어서 침 근전도 검사의 민감도는 50~71%로 중등도이며 특이도는 65~85%로 비교적 높다고 하였다. 2002년 Ashkan 등<sup>8</sup>은 경수 신경근병증으로 수술을 시행한 48명의 환자에서 수술 결과를 기준으로 MRI의 민감도는 93%인 반면 전기진단검사는 42%이며, 양성 예측율은 두 검사가 각각 91%와 86%로 비슷하지만 음성 예측율은 MRI가 25%로 전기진단검사의 7%보다 높아 임상적 및 MRI에서 경수 신경근병증의 근거가 있는 경우 추가적인 전기진단검사의 진단적 가치가 제한적이라 하였다(class III). 그러나 이 연구에서는 전기진단검사로 진단된 수근관증후군이나 척골신경병증등과 같은 10명의 말초신경병증의 의의에 대한 설명은 없었다. 한편 Alrawi 등<sup>9</sup>은 경수 신경근병증의 진단으로 수술을 시행 받은 20명의 환자에서 수술 전 전기진단검사에서 신경근병증으로 진단된 환자가 수술 후 예후가 더 좋아 전기진단 검사는 수술 결정에 가치 있는 검사라 하였다(class III).

요천수 신경근병증의 경우에는 2000년 Dillingham과 Dasher<sup>10</sup>는 좌골신경통으로 수술을 시행한 환자군을 대상으로 임상 증상 및 수술 소견을 신경근병증의 진단 기준으로 하였을 때 수술전 근전도 검사의 진단적 민감도를 측정하였다. 같은 신경근에 지배를 받는 두 개 이상의 근육에서 비정상자발전위가 관찰될 때 신경근병증으로 진단하는 경우 척추 주위근을 포함하여 세 개의 하지 근육 즉 전경골근, 장무지신전근 및 내측비복근 조합, 혹은 대퇴사두근, 장족지신근, 내측비복근 조합에서 신경근병증을 100% 확인할 수 있었다. 이 두 근육 조합은 또한 수술장에서 신경근병증이 확인된 환자군에서 92%의 진단적 민감도를 보였다. 척추 주위근을 포함하지 않는 4 근육의 조합에서는 요천수 신경근병증의 진단적 민감도가 84~98% 이었다(class II).

2005년 Haig 등<sup>11</sup>은 이학적 검사 및 MRI로 확인된 요추협착증 및 무증상군에서 PM 및 하지 근육에서 침 근전도를 시행한 결과 비정상자발전위만을 비정상 소견으로 보면 민감도는 47.8%이며 특이도는 100%라 하였고, 운동단위활동전위의 비정상 소견으로써 진폭이나 다상성 전위, 운동단위 점증 등을 함께 포함하는 경우 민감도는 79.2%이며 특이도는 50%라 하였다(class II).

#### 권고안

(1) 신경근병증의 진단을 위한 침 근전도 검사는 경

수 신경근병증의 경우에는 경추 5번부터 흉추 1번, 요추수 신경근병증의 경우에는 요추 2번부터 천추 2번의 신경근 지배를 받는 최소한 한 개 이상 근육에서 특별히 훈련된 의사에 의해 시행되어야 한다. (권고등급 B)

- (2) 임상적으로 특정한 신경근이 의심되거나 선별검사서 비정상 소견이 보이면 의심이 되는 신경근에 지배를 받지만 다른 말초신경에 지배를 받는 최소 1~2개 근육에서 검사를 더 시행하여야 한다. (권고등급 B)
- (3) 침범된 신경근의 위, 아래 신경근의 지배를 받는 근육은 정상소견이어야 한다. (권고등급 B)

## 2) 척추 주위근 근전도

척추 주위근은 침 근전도를 시행하기가 기술적으로 어렵지만 척추 주위근에서 비정상자발전위는 신경근병증의 전기진단학적 평가에 매우 중요한 진단 기준으로, 신경근병증의 40~100%에서 섬유자발전위나 양성예과와 같은 비정상자발전위가 출현하는 것으로 보고되고 있다. 그러나 건강한 사람의 4~48%에서 척추 주위근에서 비정상자발전위가 나타나며 발생빈도는 나이에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다. 따라서 척추 주위근에서만 비정상자발전위가 보이는 것만으로 신경근병증을 진단하기에는 부족하다. 또한 신경근병증이 있더라도 척추 주위근에서 비정상자발전위가 나타나지 않을 수 있으며, 척추 주위근은 신경지배가 서로 겹쳐서 정확한 손상 부위를 국소화하는데 어려움이 있다.

2001년 Dillingham 등<sup>12</sup>은 경수 신경근병증으로 진단된 환자의 47%에서 경추 주위근에서 비정상자발전위가 관찰되며, 신경근병증의 진단율은 선별 근육의 개수에 관계없이 경추 주위근을 포함할 때 5~10% 정도 높아지며, 선별검사의 최소 근육을 경추 주위근을 포함할 때 6개에서 경추 주위근을 포함하지 않는 경우 8개로 증가시켜야 한다고 하였다. 요추수 신경근병증의 경우에도 요추수 신경근병증으로 진단된 환자의 60%에서 요추 주위근에서 비정상자발전위가 관찰되며, 선별근육의 개수에 관계없이 요추 주위근을 포함한 경우 신경근병증의 진단율이 10~20% 정도 높아지며 요추 주위근을 포함하지 않는 경우 선별검사의 최소 근육을 6개에서 8개로 증가시켜야 한다고 하였다(class II).<sup>13</sup>

PM은 1997년 Haig<sup>14</sup>가 척추 주위근에 침 근전도 검사를 할 때, 각 요추부 신경근이 지배하는 다열근을 중심으로 검사하여 비정상자발전위의 정도에 따라서 점수화 한 것으로써 이러한 방법이 영상의학적 검사 및 하지의 근전도 검사와 잘 일치한다고 하였다(class III). 2005년 Haig 등<sup>15</sup>은 임상 증상, 이학적 검사 및 MRI 검사로 진단된 척추협착증 환자 24명, 단순 요통환자 12명, 무증상군 12명을 대상으로 환자의 정보가 차단된

상태에서 시행한 PM은 척추협착증 진단에 100%의 특이도와 30%의 민감도를 보였고, 하지 근전도 검사를 포함하는 경우 87.5%의 특이도 및 47.8%의 민감도를 보여 전기진단 검사가 척추협착증에 의미 있는 검사라 하였다(class II). 2006년에는 요추협착증군, 요통군, 무증상군을 영상의학 검사와 마스크한 PM의 진단 결과 MRI 검사는 척추협착증이 통증의 원인인지 알 수 없고, PM의 나이에 따른 비정상 기준을 고려하면 근전도 검사가 더 의미 있게 도움이 될 수 있다고 하였다(class II).<sup>15</sup> 2007년 연구에서는 임상적 척추협착증군, 기계적 요통군 및 정상인군에서 MRI 검사는 임상적 척추협착증과 기계적 요통군을 구분할 수 없지만, 근전도 검사는 의미 있게 구분할 수 있어 척추협착증의 치료를 MRI결과로만 판단하는 것은 불충분하며 근전도 검사가 필요하다고 하였다(class II).<sup>16</sup> 또한 Yagci 등<sup>17</sup>도 임상적/영상학적 요추협착증 28명, 요통 없는 영상학적 요추협착증 16명, 영상의학적 요추협착증 없는 기계적 요통환자 16명을 대상으로 한 연구에서 임상적/영상학적 요추협착증군의 92.8%에서 PM이 이상소견을 보였고, 영상의학적 협착증군의 93.8%는 정상 PM 결과를 보여 PM이 요추협착증에서 높은 진단적 가치를 가진다고 하였다(class II).

## 권고안

- (1) 신경근병증의 진단을 위해 임상 증상에 합당한 최소한 한 부위 이상의 척추 주위근에서 침근전도 검사를 시행하여야 한다. (권고등급 B)
- (2) 요수 신경근병증 및 요추협착증에서 PM을 이용한 침 근전도는 진단적 가치가 있다. (권고등급 B)

## 3) 선별검사서 적정 근육의 수

침 근전도 검사는 환자에게 통증과 불편감을 주므로 이상적으로는 최소의 근육을 검사하면서 명확한 진단을 할 수 있는 근육을 선별하여 검사를 시행하여야 한다. 경수 신경근병증에서는 5개의 센터에서 101명의 환자를 대상으로 한 전향적인 연구에서 경추부 근육을 포함한 6개의 근육을 선별하여 검사할 것을 제안하였으며 가장 진단율이 높았던 근육의 조합은 경추 주위근, 삼각근, 삼두박근, 원회내근, 단무지외전근 및 지신근이라 하였다(class II).<sup>12</sup> 국내에서는 104명의 경수 신경근병변 환자에서 경추 5번부터 흉수 1번까지 모든 신경근이 포함되도록 조합한 세 개의 근육만으로도 충분히 경수 신경근병변을 선별할 수 있다고 하였다(class III).<sup>18</sup>

요추수 신경근병증의 경우에도 5개의 센터에서 102명의 환자를 대상으로 한 전향적인 연구에서 요추 주위근을 포함한 6개의 근육에서 검사할 것을 제안하였으며 가장 진단율이 높은 근육 조합은 척추 주위근, 내전근, 내측비복근, 후경골근, 전경골근 및 대퇴이두근단두라

하였다 (class II).<sup>13</sup> 국내에서는 전기진단검사에서 요천수 신경근병증으로 진단받고 수술로 확진된 152례를 후향적으로 분석한 결과 척추 주위근을 포함하여 6개 이상의 근육을 검사할 때 신경근병증의 검출률이 높다고 하였다 (class III).<sup>19</sup>

#### 권고안

- (1) 경수 신경근병증의 선별검사로서 경추 주위근을 포함한 6개의 상지 근육에서 검사가 추천된다. (권고등급 C)
- (2) 요천수 신경근병증의 선별검사로서 요추 주위근을 포함한 6개의 하지 근육에서 검사가 추천된다. (권고등급 C)

#### 4) 비정상소견

운동 축삭이 손상되면 신경에 지배를 받는 근육에서 섬유자발전위나 양성예과와 같은 비정상자발전위가 나타나게 된다. 따라서 근관을 따라 비정상자발전위가 관찰되는 것이 신경근병증의 가장 확실한 진단법이다.<sup>1</sup> 그러나 신경 지배가 개인에 따라 차이가 있고 신경근병증에서도 대부분 신경근이 부분적으로 손상되므로 같은 신경근에 지배를 받는 모든 근육에서 비정상자발전위가 출현하는 것은 아니다.

급성 손상후 비정상자발전위는 척추 주위근에서 손상 후 7일, 사지 근육에서는 수주의 시간이 지나야 관찰이 되며, 시간이 경과함에 따라 신경재분포가 진행되면서 근위부 근육부터 비정상자발전위가 점차 소실된다. 감각신경만 손상되면 비정상자발전위는 나타나지 않으며 축삭의 구조적 손상 없이 기능적인 이상만 보이는 탈수초성 병변에서도 출현되지 않는다. 일반적으로 신경근병증에서 근위부 근육부터 신경재분포가 진행되므로 섬유자발전위는 원위부 근육에서 더 잘 관찰되는 것으로 알려져 있다.<sup>7</sup> 그러나 Pezzin 등<sup>20</sup>은 경수 신경근병증을 대상으로 한 전향적인 다기관 연구에서 경추 주위근을 포함한 상지 근육에서 비정상자발전위의 출현빈도와 증상기간과는 관련이 없다고 하였다.

신경이 손상을 받은 후 신경재분포가 진행되면 운동단위활동전위의 지속시간과 진폭이 증가되고 다상성 활동전위가 증가된다. 근관을 따라 신경병증성 운동단위가 관찰되면 만성적인 신경근병증을 진단하는데 도움이 된다.<sup>7</sup> Dillingham 등<sup>12,13</sup>은 경수 및 요천수 신경근병증의 진단에 비정상 소견을 비정상자발전위로만 평가한 경우보다 진폭이 증가되고 지속시간이 긴 운동단위활동전위, 30% 이상의 다상성 운동단위활동전위 및 간섭양상이 감소된 양상까지 포함한 경우 보다 신경근병증의 진단율이 높아진다고 하였다(class II). 2011년 Tong<sup>21</sup>은 MRI 검사가 정상이고 신경학적 이상이 없으면서 요통과 좌골신경통이 있는 55세 이상의 환자에서 환자의

상태를 모른 채 요추 주위근에 PM 및 하지 근육에 침근전도를 실시한 결과 비정상 기준을 비정상자발전위로 하였을 때 특이도는 100%라 하였다. 비정상 기준을 30% 이상의 다상성 운동단위활동전위가 있는 경우까지 확장하면 특이도가 97%이며, 20% 이상의 다상성 운동단위활동전위가 있는 경우로 하면 77%의 특이도를 보인다고 하였다(class II).

#### 권고안

- (1) 침근전도 검사에서 비정상 기준을 비정상자발전위 이외에 비정상적인 운동단위활동전위를 포함하면 신경근병증의 진단 민감도를 올릴 수 있다. (권고등급 B)

## 2. 신경전도검사

신경전도검사는 포착성신경병증(entrapment neuropathy)이나 다발성신경병증(polyneuropathy)과 같은 다른 질환들로부터 신경근병증을 감별진단하기 위해 필요한 검사이다.<sup>5</sup> 신경근병증에서 감각신경전도검사는 대체로 정상소견을 보인다. 첫째, 신경근병증의 병변이 후근 신경절(dorsal root ganglion)보다 대부분 근위부이기 때문이다.<sup>7</sup> 둘째, 신경근병증에서는 통증과 관련된 C섬유가 주로 손상되는데 C섬유는 전도속도가 느려서 통상적 감각신경전도검사에서는 이상을 보이지 않는다.<sup>22</sup> 그러나 다음과 같은 예외적 상황이 있을 수 있다. 첫째, 암이나 감염이 척추관내 공간(intraspinal space)으로 침범하여 후근신경절을 손상시키는 경우가 있다.<sup>22</sup> 둘째, 후근신경절이 척추관내에 위치하는 경우가 있을 수 있다. 실제로 후근신경절이 척추관내 공간에 있는 경우 천비골신경(superficial peroneal nerve)의 감각신경활동전위(sensory nerve action potential)이 감소한다는 보고가 있다.<sup>23</sup> 신경근병증 환자의 복합근활동전위(compound muscle action potential, CMAP)는 감소할 수 있다. 그러나 일반적으로 근육은 두 개 이상의 신경근의 지배를 받고, 축삭의 50% 이상이 손상되어야 CMAP의 진폭이 감소하기 때문에 단일신경근병증에서는 흔하게 관찰되지는 않는다.<sup>22</sup>

외국의 보고에서도 신경근병증에서의 신경전도검사에 대한 class III 이상의 보고는 없다. 국내의 보고로 제 5요수 신경근병증 환자에서 후신경근절이 척추관내에 위치할 때 천비골신경(superficial peroneal nerve)의 감각신경활동전위가 감소된다는 보고가 있다(class IV).<sup>24</sup>

#### 권고안

- (1) 신경전도검사는 신경근병증을 말초신경질환과 감별진단하기 위해서 필요하다. (권고등급 B)

### 3. H반사 (H-reflex)

H반사는 1918년 Hoffman에 의해 처음 기술된,<sup>25</sup> Ia감각구심섬유와  $\alpha$ 운동원섬유로 이루어진 단일연접 반사(monosynaptic reflex)이다.<sup>26</sup> 임상적으로는 하지의 비복근(gastrocnemius)에서 주로 이루어지나, 상지의 요측 수근굴근(flexor carpi radialis)에서도 가능하다. H반사만으로 신경근병증을 평가하기에는 몇 가지 제한 점이 따른다. 첫째, 신경근뿐만 아니라 H반사궁을 이루는 어떤 부위의 손상으로도 H반사의 이상 소견이 보인다. 둘째, H반사는 한번 손상되면 정상으로 잘 회복되지 않아서 H반사를 이용하여 병의 호전을 확인할 수가 없다.<sup>7</sup> 셋째, 60세 이상의 환자에서는 특별한 병력이 없이도 이상이 있는 경우가 많다.<sup>7</sup> H반사는 잠복기와 진폭으로 평가할 수 있으나 환자의 자세, 근육수축, 온도와 나이에 따라서 진폭의 변화가 심하기 때문에 주로 잠복기로 평가하게 된다.

경수 신경근병증 환자에서 H반사에 관한 class III 이상의 연구는 없다. 다만, 요측 수근굴근에서 H반사를 시행할 경우 제 6경수 신경근병증에서 민감도와 특이도가 50%와 86%이고, 제 7경수 신경근병증에서는 민감도와 특이도가 75%와 86%로 높다는 보고가 있다(class IV).<sup>27</sup> 요천수 신경근병증 환자에서의 H반사에 관한 class III이상의 세 연구가 있다. 한 연구는 16명의 환자를 대상으로 H반사의 민감도와 특이도를 모두 100%라고 보고하였으나(class III),<sup>28</sup> 다른 연구에서는 민감도와 특이도가 33.3%와 91.7%였다(class II).<sup>11</sup> 또 다른 연구에서는 민감도와 특이도가 50%와 91%라고 보고하였다(class III).<sup>29</sup> 각각의 연구에서 H반사의 민감도와 특이도가 매우 심한 차이를 보였다.

국내의 경우 제 7경수 신경근병증 환자에서 요측 수근굴근의 H반사가 67%의 민감도와 73%의 특이도를 보였으나 유발율이 50%로 낮아서 임상적용에 한계가 있었다는 보고가 있다(class IV).<sup>30</sup> 두 개의 국내 연구에서 제 1천수 신경근병증 환자의 진단 시 H반사의 높은 민감도를 보여주었다(각각 class III).<sup>31,32</sup> 제 5요수 신경근병증 환자에서도 H반사는 민감도와 특이도가 61%와 89%로 높았다(class IV).<sup>33</sup>

#### 권고안

- (1) 제 1천수 신경근병증의 임상적 진단에서 H반사는 도움을 줄 수 있다.(권고등급 C)
- (2) 제 6경수 및 제 7경수 신경근병증이 의심되는 환자의 진단에서 H반사를 고려할 수 있다.(권고등급 D)

### 4. F파 (F wave)

F파는 자극부위부터 운동신경을 따라서 앞뿔세포까지 역주행하였다가 다시 내려오는 경로의 잠복기를 측정한다. F파는 같은 사람에서도 측정할 때마다 측정값이 달라서 주로 최소 잠복기로 평가를 한다.<sup>22</sup> 다만 오차를 줄이기 위해서 평균 잠복기를 같이 사용하기도 한다.<sup>34</sup> 그러나 H반사와 마찬가지로 F파도 주행상의 어떤 부위의 손상으로도 이상이 나타나기 때문에 신경근병증을 F파로 평가하는 것은 한계가 있다. F파는 역동적 검사로도 활용 가능해서 요추 척추관 협착증의 경우에는 누워 있을 때와 3분 동안 서있을 후의 각각의 F파 잠복기차이(F wave chronodispersion)를 비교할 때 3분 동안 서있을 후의 잠복기가 증가한다는 보고가 있다.<sup>35</sup>

F파의 유용성에 관한 연구로 경수 신경근병증 환자에서 class III이상은 없고, 요천수 신경근병증 환자에서는 class III 이상의 세 연구가 있다. 첫번째 연구에서는 비골신경(peroneal nerve)과 후경골신경(posterior tibial nerve)에서의 F파 민감도가 각각 65%와 56%였다(class III).<sup>36</sup> 그러나 다른 연구에서는 비골신경과 후경골신경을 함께 평가하여서 F파의 민감도와 특이도를 각각 25%와 62%로 보고하였다(class III).<sup>27</sup> 마지막 연구에서는 비골신경의 F파만을 볼 때 4.8%의 매우 낮은 민감도와 95.5%의 높은 특이도를 보였다(class II).<sup>11</sup> 국내에서도 요천수 신경근병증 환자에서 추간관 탈출증이 심할수록 F파의 이상이 있는 경우가 많았다는 보고가 있다(class IV).<sup>37</sup>

#### 권고안

- (1) 제 8경수와 제 1흉수 신경근병증에서 양측의 F파를 비교하는 것이 고려될 수 있다.(권고등급 D)
- (2) 요천수 신경근병증을 진단할 때 비골신경과 후경골신경의 F파는 낮은 민감도를 보인다.(권고등급 C)

### 5. 체성감각 유발전위검사

(Somatosensory evoked potential)

유발전위는 외부자극에 대한 중추신경계의 반응으로 체성감각 유발전위검사는 구심성 감각신경을 자극함으로써 얻는다. 신경근병증에서의 체성감각 유발전위검사의 유용성은 아직 논란이 되고 있다.<sup>6</sup> 피부분절 체성감각 유발전위검사의 가장 큰 장점은 피부분절에 대한 감각의 전달을 신경축을 통해서 평가할 수 있다는 것이다. 이론적으로는 요천추 척추관 협착증으로 인한 신경의 만성 압박이 생기면 축삭손실보다는 탈수초성 변화가 먼저 나타나기 때문에 근전도보다 피부분절 체성감각 유발전위검사(dermatomal somatosensory evoked potential)가 더 빠른 변화를 보일 수 있다. 실제로 척추관 협착증처럼 여러 수준의 신경근병증이

있는 경우에는 피부분절 체성감각 유발전위검사가 78%와 93%의 높은 민감도와 특이도를 보인다는 보고도 있다.<sup>38</sup> 그러나 체성감각 유발전위검사로 신경근병증을 평가하기에는 많은 한계점들을 갖고 있다. 첫째, 진폭의 정상 변동범위가 너무 커서 진폭만으로 임상적 의미를 두기 힘들다. 둘째, 측정하는 감각경로가 매우 길기 때문에 신경근의 국소적 손상은 발견되지 않을 수 있다. 셋째, 체성감각 유발전위검사는 통증을 담당하는 C-섬유가 아니라 진동과 위치감각을 담당하는 Ia섬유를 평가한다. 넷째 체성감각 유발전위검사는 검사시간이 오래 걸린다는 기술적인 제약이 있다. 이런 이유로 신경근병증 검사에 체성감각 유발전위검사를 통상적인 검사로 사용하지는 않는다.

경수 신경근병증 환자에서 체성감각 유발전위검사의 유용성에 관한 class III 이상의 연구는 없다. 요천수 신경근병증 환자에서 피부분절 체성감각 유발전위검사는 31%와 67%의 낮은 민감도와 특이도를 갖는다는 보고가 있다(class III).<sup>28</sup> 제 5요수 또는 제 1천수 신경근병증 환자를 대상으로 했던 다른 연구에서도 피부분절 체성감각 유발전위검사 및 구역 체성감각 유발전위검사(segmental somatosensory evoked potential)의 유용성은 찾을 수 없었다(class III).<sup>39</sup>

국내 연구로는 요천수 신경근병증환자에서 추간관 탈출증이 심할수록 체성감각 유발전위검사에서 이상이 많았다는 보고가 있다(class IV).<sup>37</sup> 또한 피부분절과 구역 체성감각 유발전위검사를 같이 시행함으로써 요천수 신경근병증환자의 진단의 민감도를 높일 수 있다는 보고도 있었다(class IV).<sup>40</sup> 그리고, 자극강도를 낮춰서 피부분절 체성감각 유발전위검사의 민감도를 높일 수 있다는 보고도 있었다(class IV).<sup>41</sup>

#### 권고안

- 1) 제 5요수와 제 1천수 신경근병증의 진단에 대한 피부분절 또는 구역 체성감각 유발전위검사의 유용성을 결론 내리기 위한 근거가 부족하다.(권고등급 C)

#### 6. 신경근 자극검사(Root stimulation)

신경근 자극검사는 자극 방법에 따라 단극 침을 이용하는 방법, 표면 전극을 이용하는 방법과 자기 자극을 이용하는 방법이 있다. 단극 침을 이용하는 방법이 다른 방법에 비해 큰 유발운동반응을 일으키고, 정확하게 신경근을 자극시킬 수 있어서 선호된다.

경수 신경근병증 환자에서 신경근 자극검사의 효용에 관한 class III 이상의 연구는 없다. 요천수의 중앙에 표면전극을 붙이고 신경근을 자극할 때 제5요수 신경근병증 환자에서는 72%의 민감도와 100%의 특이도를,

제1천수 신경근병증 환자에서는 66.7%의 민감도와 100%의 특이도를 보인다는 보고가 있다(class III).<sup>42</sup> 국내 보고로 요천수 신경근병증 환자의 추간관 탈출 정도와 운동유발전위의 이상 사이에는 연관관계가 없다는 보고가 있다(class IV).<sup>37</sup>

#### 권고안

- 1) 요천수 신경근병증에서의 신경근 자극검사의 유용성에 대해 결론을 내리기에는 근거가 부족하다.(권고등급 D)

## 고 찰

신경근병증을 평가하는데 있어서 전기진단 검사의 민감도가 기대하는 수준보다 낮아 최근 적응증에 의문이 제기되고 있는 것도 사실이다. 2011년 NASS(The North American Spine Society)<sup>43</sup> 근거중심 임상 가이드라인에서는 퇴행성 질환에 의한 경수 신경근병증에서 보존적 방법으로 치료에 실패하거나 침습적 또는 수술적 치료를 고려할 때 MRI가 가장 적당한 진단적 방법이며, 임상적 검사나 MRI로 경수 신경근병증의 진단이 모호한 경우에도 전기진단 검사의 시행여부에 대한 아직 충분한 근거가 없다고 하였다.

경수나 요천수 신경근병증에 대하여 일반적으로 받아들여지고 있는 진단기준이나 정의가 명확하지 않기 때문에 본 연구를 위한 근거는 제한적이었다. 따라서 연구 방법에서 전기생리학적 검사결과를 편견 없이 다른 객관적인 참고 기준이나 검사와 비교하여 연구를 진행하기는 어려운 일이며, 대부분의 연구가 좁은 범위의 환자군을 대상으로 한 연구들이었다. 따라서 전기진단학적 검사가 경수나 요천수 신경근병증이 의심되는 환자에서 독립적인 검사방법으로 활용하기에 충분한 근거를 마련하기 위해서는 향후 광범위한 환자를 대상으로 한 전향적인 코호트 연구가 진행되어야 하며, 전기진단 검사 방법은 신경근병증을 진단하는 다른 검사와는 독립적으로 평가되어야 할 것이다.

신경근병증이 의심되는 환자들에서 전기진단 검사는 임상적 병력, 이학적 검사 및 영상의학적 검사를 포함한 환자 평가의 한 부분으로 시행하고 있다. 즉 전기진단 검사는 신경학적 신체검사의 연장으로 반드시 숙련된 전문가에 의해 검사가 시행되어야 한다.<sup>44</sup>

## 결 론

경수나 요천수 신경근병증이 의심되어 시행하는 전기진단검사는 특별히 훈련된 의사가 수행하여야 한다. 침근전도 검사는 각 신경근의 지배를 받는 최소한 한 개 이상 근육에서 시행되어야 하며, 선별검사는 경추나 요

추 주위근을 포함한 6개의 상지 또는 하지 근육에서 검사가 추천된다. 임상적으로 또는 선별검사에서 특정한 신경근이 의심되면 의심이 되는 신경근에 지배를 받지만 다른 말초신경에 지배를 받는 최소 1~2개 근육에서 검사를 더 시행하여야 하며, 침범된 신경근의 위, 아래 신경근의 지배를 받는 근육은 정상소견이어야 한다. 또한 신경근병증의 진단을 위해 임상 증상에 합당한 최소한 한 부위 이상의 척추 주위근에서 침 근전도 검사를 시행하여야 하며, 요수 신경근병증이나 요추협착증에서 PM을 이용한 침 근전도는 진단적 가치가 있다. 침 근전도 검사에서 비정상 기준을 비정상자발전위 이외에 비정상적인 운동단위활동전위를 포함하면 신경근병증의 진단 민감도를 올릴 수 있다.

신경전도검사는 신경근병증을 말초신경질환과 감별진단하기 위해서 필요하다. 제 1척수 신경근병증의 진단에 H반사가 도움이 될 수 있으며 제 6 또는 제 7경수 신경근병증이 의심되는 환자에서 H반사 검사를 고려할 수 있다. 제 8경수와 제 1흉수 신경근병증에서 병변측과 반대측의 F파의 비교가 고려될 수 있으며, 요척수 신경근병증의 진단에 F파는 낮은 민감도를 보인다. 요척수 신경근병증의 진단에 피부분절 또는 구역 체성감각 유발전위검사나 신경근 자극검사의 유용성에 대해 결론을 내리기에는 근거가 부족하다.

## 참고문헌

- Dumitru D, Amato AA, Zwartz MJ: Radiculopathies. In *Electrodiagnostic medicine*. 2nd Ed. Philadelphia: Hanley & Belfus 2002, pp711-776.
- Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS: Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N Engl J Med* 1994; 331: 69-73.
- Boden SD, McCowin PR, Davis DO, Dina TS, Mark AS, Wiesel S: Abnormal magnetic-resonance scans of the cervical spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 1178-1184.
- Cho SC, Ferrante MA, Levin KH, Harmon RL, So YT: Utility of electrodiagnostic testing in evaluating patients with lumbosacral radiculopathy: an evidence-based review. *Muscle Nerve* 2010; 42: 276-282.
- American Association of Electrodiagnostic Medicine, So YT: Guidelines in electrodiagnostic medicine. Practice parameter for needle electromyographic evaluation of patients with suspected cervical radiculopathy. *Muscle Nerve Suppl* 1999; 8: S209-221.
- Fisher MA: Electrophysiology of radiculopathies. *Clin Neurophysiol* 2002; 113: 317-335.
- Wilbourne AJ, Aminoff MJ: AAEM minimonograph #32. The electrophysiologic examination in patients with radiculopathies. *Muscle Nerve* 1998; 21: 1612-1631.
- Ashkan K, Johnston P, Moore AJ: A comparison of magnetic resonance imaging and neurophysiological studies in the assessment of cervical radiculopathy. *Br J Neurosurg* 2002; 16: 146-148.
- Alrawi MF, Khalil NM, Mitchell P, Hughes SP: The value of neurophysiological and imaging studies in predicting outcome in the surgical treatment of cervical radiculopathy. *Eur Spine J* 2007; 16: 495-500.
- Dillingham TR, Dasher KJ: The lumbosacral Electromyographic screen: revisiting a classic paper. *Clin Neurophysiol* 2000; 111: 2219-2222.
- Haig AJ, Tong HC, Yamakawa KS, Quint DJ, Hoff JT, Chiodo A, et al: The sensitivity and specificity of electrodiagnostic testing for the clinical syndrome of lumbar spinal stenosis. *Spine* 2005; 30: 2667-2676.
- Dillingham TR, Lauder TD, Andary M, Kumar S, Pezzin LE, Stephens RT, et al: Identification of cervical radiculopathies: optimizing the electromyographic screen. *Am J Phys Med Rehabil* 2001; 80: 84-91.
- Dillingham TR, Lauder TD, Andary M, Kumar S: Identifying lumbosacral radiculopathies: an optimal electromyographic screen. *Am J Phys Med Rehabil* 2000; 79: 496-503.
- Haig AJ: Clinical experience with paraspinal mapping. I: Neurophysiology of the paraspinal muscles in various spinal disorders. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 1177-1184.
- Haig AJ, Tong HC, Yamakawa KS, Quint DJ, Hoff JT, Chiodo A, et al: Spinal stenosis, back pain, or no symptoms at all? A masked study comparing radiologic and electrodiagnostic diagnoses to the clinical impression. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 897-903.
- Haig AJ, Geisser ME, Tong HC, Yamakawa KSJ, Quint DJ, Hoff JT, et al: Electromyographic and magnetic resonance imaging to predict lumbar stenosis, low-back pain, and no back symptoms. *J Bone Joint Surg* 2007; 89: 358-366.
- Yagci I, Gunduz OH, Ekinici G, Diracoglu D, Us O, Akyuz G: The utility of lumbar paraspinal mapping in the diagnosis of lumbar spinal stenosis. *Am J Phys Med Rehabil* 2009; 88: 843-851.
- Song NK, Park YK, Kang YS, Moon JH, Kim DY: Screening test of cervical radiculopathy using needle electromyography. *J Korean EMG Electrodiagn Med* 2001; 3: 64-68.
- Han TR, Paik NJ, Choi JK, Kim DY: Optimal sampling of



- muscle to detect lumbosacral radiculopathy. *Kor Acad Rehab Med* 2003; 27: 63-69.
20. Pezzin LE, Dillingham TR, Lauder TD, Andary M, Kumar S, Stephens RR, et al: Cervical radiculopathies: relationship between symptom duration and spontaneous EMG activity. *Muscle Nerve* 1999; 22: 1412-1418.
  21. Tong HC: Specificity of needle electromyography for lumbar radiculopathy in 55 to 79-yr-old subjects with low back pain and sciatica without stenosis, *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90: 233-238.
  22. Levin KH: Electrodiagnostic approach to the patient with suspected radiculopathy. *Neurol Clin* 2002; 20: 397-421.
  23. Ho YH, Yan SH, Lin YT, Lo YK: Sensory nerve conduction studies of the superficial peroneal nerve in L5 radiculopathy. *Acta Neurol Taiwan* 2004; 13: 114-119.
  24. Lee JS, Min JH: Dorsal root ganglion location and superficial peroneal sensory nerve action potential response in L5 Radiculopathy. *J Korean Acad Rehabil Med* 2009; 33: 309-315.
  25. Fisher MA: H reflexes and F waves. Fundamentals, normal and abnormal patterns. *Neurol Clin* 2002; 20: 339-360
  26. Magladery JW, Porter WE, Park AM, Teasdall RD: Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man. IV. The two-neurone reflex and identification of certain action potentials from spinal roots and cord. *Bull Johns Hopkins Hosp* 1951; 88: 499-519.
  27. Eliaspour D, Sanati E, Hedayati Moqadam MR, Rayegani SM, Bahrami MH: Utility of flexor carpi radialis H-reflex in diagnosis of cervical radiculopathy. *J Clin Neurophysiol* 2009; 26: 458-460.
  28. Albeck MJ, Taher G, Lauritzen M, Trojaborg W: Diagnostic value of electrophysiological tests in patients with sciatica. *Acta Neurol Scand* 2000; 101: 249-254.
  29. Marin R, Dillingham TR, Chang A, Belandres PV: Extensor digitorum brevis reflex in normals and patients with radiculopathies. *Muscle Nerve* 1995; 18: 52-59.
  30. Woo KB, Park YS, Ryu DG, Lim GN, Kim WJ, Chung SH, et al: Clinical utility of flexor carpi radialis H-Reflex in the 7th cervical radiculopathy. *J Korean Acad Rehabil Med* 2007; 31: 683-688.
  31. Lee SJ, Hyun JK, Chung SG: The diagnostic significance of H reflex and somatosensory evoked potential in S1 radiculopathy. *J Korean Acad Rehabil Med* 1998; 22: 658-664.
  32. Sung DH, Lee KW, Kim TU: Diagnostic value of H reflex in the S1 radiculopathy. *J Korean EMG Electrodiagn Med* 1999; 1: 49-54.
  33. Kim YK, Chung SH, Lee YT: Diagnostic values of tibialis anterior H-reflex in the single L5 radiculopathy. *J Korean Acad Rehabil Med* 2003; 27: 712-71.
  34. Panayiotopoulos CP, Chroni E: F-waves in clinical neurophysiology: a review, methodological issues and overall value in peripheral neuropathies. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996; 101: 365-374.
  35. Tang LM, Schwartz MS, Swash M: Postural effects on F wave parameters in lumbosacral root compression and canal stenosis. *Brain* 1988; 111: 207-213.
  36. Eisen A, Schomer D, Melmed C: An electrophysiological method for examining lumbosacral root compression. *Can J Neurol Sci* 1977; 4: 117-123.
  37. Kang KJ, Lee SG, Cho KH, Seon KJ, Seo JJ: Comparative study of different diagnostic methods in patients with lumbosacral herniated intervertebral disc. *J Korean EMG Electrodiagn Med* 1999; 1: 42-48.
  38. Snowden ML, Haselkorn JK, Kraft GH, Bronstein AD, Bigos SJ, Slimp JC, et al: Dermatomal somatosensory evoked potentials in the diagnosis of lumbosacral spinal stenosis: comparison with imaging studies. *Muscle Nerve* 1992; 15: 1036-1044.
  39. Dumitru D, Dreyfuss P: Dermatomal/segmental somatosensory evoked potential evaluation of L5/S1 unilateral/unilevel radiculopathies. *Muscle Nerve* 1996; 19: 442-449.
  40. Shon SI, Lim JG, Lee SD, Park YC: Segmental and dermatomal somatosensory evoked potentials in lumbosacral radiculopathy. *J Korean Neurol Assoc* 1995; 13: 519-527
  41. Seo JH, Park SH, Ko MH, Jeong YC: Change of diagnostic sensitivity in dermatomal somatosensory evoked potentials according to stimulation intensity in lumbosacral radiculopathy. *J Korean EMG Electrodiagn Med* 2005; 7: 1-7.
  42. Tabaraud F, Hugon J, Chazot F, Moreau JJ, Vidal J, Vallat JM, et al: Motor evoked responses after lumbar spinal stimulation in patients with L5 or S1 radicular involvement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1989; 72: 334-339.
  43. Bono CM, Ghiselli G, Gilbert TJ, Kreiner DS, Reitman C, Summers JT, et al: North American Spine Society: An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of cervical radiculopathy from degenerative disorders. *Spine J* 2011; 11: 64-72.
  44. Kendall R, Werner RA: Interrater reliability of the needle examination in lumbosacral radiculopathy. *Muscle Nerve* 2006; 34: 238-241.