

NECA-의료기술재평가사업

NECA-R-25-001-57



의료기술재평가보고서 2025

정량적 감각기능 검사- 전류인지역치

의료기술재평가사업 총괄

김민정 한국보건 의료연구원 보건 의료평가 연구본부 본부장
서재경 한국보건 의료연구원 보건 의료평가 연구 연구본부 재평가 기획팀 팀장

연구진

담당연구원

김유림 한국보건 의료연구원 재평가 기획팀 주임연구원

부담당연구원

이현아 한국보건 의료연구원 재평가 사업팀 주임연구원

정유진A 한국보건 의료연구원 재평가 사업팀 연구원

주 의

1. 이 보고서는 한국보건 의료연구원에서 수행한 의료기술재평가 사업(NECA-R-25-001)의 결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 신문, 방송, 참고문헌, 세미나 등에 인용할 때에는 반드시 한국보건 의료연구원에서 수행한 평가사업의 결과임을 밝혀야 하며, 평가내용 중 문의사항이 있을 경우에는 주관부서에 문의하여 주시기 바랍니다.

요약문(국문)	i
알기 쉬운 의료기술재평가	1
I. 서론	1
1. 평가배경	1
1.1 평가대상 의료기술 개요	1
1.2 국내외 보험 및 행위등재 현황	2
1.3 질병 특성 및 현존하는 의료기술	5
1.4 체계적 문헌고찰 현황	10
2. 평가목적	13
II. 평가방법	14
1. 개요	14
2. 핵심질문	14
3. 문헌검색	15
III. 평가결과	16
1. 교과서 검토 결과	16
2. 임상진료지침 검토 결과	18
IV. 결과 요약 및 결론	29
1. 평가결과 요약	29
1.1 교과서 검토 결과	29
1.2 임상진료지침 검토 결과	29
2. 결론 및 제언	30
V. 참고문헌	31
VI. 부록	34
1. 위원회 운영	34
2. 소위원회	35
3. 교과서 및 임상지침 목록	36

표 차례

표 1.1	소요장비에 대한 식품의약품안전처 허가사항	3
표 1.2	건강보험 요양급여·비급여 비용 목록 등재 현황	4
표 1.3	건강보험심사평가원 고시항목 상세	4
표 1.4	정량적 감각기능 검사(진동역치, 온도역치, 전류인지역치, 통증역치검사) 평균 비용	5
표 1.5	국외 보험 등재 현황	5
표 1.6	국내 관련 질병 현황(환자 수, 단위: 명)	8
표 1.7	관련 검사-신경전도검사 현황	8
표 1.8	관련 검사의 고시 및 비용 정보	9
표 1.9	정량적 감각기능 검사 대비 신경전도검사 특징	9
표 1.10	체계적 문헌고찰 요약	10
표 2.1	문헌검색 개요	14
표 2.2	검토 대상 교과서	15
표 2.3	임상진료지침 검색원	15
표 3.1	임상진료지침 목록	19
표 3.2	임상진료지침 요약	26

요약문(국문)

평가배경

정량적 감각기능 검사(quantitative sensory test, QST)는 말초신경염에 의한 신경감각 손상의 유무와 심한 정도를 상하지 말단 부위에서 진동감각, 온도감각, 특정 주파수 전류 등 자극에 대해 감각을 인지할 수 있는 자극강도를 정량적으로 측정하여 감각기능의 이상을 진단, 치료에 대한 반응을 관찰, 추적하는 목적으로 사용되는 검사이다. 이 중 전류인지역치는 특정 주파수(5, 250, 2,000 Hz)의 전류를 사용하여 각각의 인지 역치를 측정하는 검사이며, 신의료기술평가제도 도입 이전인 2002년 100분의 100 본인부담 항목으로 등재된 후, 2006년 비급여로 전환된 기술이다(보건복지부 고시 제 2005-89호, 2005.12.22.).

동 기술은 수요조사(유관기관)를 통해 비급여 보고제도 항목으로서 대국민 정보제공의 필요성이 확인됨에 따라, 관련 선정 절차를 거쳐 최종 재평가 대상으로 선정되었다. 이에 동 기술의 임상적 효과성에 대한 정보를 제공하고자, 2025년 제8차 의료기술재평가위원회(2025.8.8.)에서 평가계획서 및 소위원회 구성안을 심의한 후 재평가를 수행하였다.

평가목적

본 평가의 목적은 ‘정량적 감각기능 검사-전류인지역치’에 대한 사용대상과 평가도구에 대한 근거를 검토하여 임상 현장에서의 적절한 사용을 지원하기 위한 정보를 제공하기 위함이다.

평가방법

정량적 감각기능 검사는 다양한 병인을 가진 이질적인 질환에서 사용되고, 중재 및 비교검사가 단계적, 상호보완적으로 활용되는 특성을 고려하여, 본 평가에서는 효과성 비교 중심의 체계적 문헌고찰 대신 임상적 맥락을 반영하기 위해 교과서 및 임상진료지침을 검토하였다. 모든 평가방법은 평가 목적을 고려하여 “정량적 감각기능 검사 공동 소위원회(이하 ‘소위원회’)”의 논의를 거쳐 확정하였다. 소위원회는 신경과 2인, 내분비내과 2인, 재활의학과 1인, 총 5인의 전문가로 구성하였다.

본 평가의 핵심질문은 “정량적 감각기능 검사-전류인지역치는 말초신경병증에서 감각신경 기능을 평가하는 데 임상적으로 효과적인가?”로 설정하였다. 대상환자와 관련하여 현행 복지부 고시에서 ‘말초신경염’으로 규정되어 있으나 현재 임상에서 말초신경염과 말초신경병증을 혼용해 사용하고, 출판된

문헌에서도 대부분 말초신경병증으로 기술하고 있어 소위원회 논의를 거쳐 본 평가의 대상환자는 ‘말초신경병증’으로 설정하였다. 비교검사와 관련하여 당뇨병 말초신경병증의 진단은 현재 건강보험요양급여목록에 등재되지 않은 당뇨병 신경병증 선별검사(Michigan neuropathy screening instrument, MNSI) 자가 설문과 모노필라멘트 검사로 1차 선별을 시행한 후, 이상 소견 시 등재 급여인 신경전도검사를 표준검사로 활용하고 있다. 다만 신경전도검사는 주로 A β 신경섬유를 평가하여 모든 신경 손상을 단독으로 확인하기 어려우므로 중재 및 비교검사는 상호보완적으로 임상에서 활용되고 있다는 소위원회 의견에 따라 비교검사는 설정하지 않았다. 의료결과는 임상적 유용성을 확인하였다.

교과서는 신경학, 신경근육질환, 당뇨병학, 재활의학 분야를 검토하였다. 임상진료지침은 국내 임상진료지침 정보센터(Korean Medical Guideline Information Center), 국제 진료지침 네트워크(Guideline International Network), Trip Medical Database 등에서 ‘neuropathy’, ‘quantitative sensory’, ‘QST’, ‘vibration’, ‘thermal’, ‘current/current perception’, ‘electrical’, ‘pain’, ‘threshold’ 등 주요어를 조합하여 검색하였고, 검색된 임상진료지침을 활용하여 국내외 의료기술평가기관 및 전문학회에서 발간한 임상진료지침을 수기 검색하였다(2025.9.10). 이후 소위원회에서 교과서 및 임상진료지침의 적절성을 확인하였다.

본 평가는 소위원회의 검토 결과를 바탕으로 재평가전문위원회에서 최종 심의하였다.

평가결과

교과서 검토 결과

교과서 4편을 검토한 결과, 정량적 감각기능 검사는 신경전도검사로 평가하기 어려운 가느다란 유수초 또는 무수초 신경섬유(A δ , C)를 포함한 소섬유의 기능을 객관적으로 정량화하는 검사로 제시하였다. 또한 당뇨병 신경병증이나 소섬유신경병 등에서 무증상 단계의 신경 손상 조기 발견에 유용하며, 신경전도검사의 한계를 보완하는 보조적 검사로 활용된다고 하였다. 검사 항목에는 진동감각역치(대신경섬유 평가), 온도역치(소신경섬유 평가), 전류감각역치(무수·소·대신경섬유 구분 평가) 평가가 포함되며, 신경 손상의 범위와 정도, 기능 변화를 정량적으로 평가할 수 있다.

해당 교과서들에서 전류인지역치 검사는 당뇨병 말초신경병증 초기 단계부터 진단을 할 수 있는 검사 방법으로 무수신경섬유, 소신경섬유, 큰신경섬유에 해당하는 전류인 5, 250, 2,000 Hz를 이용하여 감각과민과 지각 감퇴를 진단한다고 제시하였다.

임상진료지침 검토 결과

국내의 임상진료지침 14편을 검토한 결과, 정량적 감각기능 검사는 당뇨병(말초)신경병증과 소섬유신경병증을 포함한 말초신경병증 환자의 감각기능 및 신경 손상 정도를 평가하기 위한 보조적 진단검사로 제시하였다. 정량적 감각기능 검사는 진동, 온도, 전류인지, 통증인지 자극에 대한 감각역치를

정량화하여 감각저하나 통각 감소 등과 같은 음성 감각 이상뿐 아니라 이질통(allodynia) 및 과민통(hyperalgesia)과 같은 양성 감각 이상을 객관적으로 평가할 수 있는 검사로 제시하였다. 다만 진동, 온도, 전류인지, 통증인지 자극과 관련된 신경섬유 유형(A β , A δ , C 등)의 구체적 구분 기준은 대부분의 임상진료지침에서 명확히 제시하지 않았다. 다수의 임상진료지침에서 정량적 감각기능 검사는 검사자의 숙련도나 피검자의 주관적 반응에 따라 결과가 영향을 받을 수 있어, 단독 진단검사로 활용하기에는 한계가 있다고 지적하였다. 이에 정량적 감각기능 검사는 임상 소견과 함께 신경전도검사, 피부생검, 자율신경기능 검사 등과 병행하여 해석하는 보조적 검사로 활용할 것을 제안하였다. 또한 일부 임상진료지침에서는 정량적 감각기능 검사를 통해 감각 역치를 정량화하여 환자의 감각기능 전반의 양상과 패턴을 체계적으로 기록한 감각 프로파일을 문서화할 수 있으며, 이를 기반으로 치료 반응 및 예후 평가에 활용할 수 있다고 제시하였다. 그러나 해당 임상진료지침들에서 정량적 감각기능 검사-전류인지역치에 대하여 구체적으로 언급한 내용은 확인할 수 없었다.

결론 및 제언

의료기술재평가 소위원회에서는 현재의 평가 결과에 근거하여 다음과 같이 결과 및 의견을 제시하였다.

정량적 감각기능 검사는 교과서 및 임상진료지침에서 말초신경병증 환자의 감각기능 이상을 확인하는 검사로 제시되고 있다. 특히, 사람마다 통증을 느끼는 정도가 다르고 신경전도검사로 확인하기 어려운 작은 유수초 및 무수초 신경섬유를 측정할 수 있다는 점에서 임상적으로 보완적 가치가 있다. 그러나 환자의 주관적 증상을 객관적 수치로 측정할 수 있다는 이점에도 불구하고 개인별 통증의 역치 차이, 장비 간 측정값의 비일관성, 개별 검사들의 낮은 민감도 및 특이도, 그리고 검사자 숙련도에 따른 결과 변동 등 여러 제한점이 있다고 보았다. 이에 소위원회는 정량적 감각기능 검사가 단독으로 사용되기보다 말초신경병증 환자에서 감각신경 이상을 확인하기 위한 상호보완적 검사로 활용할 수 있다는 의견이었다. 또한, 해당 검사방법의 표준화를 위해 연령 및 성별, 인종 등 인구집단 특이적 참고치 마련과 질환별 검사의 신뢰도 및 타당도에 대한 추가연구가 필요하다고 제안하였다.

정량적 감각기능 검사 중 전류인지역치는 특정 주파수별 전류 자극에 대한 감각역치를 측정하는 검사로, 환자마다 느끼는 주관적인 증상을 객관적 측정치로 제시할 수 있으나, 단독 검사로 활용하기에는 한계가 있고 현재 해당 의료기기를 생산하지 않아 향후 사용량이 감소할 것이라는 의견이었다.

2026년 제1차 재평가전문위원회*(2026.1.9.)는 소위원회 검토 결과를 바탕으로 ‘정량적 감각기능 검사-전류인지역치’에 대해 심의하였으며, 소위원회의 결론을 원안대로 의결하였다.

*「신의료기술평가에 관한 규칙」(보건복지부령 제1098호, 일부개정, 2025.9.7. 시행) 개정으로 재평가전문위원회가 새로 구성되어 2025년 9월부터 운영되고 있다.

주요어

말초신경병증, 정량적 감각기능 검사, 감각역치, 전기자극

Peripheral Neuropathy, Quantitative Sensory Test, Sensory Thresholds, Electric Stimulation

알기 쉬운 의료기술재평가

정량적 감각기능 검사-전류인지역치는 말초신경병증에서 감각신경 기능을 평가하는 데 임상적으로 유용한가요?

질환 및 의료기술

말초신경병증은 말초신경이 손상되어 감각저하, 통증, 저림 등의 증상이 나타나는 질환으로, 당뇨병을 비롯해 다양한 원인에 의해 발생한다. 임상 현장에서는 말초신경염과 말초신경병증이 혼용되어 사용되고 있으며, 진단과 경과 관찰을 위해 여러 검사들이 보조적으로 활용된다. 정량적 감각기능 검사-전류인지역치는 말초신경 손상 여부와 정도를 평가하기 위해 말단 부위에 진동, 온도, 전류 등의 자극을 주고, 환자가 감각을 인지하는 최소 자극 강도를 수치로 측정하는 검사이다. 이 중 전류인지역치 검사는 서로 다른 주파수(5 Hz, 250 Hz, 2,000 Hz)의 전류 자극을 사용하여 감각역치를 측정함으로써 다양한 유형의 신경섬유 기능을 평가하는 검사이다.

의료기술의 유용성

교과서 및 임상진료지침에서 정량적 감각기능 검사는 신경전도검사로 평가하기 어려운 작은 유수초 신경섬유 및 무수초 신경섬유의 기능을 정량적으로 평가할 수 있는 검사로 제시하였다. 교과서 4편을 검토한 결과, 정량적 감각기능 검사-전류인지역치는 당뇨병 말초신경병증 초기 단계부터 진단을 할 수 있는 검사로 무수신경섬유, 소신경섬유, 큰신경섬유에 해당하는 전류인 5, 250, 2,000 Hz를 이용하여 감각과민과 지각 감퇴를 진단한다고 하였다. 국내외 임상진료지침 15편을 검토한 결과, 정량적 감각기능 검사는 당뇨병 등으로 말초신경이 손상된 환자에서 감각 이상을 확인하기 위한 보조적 검사로 사용한다고 보고하였다. 또한 사용되고 있으며, 개인의 반응이나 검사방법에 따른 결과 변동으로 인해 단독 진단보다는 다른 검사들과 함께 사용할 것을 권고하고 있었다. 다만 전류인지역치 검사만의 효과를 설명한 지침은 확인되지 않았다.

결론 및 제언

재평가전문위원회는 정량적 감각기능 검사가 단독으로 사용되기보다 말초신경병증 환자에서 감각신경 이상을 확인하기 위한 상호보완적 검사로 활용할 수 있다는 소위원회의 검토 결과에 동의하였다.

1. 평가배경

정량적 감각기능 검사(quantitative Sensory Test, QST)는 말초신경염에 의한 신경감각 손상의 유무와 심한 정도를 상하지 말단 부위에서 진동감각, 온도감각, 특정 주파수 전류 등 자극에 대해 감각을 인지할 수 있는 자극강도를 정량적으로 측정하여 감각기능의 이상을 진단, 치료에 대한 반응을 관찰, 추적하는 목적으로 사용되는 검사이다¹⁾. 신의료기술평가제도 도입 이전인 2002년 100분의 100 본인부담 항목으로 등재된 후, 2006년 비급여로 전환되었다(보건복지부 고시 제2005-89호, 2005.12.22.).

비급여 보고제도 항목으로, 수요조사(유관기관)를 통해 제안되었으며 관련 선정 절차를 거쳐 최종 재평가 대상으로 선정되었다. 이에 동 기술의 임상적 유용성에 대한 정보를 제공하고자, 2025년 제8차 의료기술재평가위원회(2025.8.8.)에서 평가계획서 및 소위원회 구성안을 심의한 후 재평가를 수행하였다.

1.1 평가대상 의료기술 개요

1.1.1 감각신경(sensory nerves)

감각계(sensory system)는 환경으로부터 자극을 감각수용체가 감지하고, 말초(감각)신경을 통해 중추신경계로 전달하는 신경전달 체계이다. 말초신경계는 체성감각신경계(somatosensory nervous system)와 자율신경계(autonomic nervous system)로 구성된다. 체성감각계는 외부 환경에서 발생한 감각 정보를 말초신경을 통해 척수로 전달하며, 자율신경계의 내장 감각신경은 내부 환경 변화를 감지하고 항상성 유지를 위해 효과기(effector)에 적절한 반응을 유도하는 역할을 한다. 말초신경은 신경섬유, 지지결합조직 및 혈관으로 구성된다. 감각신경세포(sensory neurons)는 체성감각신경로에서 자극 정보를 중추신경계로 전달하는 구심성 신경섬유(afferent neurons)로, 세포체, 축삭 및 수상돌기로 구성된다. 특정 영역의 감각수용체는 자극에 반응하여 1차 뉴런을 따라 활동전위 형태의 전기적 신호를 생성하고 이를 중추신경계로 전달한다. 감각수용체는 온도수용체(thermoreceptors), 기계수용체(mechanoreceptors), 통각수용체(nociceptors), 광수용체(photoreceptors), 화학수용체(chemoreceptors) 등이 있다(Koop & Tadi, 2024).

감각신경은 연결된 수용체에 따라 다양한 유형의 신경섬유가 있으며, 감각신경의 분류는 숫자분류법 또는

1) '정량검사'라고 되어 있으나, 역치를 환자가 알려주는 형태로 되기 때문에 정성적 기반의 정량검사라는 제한점은 있다.

Erlanger-Gasser 분류에 따라 구분된다(Watson & Dyck, 2023). 고유수용기(position sensors)는 type Ia ($A\alpha$: muscle spindle), type Ib ($A\alpha$: Golgi tendon organ), type II ($A\beta$: touch and pressure) 감각섬유에 의해 신경지배를 받으며, 이들 섬유는 직경이 크고 수초화(myelinated)되어 전도 속도가 빠르다. 기계수용기는 type II 및 III ($A\delta$: free nerve ending, cold) 감각섬유에 의해 신경지배를 받으며, 통각수용기(pain sensors)와 온도수용기는 type III 및 IV (C: slow pain, heat) 섬유에 의해 신경지배된다. $A\delta$ 섬유는 얇게 수초화된 신경섬유로, 급성 통증과 관련된 정보를 전달하여 척수 후각의 시냅스에서 회피반사를 유발한다. C 섬유는 $A\delta$ 섬유보다 더 높은 자극 역치가 필요한 더 작은 무수초(unmyelinated) 섬유로, $A\delta$ 섬유에 의해 전달되는 초기 손상 이후 느린 통증에 관여한다(Beran, 2015).

1.1.2 정량적 감각기능 검사-전류인지역치

정량적 감각기능 검사는 표준화된 자극을 적용하여 감각 인지 및 통증역치를 정량적으로 측정함으로써 체성감각계의 기능 상태를 평가하는 심리물리학적(psychophysical) 검사법이다(Mücke 등, 2021). 정량적 감각기능 검사는 열, 냉, 촉각, 압력 등의 다양한 자극을 이용하여 감각역치를 정량화하며, 이를 통해 감각기능의 증가 또는 감소와 같은 감각이상을 확인할 수 있다. 또한 말초 신경섬유 수용체부터 중추신경계로 이어지는 감각전달로의 기능을 평가하는 데 활용된다. 감각기능을 정량적으로 평가하려는 시도는 19세기 Weber의 두점식별검사(two-point discrimination)와 von Frey의 촉각 검사에서 시작되었으며, 이후 온도 및 기계 자극을 이용한 다양한 검사법이 발전하면서 정량적 감각기능 검사가 발전하였다(von Frey, 1923; Weber, 2012). 특히 독일 신경병증성 통증 연구네트워크(German Research Network on Neuropathic Pain)에서 표준화된 검사 프로토콜과 참고치를 제시하면서 임상 및 연구에서 활용되는 체계적인 검사법으로 확립되었다(Rolke 등, 2006). 이 중 전류인지 역치는 피부에 미세한 전기 자극을 가하여 감각신경 기능을 정량적으로 평가하는 검사이다. 일반적으로 Neurometer CPT/C 장비를 사용하며, 서로 다른 주파수의 전류 자극을 통해 특정 신경섬유 기능을 선택적으로 평가할 수 있다. 구체적으로 2,000 Hz 자극은 굵은 유수신경인 $A\beta$ fiber의 기능을 평가하여 촉각 및 진동감각을 반영하고, 250 Hz 자극은 $A\delta$ fiber 기능을 평가하여 온도감각 및 날카로운 통증 감각과 관련된다. 또한 5 Hz 자극은 C fiber 기능을 평가하여 둔한 통증 및 자율신경 기능 상태를 반영한다.

이 검사는 비교적 비침습적이며 짧은 시간 내 시행 가능하여 말초신경병증, 당뇨병성 신경병증, 신경 압박 질환 및 만성 통증 질환 등의 감각신경 기능 평가에 활용되고 있다. 특히 기존 신경전도검사(NCS)가 주로 굵은 신경섬유 기능 평가에 제한되는 반면, CPT 검사는 작은 신경섬유 기능까지 평가할 수 있다는 장점이 있다. 다만 검사 결과가 환자의 주관적 반응에 일부 의존하므로 검사 환경 및 반복 측정을 통한 신뢰도 확보가 중요하다고 보고된다(Katims et al., 1987; 편성범 등 2001; 최희훈 등 2011).

1.2 국내외 보험 및 행위등재 현황

1.2.1 식품의약품안전처 허가사항

의료기기전자민원창구 누리집 검색 결과, 동 기술에 사용되는 소요장비의 식품의약품안전처(식약처) 허가사항은 <표 1.1>과 같다. 범용 유발성 응답용 자극장치, 진동 감각 측정장치, 전기식 지각계, 체외형 의료용전극 다수가 검색되었다.

표 1.1 소요장비에 대한 식품의약품안전처 허가사항

구분	내용
품목명: 범용유발성응답용자극장치(분류번호: A26290.01 (2등급))	
품목허가번호	수인 02-14호
업체명/모델명	(주)앞선아이앤씨 / TSA 2
사용목적	유발성 응답을 측정하기 위하여 환자자극을 줌
품목허가번호	수인 22-4288호
업체명/모델명	(주)앞선아이앤씨 / TSA 2 AIR
사용목적	유발성 응답을 측정하기 위하여 인체에 자극을 주는 기구
품목허가번호	수인 13-1149호
업체명/모델명	(주)앞선아이앤씨 / Q-Sense
사용목적	유발성 응답을 측정하기 위하여 인체에 자극을 주는 기구
품목명: 진동감각측정장치(분류번호: A30100.01 (x등급))	
품목허가번호	수인 18-4017호
업체명/모델명	(주)앞선아이앤씨 / VSA-2000
사용목적	진동 장애를 검진하는 장치
품목허가번호	수인 14-528호
업체명/모델명	(주)하이메드 / CASE IV Computer Aided Sensory Evaluator
사용목적	진동 장애를 검진하는 장치
품목허가번호	수인 25-4421호
업체명/모델명	(주)앞선아이앤씨 / VSA-2
사용목적	진동 장애를 검진하는 장치
품목명: 전기식지각계(분류번호: A30240.02 (2등급))	
품목허가번호	제인 15-400 호
업체명/모델명	(주)오씨인/PV-300
사용목적	본 기기는 환자의 몸 감각 정도를 시험하기 위하여 반복적으로 전류를 가하여 자극하는 장치이다.
품목명: 체외형의료용전극(분류번호: A58060.01 (1등급))	
품목허가번호	제신 19-421 호
업체명/모델명	(주)다림양행 / Neurometer CPT/C Goldtroid
사용목적	일반적인 인체 신호를 감지하거나 인체에 자극을 주기 위한 기구. 별도로 분류된 전극은 여기에서 제외함

출처: 식품의약품안전처 의료기기안심책방 의료기기통합정보시스템 누리집

1.2.2 국내 보험등재 현황

QST는 건강보험심사평가원의 「건강보험 행위 급여·비급여 목록표」에 행위 비급여로 등재되어 있다. 고시항목 정의에 따른 세부내용은 <표 1.2>과 같다.

표 1.2 건강보험 요양급여·비급여 비용 목록 등재 현황

분류번호	코드	분류
		제2장 검사료
		제3절 기능 검사료
		[신경계기능검사]
너-688		정량적 감각기능 검사 Quantitative Sensory Test
	FY881	가. 진동역치 Vibration Threshold
	FY882	나. 온도역치 Temperature Threshold
	FY883	다. 전류인지역치 Current Perception Threshold
	FY884	주 : 통증역치검사를 실시한 경우에도 산정한다

출처: 건강보험요양급여비용, 2025년 1월판

표 1.3 건강보험심사평가원 고시항목 상세

보험분류번호	FY881-3	보험EDI코드	너688가-다	급여여부	비급여
행위명(한글)	정량적 감각기능 검사 -가. 진동역치 나. 온도역치 다. 전류인지역치				
행위명(영문)	Quantitative Sensory Test -가. Vibration Threshold 나. Temperature Threshold 다. Current Perception Threshold				
정의 및 적응증	말초신경염에 의한 신경감각 손상의 유무와 심한 정도 를 상하지 말단 부위에서 진동감각, 온도감각, 특정 주파수 전류 등 자극 에 대해 감각을 인지할 수 있는 자극강도를 정량적으로 측정하여 감각기능의 이상을 진단, 치료에 대한 반응을 관찰, 추적 하며 증상이 없는 small fiber neuropathy 등 감각질환에 유용한 검사임				
실시방법	가. 진동역치: 진동발생기를 손이나 발등 등 특정 부위에 부착후 진동을 가하면서 피부가 진동을 느끼는 시점의 임계수치를 구함 나. 온도역치: 가열수조 등의 온도조절장치를 이용하여 단계별로 온도감각을 특정 피부에 가하여 온도의 변화를 감지할 수 있는 임계수치를 구함 다. 전류인지역치: 특정 주파수(2000Hz, 250Hz, 5Hz)의 전류를 사용하여 각각의 인지 역치를 구함 주: 통증역치검사를 실시한 경우에도 소정점수를 산정함				
세부사항	100분의 100분인부담(보건복지부고시 제2002-49호(2002.7.18))에서 비급여로 전환				

출처: 요양기관업무포털 누리집-의료기준관리-고시항목조회.
(보건복지부 고시 제2005-89호(2005.12.22.), 적용일자: 2006.1.1.)

1.2.3 국내 이용 현황

건강보험심사평가원 비급여진료비 정보를 통해 각 검사별, 요양기관종별 평균비용은 <표 1.4>와 같다.

표 1.4 정량적 감각기능 검사(진동역치, 온도역치, 전류인지역치, 통증역치검사) 평균 비용

기술명	급여 종류	비용	전체	상급종합	종합	병원	의원
정량적 감각기능 검사-가. 진동역치	비급여	평균	50,016	54,631	43,763	36,517	87,375
		최소	10,000	10,000	12,280	19,000	49,500
		최대	123,000	101,000	123,000	58,000	100,000
정량적 감각기능 검사-나. 온도역치	비급여	평균	54,972	59,506	44,875	46,700	78,000
		최소	14,630	20,000	14,630	40,000	50,000
		최대	145,500	145,500	96,000	58,000	100,000
정량적 감각기능 검사-다. 전류인지역치	비급여	평균	43,436	49,692	39,396	45,033	33,957
		최소	5,000	6,430	6,390	14,500	5,000
		최대	130,900	101,000	96,000	120,000	60,000
정량적 감각기능 검사-주. 통증역치 검사	비급여	평균	53,560	48,234	41,475	62,351	53,824
		최소	5,000	11,000	13,000	14,500	5,000
		최대	400,000	101,000	117,970	400,000	200,000

출처: 건강보험심사평가원 비급여 진료비용

1.2.4 국외 보험 및 행위등재 현황

미국 행위분류 코드(current procedural terminology code, 이하 “CPT 코드”)에서 확인된 내용은 <표 1.5>과 같다. 일본 후생성 진료보수 코드에서 기술 항목에서는 관련 내용을 확인할 수 없었다.

표 1.5 국외 보험 등재 현황

코드	내용
CPT	0106T Quantitative sensory testing (QST), testing and interpretation per extremity; using touch pressure stimuli to assess large diameter sensation (QST, 압력 자극(touch pressure) 이용, 사지별 검사 및 해석)
	0107T using vibration stimuli to assess large diameter fiber sensation (QST, 진동 자극 이용)
	0108T using cooling stimuli to assess small nerve fiber sensation and hyperalgesia (QST, 냉각 자극 이용)
	0109T using heat-pain stimuli to assess small nerve fiber sensation and hyperalgesia (QST, 열-통증 자극 이용)
	0110T using other stimuli to assess sensation (QST, 기타 자극 이용)

출처: CPT 2025 Professional 2025 edition (AMA)

1.3 질병 특성 및 현존하는 의료기술

1.3.1 질병 특성

1.3.1.1 말초신경병증

말초신경병증(peripheral neuropathy)은 그 자체가 하나의 독립된 질환으로, 혹은 여러 전신 질환의 합

병증으로 발생한다(오지영, 2016).

가. 당뇨병 말초신경병증

대표적인 말초신경병증인 당뇨병 신경병증은 당뇨병의 대표적인 만성 합병증으로, 고혈당으로 인한 말초신경 손상이 누적되면서 발생한다(Melai 등, 2013). 특히 하지 말단의 감각저하, 지각 둔화, 운동 기능 저하를 동반하며, 족부 궤양 및 하지 절단의 주요 위험인자로 알려졌다(Adler 등, 1999).

당뇨병 말초신경병증 확인을 위해 임상에서 가장 널리 사용되는 감각기능 검사 중 하나는 모노필라멘트 검사이다(조동혁, 2016). 환자가 눈을 감은 상태에서 검사자가 10g 모노필라멘트를 발등과 발바닥 등 10개 부위에 적용해 감각 여부를 확인하며, 9곳 이상 인지 시 정상, 2곳 이상 무감 시 감각저하, 4곳 이상 무감 시 족부 궤양 위험 증가로 평가한다.

당뇨병 신경병증 선별검사로 알려진 검사도구 Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI)는 당뇨병 신경병증 선별을 위한 간단한 검사로, 15개 증상 설문과 신체검사(발 모양·궤양 유무, 발목 반사, 128 Hz 진동감각, 10g 모노필라멘트)로 구성된다. 설문 2점 이상이면 의심, 7점 이상이면 가능성 높음, 신체검사 2점 초과 시 신경병증 시사로 판정한다. 외래에서 신속하고 간편하게 시행할 수 있어 임상에서 널리 활용된다(문성수, 2018).

대한당뇨병학회(Korean Diabetes Association, 2025)에서는 당뇨병 말초신경병증의 선별검사로 MNSI Questionnaire와 신경계 진찰(진동감각 검사, 발목반사 검사, 10g 모노필라멘트 검사, 바늘찌름 검사, 온도감각 검사)을 활용할 것을 권고하고 있었다(권고수준: 전문가 의견, 제한적 권고).

나. 항암화학요법으로 인한 말초신경병증

화학요법유발말초신경병(chemotherapy-induced peripheral neuropathy, CIPN)은 공통적으로 통증이 주증상이며 대부분 항암제의 누적 용량에 따라 발병하는 특징이 있다. 백금(platinum) 복합제 계열, 택산(taxane), 빈카알칼로이드(vinca alkaloids), 프로테아솜 억제제(proteasome inhibitors)와 그 외 탈리도마이드(thalidomide) 등의 익히 알려진 항암제들부터 면역관문억제제와 같은 근래 사용이 증가하고 있는 약물들 모두 신경계 합병증과 연관이 있는 것으로 알려져 있다. CIPN의 유병률은 연구마다 차이를 보이나 한 메타분석 연구에서 항암 치료 후 1개월 이내에 68.1%, 3개월 이내에는 60%, 6개월 혹은 그 이후 기간 동안에는 30%의 유병률을 보고하였다. 항암제의 투여가 중단되면 호전을 보이기도 하나 항암 치료 종료 후에도 증상이 지속되거나 만성적으로 진행되는 경우가 흔하며, 이러한 경우 증상이 장기간 지속되는 난치성 경향을 보인다. 소아암 환자를 대상으로 한 장기기간의 관찰 연구에서 항암 치료 종료 10년 뒤까지도 CIPN 증상이 20%가량의 환자에서 지속되는 것을 보고한 바 있어 항암 치료 종료 이후 증상이 회복되지 않는 환자들에 대해서는 장기적인 치료 전략의 설정이 필요하다(Choi et al., 2021).

CIPN의 평가는 미국 국립암연구소(National Cancer Institute)에서 개발한 Common Toxicity Criteria (CTC, v4.03)가 주로 사용되며, 증상의 정도에 따라 1~5등급(경증~사망)으로 분류한다. 이 평가는 장비 없이 문진만으로 시행 가능하나, 평가자 간 차이와 병변 부위·유형 구분의 한계가 있다. 환자 자가

보고형 설문(questionnaire)도 보조적으로 활용되며, 진동감각 및 식별감각 평가는 검사자 숙련도와 환자 협조도에 영향을 받는다. 신경전도검사는 조기 병변 발견에는 유용하지만 대신경섬유 중심의 평가로 소신경 섬유 병변 반응이 제한적이다. 근전도검사는 운동신경 이상 평가에 초점이 맞춰져 있어 CIPN 평가에는 적합하지 않으며, 증상, 징후, 신경생리, 진동지각, 삶의 질 등을 종합적으로 평가하는 총신경병증점수(Total Neuropathy Score, TNS)가 제시되었으나 임상 적용은 제한적이다(우인숙, 2015).

다. 소섬유신경병증

소섬유신경병증(small fiber neuropathy, SFN)은 직경이 작은 신경섬유들이 선택적으로 손상되는 말초신경병증의 아형으로 신경병성 통증과 자율신경기능 이상이 특징적이다. 말초신경섬유는 직경과 수초의 유무에 따라 분류된다. A섬유(A fiber)는 수초에 싸여져 있으며 직경의 굵기에 따라 A- α , A- β , A- γ , A- δ 로 나누어진다. C섬유(C fiber)는 가장 작고 전도 속도가 느리며 수초에 싸여져 있지 않다. 이중 A δ 섬유와 C섬유를 소섬유신경(small fiber nerve)로 구분하며, 각각 A- δ 섬유는 통각(pain), 온도(temperature)의 구심신경 기능을 담당하고 C섬유는 통각, 온도, 내장신경(visceral nerve)의 구심신경 기능과 자율신경의 신경절이후(postganglionic) 원심신경을 담당한다. 현재 A δ 섬유와 C섬유의 손상이 의심되는 임상증상이나 징후, 정상 신경전도검사, 피부생검을 통한 intraepidermal nerve fiber (IENF)의 밀도 측정, QST 등을 종합하여 SFN을 진단하고 있지만 아직 명확한 진단기준은 없는 실정이다(Lee et al., 2018).

라. 말초신경 손상(외상, 수술 후 신경 손상)

말초신경의 손상은 날카로운 물체나 강한 압력에 의해 발생할 수 있으며, 최근에는 그 원인으로 관통, 낙상, 산업 재해보다 교통사고에 의하여 발생하는 빈도가 증가하는 추세이다. 신경이 손상되면 운동·감각 신호 전달이 저하되어 신경전도검사에서 전도 차단이나 복합근활동전위(compound muscle action potential) 및 감각신경활동전위(sensory nerve action potential)의 진폭 감소 또는 소실, 신경전도 속도 저하 등의 소견으로 확인되며, 이후 MRI나 초음파 등 영상검사를 통해 진단한다. 완전 손상 또는 중등도 이상의 불완전 손상에서는 즉시 수술적 처치를 고려하게 된다(Im 등, 2010).

1.3.1.2 그 외 질환

통증 증후군과 말초신경질환인 유전성 감각신경병증 (Hereditary sensory neuropathies, Charcot-Marie-Tooth 등), 길랑-바레 증후군 (Guillain-Barré, CIDP) 등이 있다(대한재활의학회, 2020; Rolke 등, 2006).

1.3.2 국내 환자 현황

신경학적 합병증을 동반한 당뇨병 환자 수는 2024년 기준으로 2형 당뇨병(E114) 이 약 31만 명으로 가장 많았고, 상세불명의 당뇨병(E144) 이 약 3만 6천 명, 1형 당뇨병(E104) 이 약 4천 7백 명으로 뒤를 이었다. 이 외에도 ‘말초신경계통 및 특수감각의 기능검사의 이상결과(R941)’는 2020년 119명에서 2024년

427명으로 꾸준히 증가하였으며, 목(S144), 흉부(S243), 복부·아래 및 골반(S346) 등의 말초신경 손상 질환 역시 연도별 변동은 있었으나 전반적으로 증가 추세를 보였다.

표 1.6 국내 관련 질병 현황(환자 수, 단위: 명)

질환명(ICD-10코드)	2020	2021	2022	2023	2024
신경학적 합병증을 동반한 1형 당뇨병(E104)	4,954	4,811	4,575	4,542	4,748
신경학적 합병증을 동반한 2형 당뇨병(E114)	305,537	307,893	309,841	310,533	310,078
신경학적 합병증을 동반한 상세불명의 당뇨병(E144)	35,873	35,648	35,878	36,856	36,379
신경학적 합병증을 동반한 영양실조-관련 당뇨병(E124)	254	264	275	253	253
말초신경계통 및 특수감각의 기능검사의 이상결과(R941)	119	162	273	391	427
목 말초신경의 손상(S144)	132	133	188	102	69
흉부 말초신경의 손상(S243)	124	60	30	35	43
복부·아래 등 및 골반의 말초신경의 손상(S346)	139	138	73	81	148

출처: 보건의료빅데이터개방시스템-의료통계정보-질병/행위별 의료통계

1.3.3 현존하는 검사

1.3.3.1 신경전도검사

신경전도검사(Nerve conduction study, NCS)는 운동 신경, 감각 신경 또는 혼합 신경에 대해 전기 자극을 통해 탈분극을 유도하고 이로 인해 유발된 활동 전위가 신경을 따라 전파된 것을 자극 지점에서 떨어진 부위의 신경이나 근육에서 기록하는 검사이다(대한재활의학회, 2020). 신경전도검사는 굵은 유수신경섬유($A\alpha \cdot A\beta$)의 전도속도·진폭 등을 측정해 신경 손상의 구조적·전기생리적 이상을 평가하기 위해 사용한다. 검사방법의 핵심 조건은 피부 온도를 32~34 °C로 유지하고, 접지전극을 자극전극과 기록전극 사이에 위치시키며, 짧은 지속시간과 적절한 강도의 전기 자극을 사용하는 것이다. 이때, 기기 설정은 각 신경 및 검사 종류에 따른 표준값을 준수해야 한다.

표 1.7 정량적 감각기능 검사 대비 신경전도검사 특징

구분	정량적 감각기능 검사	신경전도검사
검사목적	감각역치 기능 평가 (온도·압력·진동 등 자극 → 자각적 반응 측정)	신경전도 기능 평가 (전기 자극 → 전도속도, 진폭 등 측정)
측정대상	가느다란 무수·유수신경섬유($A\delta$, C 등) 포함	굵은 유수신경섬유($A\alpha$, $A\beta$) 중심
활용 맥락	임상적 감각기능 변화·신경병증성 통증 평가에 보완적으로 유용	신경 손상 구조적·전기생리적 이상 확인에 유용

자료원: 재활의학, 2020

표 1.8 신경전도검사 현황

대체기술(코드)	2020	2021	2022	2023	2024
신경전도검사(상지)[편측]-운동신경(F6121)					
환자수(명)	263,560	289,055	287,779	320,570	322,182
청구건수(회)	332,113	359,377	344,296	380,711	378,777
요양급여비용총액(원)	13,458,978	14,842,298	14,560,519	16,432,635	16,793,219
신경전도검사(상지)[편측]-감각신경(F6122)					
환자수(명)	262,703	289,149	288,527	321,098	322,752
청구건수(회)	330,688	358,927	344,725	380,919	379,082
요양급여비용총액(원)	13,410,689	14,834,447	14,587,148	16,450,771	16,812,944
신경전도검사(하지)[편측]-운동신경(F6123)					
환자수(명)	243,421	270,138	275,342	313,566	323,060
청구건수(회)	302,565	332,583	324,494	366,837	375,969
요양급여비용총액(원)	12,234,370	13,705,153	13,683,758	15,787,662	16,614,557
신경전도검사(하지)[편측]-감각신경(F6124)					
환자수(명)	241,923	269,122	274,682	313,638	323,264
청구건수(회)	300,144	330,383	322,790	366,030	375,288
요양급여비용총액(원)	12,144,751	13,627,254	13,624,371	15,764,017	16,592,715

[출처: 보건의료빅데이터개방시스템]

현재 신경전도검사는 상지와 하지의 운동 및 감각신경(편측), 체간, 두부 등 총 6개 항목이 급여로 등재되어 있으며, 단측 검사 기준 의원 단가는 약 38,500~56,920원 수준이다. 해당 검사는 말초신경병증 진단에서 높은 객관성과 민감도를 보이지만, 숙련된 검사자와 전문 장비가 필요하다.

반면, QST는 상대적으로 간단한 장비와 짧은 검사 시간으로 통증, 온도, 진동 자극에 대한 감각역치를 측정할 수 있어, 신경전도검사를 보완하는 도구로 활용될 수 있다(표 1.8~1.9).

표 1.9 관련 검사의 고시 및 비용 정보

평가기술		관련 검사
기술명	정량적 감각기능 검사 가. 진동역치 나. 온도역치 다. 전류인지역치 주. 통증역치	신경전도검사 상지(편측)-운동신경 상지(편측)-감각신경 하지(편측)-운동신경 하지(편측)-감각신경
정의 및 적응증	<적응증 및 목적> 말초신경염에 의한 신경감각 손상의 유무와 심한 정도 를 상하지 말단 부위에서 진동감각, 온도감각, 특정 주파수 전류 등 자극 에 대해 감각을 인지할 수 있는 자극강도를 정량적으로 측정하여 감각기능의 이상을 진단, 치료에 대한 반응을 관찰, 추적 하며 증상이 없는 small fiber neuropathy 등 감각질환에 유용한 검사임	<적응증 및 목적> 1. 말초신경 및 근육질환 1) 신경근병증 2) 신경총병증 3) 신경병증 2. 근위부 운동신경장애, 운동신경원 질환, 근육병 3. 신경 손상

	평가기술	관련 검사
보험분류번호	너-688	나-612
보험EDI코드	FY881	F6121
	FY882	F6122
	FY883	F6123
	FY884	F6124
급여여부	비급여	급여
상대가치점수	-	488.18점
진료비용	평균 33,957~ 87,375원(의원)	46,670원(의원)
	평균 36,517~ 62,351원(병원)	40,910원(병원)
사용량 (2024년)	-	322,182명~ 323,264명 375,288회~379,082회
비고	-	-

[출처: 건강보험심사평가원 요양기관업무포털, 보건의료빅데이터개방시스템, 국민건강보험공단 비급여 정보포털]

1.4 체계적 문헌고찰 현황

현재까지 출판된 체계적 문헌고찰 문헌을 찾기 위하여 2025년 9월 10일 PubMed, TRIP database에서 ‘Quantitative Sensory’, ‘QST’와 ‘neuropathy’를 조합하여 검색한 결과, 관련 문헌은 5편 확인되었다.

표 1.10 체계적 문헌고찰 요약

1저자(연도)	제목
Bandinelli (2025)	Post-COVID-19 small fiber neuropathy as a new emerging quality of life-threatening disease: A systematic review
연구목적	소섬유신경병증(SFN)의 임상적 진단
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵심질문 -Patient: COVID-19 이후 급성 후유증 환자 -Index test: 피부생검(skin biopsy), 각막공초점현미경검사(corneal microscopy), QST -Comparator: 임상진단(Besta criteria)*, non-SFN환자, 건강대조군, 기타 신경학적 질환자 등 * Besta criteria: SFN는 임상특징+보조검사 결과의 조합으로 진단함. 임상조건은 신경전도검사 결과 정상(대섬유신경병증 배제)일 경우, 원위부에 국한된 감각증상(예, 열/냉각 통각이상, 작열통, 통각과민, 이질통)이 있음. 보조검사는 QST(냉/온 감각 역치 이상) 또는 피부생검(표피내 신경섬유 밀도 감소)에서 하나 이상 충족 시 SFN 진단 가능 -Outcome: 임상증상 및 질환과의 관련성
연구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선택문헌: 총 14편 (※ QST 관련 문헌 2편) ○ Falco 등 (2024) - 연구목적: 통증 동반 COVID 환자에서 SFN 여부 확인 - 연구설계: 환자대조군 연구(통증성환자: 26명, 무통증 환자: 33명, 무증상대조군: 30명) - 검사항목 · 임상평가: 신경학적 진찰, 신경병증성 통증 설문지(NPSI), 자율신경 증상평가(COMPASS-31) · 신경전도검사: 대섬유신경병증 배제 목적 · QST: 오른쪽 발등, 냉/온 감지 및 통증 역치, 압통, 기계통, 기계/진동감각 역치 · 피부생검: 종아리/대퇴 생검 후 표피내 신경섬유 밀도(IENFD) 평가(축삭손상이 원위부인지 확인) - 주요결과

1저자(연도)	제목
	<ul style="list-style-type: none"> · QST 결과, 환자군의 약 40%에서 냉/온 감지역치 이상이 확인됨. SFN 진단 관련 Besta criteria 적용 시 12명이 SFN 확진되었으며, 이들 환자 대상 감각소실 및 기계 통각과민이 특징적으로 나타남($p=0.0026$) ○ Azcue 등 (2023) - 연구목적: 자율신경장애(dysautonomia)와 SFN 여부 평가 - 연구설계: 환자대조군 연구(COVID 환자: 87명, ME/CFS 환자: 50명, 건강대조군: 50명) - 검사항목 <ul style="list-style-type: none"> · 자율신경계 기능검사(deep breathing, Valsalva, tilt test 등), SFN 평가(Sudoscan, QST, C/HEPs) · QST: TSA-2 사용, 열/냉 자극에 대한 역치 및 유발전위 측정 - 주요결과 <ul style="list-style-type: none"> · 열 감지(heat detection) 역치는 건강대조군 대비 환자군에서 유의하게 높았으며($p \leq 0.001$), 냉 감지는 군 간 차이없음 · 열 유발전위(evoked potentials)는 건강대조군 대비 환자군에서 N파, P파 잠복기(latency)가 유의하게 길었으며($p \leq 0.01$), 진폭(amplitude)은 환자군에서 낮은 경향을 보였음, 냉 유발전위는 군 간 유의한 차이없음
결론	SFN 환자에서 열 감지 저하는 대표적인 QST 이상 소견이며, SFN 진단 프로토콜(Besta criteria)의 일부로 진단보조 수단으로 활용될 수 있음
Kirthi (2021)	Prevalence of peripheral neuropathy in pre-diabetes: a systematic review
연구목적	당뇨 전단계 환자 대상 진단방법에 따른 말초신경병증 유병률 평가
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵심질문 -Patient: 당뇨 전단계 성인(WHO 또는 ADA 기준 IFG, IGT, 또는 HbA1c 해당자) -Index test (말초신경병증 검사항목) <ul style="list-style-type: none"> · 신경전도검사, QST, 각막공초점현미경, 피부생검, 임상신체검사 및 설문 -Comparator: 정상대조군 또는 비교군 없음 -Outcome: 진단도구에 따른 말초신경병증 유병률
연구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선택문헌: 총 14편 (※ QST 관련 문헌 3편) - QST는 주로 냉/온 감각역치 및 통증 역치 측정을 통해 SFN 기능이상을 평가함 ○ 주요결과 <ul style="list-style-type: none"> - 전체 유병률: 2-77% - 진단도구에 따른 유병률 <ul style="list-style-type: none"> · 발바닥 열영상검사: 77% · 장시간 QST: 71% · 신경전도검사: 65%
결론	SFN 기원 말초신경병증 유병률은 일반 인구(1-3%) 대비 당뇨 전단계 환자에서 높았으며, 신경전도 검사(대섬유신경)만으로 조기 진단이 어려울 수 있어 소섬유 평가도구(QST, 피부생검, 공초점현미경검사)의 활용이 필요함
Sierra-Silvestre (2020)	Altered pain processing in patients with type 1 and 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of pain detection thresholds and pain modulation mechanisms
연구목적	당뇨병 환자에서 소섬유신경 기능이상 평가
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵심질문 -Patient: 제1형 또는 2형 당뇨병 성인 <ul style="list-style-type: none"> · 당뇨병(무 DSPN, 무통증 DSPN, 통증성 DSPN) -Index test: QST를 이용한 소섬유신경 기능 평가 <ul style="list-style-type: none"> · 냉/열 통증 역치 · 전기 통증 역치 등 -Comparator: 건강대조군 등 -Outcome: 소섬유신경 기능 변화
연구결과	○ 선택문헌: 총 27편, 메타분석 18편

1저자(연도)	제목																																				
	<ul style="list-style-type: none"> - 당뇨병 vs. 건강대조군(7편): 건강대조군 대비 당뇨병 환자에서 열, 냉, 전기 통증역치 기능이 손상됨(열: SMD 0.52, 95%CI 0.30; 0.74; 냉: SMD -0.71(95%CI -1.25; -0.17), 전기 SMD 1.26, 95%CI 0.27; 2.25) - 무통증 DSPN vs. 무 DSPN : 무 DSPN 대비 무통증 DSPN 환자에서 열 통증역치(4편), 전기 자극(2편)에서 더 큰 기능 손실이 있음(열: SMD 0.75, 95%CI 0.55; 0.96; 전기 SMD 0.55, 95%CI 0.05; 1.05) - 통증성 DSPN vs. 무통증 DSPN(2편): 무통증 DSPN 대비 통증성 DSPN 환자에서 열 통증 역치가 더 낮음(능 0.32, 95%CI 0.12-0.52) 																																				
결론	QST는 DSPN의 조기 발견에 유용할 수 있으며, 소섬유 기능 손실은 무 DSPN, 무통증 DSPN, 통증 DSPN 순으로 점진적 진행을 시사함																																				
Martland (2019)	The use of quantitative sensory testing in cancer pain assessment																																				
연구목적	종양 또는 항암치료 관련 통증 환자에서 QST 활용현황																																				
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵심질문 -Patient: 성인 암 환자(종양 또는 항암치료 관련 통증, 특히 CIPN) -Index test: QST <ul style="list-style-type: none"> · QST modality(thermal, mechanical, pinprick, vibration 등) -Comparator: 건강대조군, 비통증 부위 등 -Outcome: QS 이상기능 등 																																				
연구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선택문헌: 총 18편 ○ 감각이상 보고율(%) <table border="1"> <thead> <tr> <th>QST modality</th> <th>전체(18편)</th> <th>종양관련 통증(3편)</th> <th>CIPN(15편)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>열 감지 역치</td> <td>60% (9/15편)</td> <td>67%(2/3편) 과민/둔감 모두 보고</td> <td>58%(7/12편) 감각저하</td> </tr> <tr> <td>열 통증 역치</td> <td>50% (6/12편)</td> <td>50%(1/2편) 냉 통증 과민</td> <td>50%(5/10편) 냉/열 통증 과민/둔감 혼재</td> </tr> <tr> <td>기계 감지 역치</td> <td>62% (8/13편)</td> <td>(50%) 1/2편 핀프릭/압력 감각이상</td> <td>(64%) 7/11편 감각저하 일관</td> </tr> <tr> <td>핀프릭 역치</td> <td>58% (7/12편)</td> <td>(50%) 1/2편 통증 민감도 증가</td> <td>(60%) 6/10편 감각 둔감/과민 혼재</td> </tr> <tr> <td>기계적 통증 민감도</td> <td>25% (1/4편)</td> <td>(0%) 0/1편</td> <td>(33%) 1/3편</td> </tr> <tr> <td>동적 기계적 이질통</td> <td>86% (6/7편)</td> <td>(0%) 0/1편</td> <td>(33%) 1/3편</td> </tr> <tr> <td>진동 감지 역치</td> <td>60% (9/15편)</td> <td>NR</td> <td>(86%) 6/7편 대섬유 기능저하</td> </tr> <tr> <td>압통 역치</td> <td>2편 모두 정상</td> <td>NR</td> <td>2/2편 정상</td> </tr> </tbody> </table>	QST modality	전체(18편)	종양관련 통증(3편)	CIPN(15편)	열 감지 역치	60% (9/15편)	67%(2/3편) 과민/둔감 모두 보고	58%(7/12편) 감각저하	열 통증 역치	50% (6/12편)	50%(1/2편) 냉 통증 과민	50%(5/10편) 냉/열 통증 과민/둔감 혼재	기계 감지 역치	62% (8/13편)	(50%) 1/2편 핀프릭/압력 감각이상	(64%) 7/11편 감각저하 일관	핀프릭 역치	58% (7/12편)	(50%) 1/2편 통증 민감도 증가	(60%) 6/10편 감각 둔감/과민 혼재	기계적 통증 민감도	25% (1/4편)	(0%) 0/1편	(33%) 1/3편	동적 기계적 이질통	86% (6/7편)	(0%) 0/1편	(33%) 1/3편	진동 감지 역치	60% (9/15편)	NR	(86%) 6/7편 대섬유 기능저하	압통 역치	2편 모두 정상	NR	2/2편 정상
QST modality	전체(18편)	종양관련 통증(3편)	CIPN(15편)																																		
열 감지 역치	60% (9/15편)	67%(2/3편) 과민/둔감 모두 보고	58%(7/12편) 감각저하																																		
열 통증 역치	50% (6/12편)	50%(1/2편) 냉 통증 과민	50%(5/10편) 냉/열 통증 과민/둔감 혼재																																		
기계 감지 역치	62% (8/13편)	(50%) 1/2편 핀프릭/압력 감각이상	(64%) 7/11편 감각저하 일관																																		
핀프릭 역치	58% (7/12편)	(50%) 1/2편 통증 민감도 증가	(60%) 6/10편 감각 둔감/과민 혼재																																		
기계적 통증 민감도	25% (1/4편)	(0%) 0/1편	(33%) 1/3편																																		
동적 기계적 이질통	86% (6/7편)	(0%) 0/1편	(33%) 1/3편																																		
진동 감지 역치	60% (9/15편)	NR	(86%) 6/7편 대섬유 기능저하																																		
압통 역치	2편 모두 정상	NR	2/2편 정상																																		
결론	암 환자의 통증은 QST에서 열·기계·진동·핀프릭 감각 이상과 관련이 있으며, 특히 CIPN 연구에서 일관되게 보고되나, 종양 관련 통증 데이터는 부족하여 향후 연구 필요함																																				
Madariaga (2020)	Psychophysical characterisation of burning mouth syndrome—A systematic review and meta-analysis																																				
연구목적	원발성 구강작열감증후군(BMS) 환자에서 QST 결과																																				
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵심질문 -Patient: BSM 환자 -Index test: QST -Comparator: 건강대조군 -Outcome: 감각 역치 관련 결과 																																				
연구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선택문헌: 총 14편(학술대회 초록 1편 포함), 메타분석 7편 ○ 주요결과 - 온 감지역치: 건강대조군 대비 BMS 환자에서 유의하게 증가(ES=0.684, p<0.001) - 냉 감지역치: 건강대조군 대비 BMS 환자에서 유의하게 감소(ES=-0.580, p<0.001) 																																				

1저자(연도)	제목
결론	BMS는 열 감각 역치 변화(온감지 둔화, 냉감지 과민)를 보이며, 이는 소섬유신경병증 병태생리와 부합함. 다만 연구 프로토콜의 다양성, 보고 불완전성의 한계가 있음

BMS, burning mouth syndrome; CFS, chronic fatigue syndrome; CIPN, chemotherapy-induced peripheral neuropathy; COVID-19, coronavirus disease-19; C/HEPs, cold/heat-evoked potentials; DSPN, diabetic sensorimotor polyneuropathy; ES, effect size; IENFD, intraepidermal nerve fiber density; ME, myalgic encephalomyelitis; SFN, small fiber neuropathy; QST, quantitative sensory test

1.5 기존 의료기술평가

본 검사의 의료기술평가는 확인되지 않았다.

2. 평가목적

본 평가의 목적은 ‘정량적 감각기능 검사-전류인지역치’에 대한 사용대상과 평가도구에 대한 근거를 검토하여 임상 현장에서의 적절한 사용을 지원하기 위한 정보를 제공하기 위함이다.

1. 개요

본 평가는 정량적 감각기능 검사의 임상적 유용성에 대한 정보를 제공하기 위해 “정량적 감각기능 검사 공동 소위원회(이하 ‘소위원회’)”의 논의를 거쳐 평가 방법을 확정하였다.

정량적 감각기능 검사의 대상 환자는 건강보험심사평가원 고시(보건복지부 고시 제2005-89호, 2005.12.22.)에서 ‘말초신경염 환자’로 규정되어 있으나, 임상에서는 말초신경염과 말초신경병증을 혼용해 사용하고 있고, 출판된 문헌에서도 대부분 ‘말초신경병증’으로 기술하고 있다. 이에 본 평가에서는 소위원회 논의를 거쳐 ‘말초신경병증 환자’로 대상자를 정하고 검토하였다.

소위원회에서는 기존 신경전도검사가 질환의 중증도 및 만성 정도를 평가하는 데 활용되는 반면, 정량적 감각기능 검사는 신경섬유의 손상 여부를 평가하는 검사로 두 검사가 상호보완적으로 사용된다고 보았다. 이에 따라 신경전도검사와의 직접적인 비교보다는 교과서 및 국내외 임상진료지침을 체계적으로 검토하여 동 검사의 임상적 유용성을 확인하는 것이 타당하다고 판단하였다.

자세한 평가방법은 아래와 같으며, 본 보고서에서는 정량적 감각기능 검사-전류인지 역치의 임상적 유용성에 대한 결과를 포함하였다.

1.1 핵심질문

다음의 핵심질문을 기반으로 재평가를 수행하였다(표 2.1).

- 정량적 감각기능 검사-전류인지역치는 말초신경병증에서 감각신경 기능을 평가하는 데 임상적으로 효과적인가?

표 2.1 문헌검색 개요

구분	세부내용	
대상 환자	말초신경병증 환자	
중재검사	정량적 감각기능 검사 [진동역치], [온도역치], [전류인지역치], [통증역치]	
비교검사	해당없음	
결과지표	안전성	해당없음
	효과성	-임상적 유용성 · 감각신경 손상 유무와 손상 정도 등
연구유형	교과서, 임상진료지침	

1.2 문헌검색

1.3.1 교과서

소위원회의 논의를 통해 신경학(2024), 신경근육질환(2023), 당뇨병학(2023), 재활의학(2020) 총 4편의 교과서를 선정하여 검토하였다.

표 2.2 검토 대상 교과서

목록	발행연도	발행기관
신경학	2024	대한신경과학회
신경근육질환	2023	대한신경근육질환학회
당뇨병학	2023	대한당뇨병학회
재활의학	2020	대한재활의학회

1.3.2 임상진료지침

임상진료지침은 국내외 관련 주요 데이터베이스를 이용하여 ‘neuropathy’, ‘quantitative Sensory’, ‘QST’, ‘vibration’, ‘thermal’, ‘current/current perception’, ‘electrical’, ‘pain’, ‘threshold’ 등 각 검사의 주요어를 조합해서 검색하였고, 데이터베이스에서 검색된 임상진료지침은 소위원회의 논의를 통해 확정하였다(표 2.3).

표 2.3 임상진료지침 검색원

DB	URL 주소
대한신경과학회	https://renew.neuro.or.kr/kr/intro
대한신경근육질환학회	https://www.knmd.or.kr/index.php
대한당뇨병학회	https://www.diabetes.or.kr/
대한재활의학회	https://www.karm.or.kr/
임상진료지침 정보센터(KoMGI)	https://www.guideline.or.kr
GIN	https://g-i-n.net/international-guidelines-library
Guideline Central	https://www.guidelinecentral.com/
National Institute for Health and Care Excellence (NICE)	https://www.nice.org.uk/guidance
Trip Medical Database	https://www.tripdatabase.com/
National Guideline Clearinghouse (NGC)	https://archive.org/details/guidelinesgov
SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network)	www.sign.ac.uk
WHO Guidelines	http://www.who.int/publications/guidelines/en/

1. 교과서 검토 결과

1) 신경학(대한신경학회, 2024)

정량감각각기능검사(QST)는 신경전도검사의 단점을 보완하기 위해 무수신경섬유나 얇은 수초 신경섬유의 기능을 평가하는 검사를 추가로 할 수 있다. QST는 진동감각, 냉·온감각, 열통각의 역치를 측정하는 검사로 환자의 피부에 각각의 자극을 다양한 강도로 올리거나 내리면서 환자가 자극을 인지하는 최소 역치를 구해 정상범위에서 벗어났는지 평가한다. 신경전도검사로는 확인이 어려운 A δ 와 C신경섬유의 기능을 확인할 수 있으며 중추신경계 질환에 의한 신경병통증의 평가도 가능하다. 그러나 환자의 반응에 절대적으로 의존해야 하기 때문에 환자가 집중하여 검사에 응하지 않을 경우 신뢰하기 어렵고 피병인 경우 이를 감별하기 어렵다.

신경전도검사는 A β 신경섬유처럼 직경이 큰 신경의 기능만 측정하므로, A δ /C 신경섬유와 같이 직경이 작고 수초화되어 있지 않은 신경섬유의 손상만 유발하는 소섬유신경병증(small fiber neuropathy)은 신경전도검사에 이상이 나타나지 않는다. 따라서 소섬유신경병증을 진단하기 위해 사용되는 대표적인 전기진단검사로는 A β 신경섬유와 A δ ·C 신경섬유의 기능을 각각 평가할 수 있는 정량적 감각각기능 검사(QST)와 땀분비 기능을 측정하는 정량적 발한 축삭 반사검사(quantitative sudomotor axon reflex test, QSART)가 있다.

2) 신경근육질환(대한신경근육질환학회, 2023)

당뇨병 신경병증(diabetic neuropathy)은 망막병증, 신병증과 함께 당뇨병의 대표적인 합병증이다. 당뇨병 신경병증의 유병률은 많게는 50%까지 보고되어 있으며, 당뇨병의 유병률이 증가하면서 당뇨병 신경병증도 증가하는 추세이다. 당뇨병 신경병증은 침범된 양상에 따라 전신에 대칭으로 증상이 발생하는 당뇨병다발신경병증(Diabetic polyneuropathy), 소섬유신경병증 등이 있다.

이 중 소섬유신경병증은 큰신경섬유를 침범하지 않고 소신경섬유만 침범하여 신경병통증과 자율신경 이상 증상이 주증상이며, 당뇨병다발신경병증의 대표적인 초기 형태이다. 당뇨병 환자뿐 아니라 포도당내성장애 환자에서도 소섬유신경병의 위험도가 증가한다. 통증은 주로 발가락부터 시작하여 진행하며, 통증감각과 온도감각이 감소된다. 근력, 깊은힘줄반사, 진동감각, 고유감각은 정상으로 유지된다. 신경전도검사에서는 이상이 나타나지 않기 때문에 피부생검을 통한 표피내(Intraepidermal) 신경밀도를 측정하거나 정량적 감각각기능 검사, 정량적 발한 축삭 발사검사, 각막 공초점현미경 검사 등을 통해 소신경섬유의 상태를 평가할 수 있다. 토론토 전문가 회의에서 제시한 소섬유신경병증의 진단 기준은 다음과 같다.

- 가능진단: 발부터 시작한 소신경섬유가 손상된 증상 또는 징후가 있을 때
- 추정진단: 소신경섬유가 손상된 증상과 징후가 있고 신경전도검사가 정상일 때
- 확정진단(Confirmed diagnosis): 소신경섬유가 손상된 증상과 징후가 있고 신경전도검사가 정상이면서 표피내신경밀도가 감소하거나 정량적 감각기능 검사 시 발에서 온도감각의 역치가 낮아졌을 때

3) 당뇨병학(대한당뇨병학회, 2023)

당뇨병 신경병증은 진단명이 아니고 임상증후군으로, 당뇨병 말초신경병증은 당뇨병 환자에서 골관절염이나 비타민B12 결핍증과 같은 다른 원인의 신경병증을 제외한 말초신경장애의 증상과 징후가 있는 상태로 정의한다. MNSI 등 비교적 간편한 선별검사로 신경병증 동반 여부를 판단해 볼 수 있다. 당뇨병 신경병증은 통증섬유, 운동신경, 자율신경 등 모든 신경을 포함하므로 임상 양상과 침범 범위가 아주 다양하다. 그러므로 감각기능, 운동기능 및 자율신경기능 등을 모두 포함하는 임상적 평가를 해야 하며, 임상 양상이 비특이적이거나 애매한 경우에는 여러 가지 검사를 이용해서 이를 확인하거나 정량화해야 한다. 당뇨병 신경병증에 대한 San Antonio 회의에서 당뇨병 신경병증은 임상징후, 임상증상, 정량적 감각기능 검사, 자율신경 검사와 전기생리학적 진단 검사 가운데 적어도 한 가지 이상의 비정상 결과를 가진 경우로 정의하였다.

당뇨병 말초신경병증의 감각신경에 대한 이상을 진단하기 위한 검사법에는 임상적 감각기능 검사, 정량적 감각신경 검사 및 전기생리학 검사가 있다. 임상적 감각기능 검사는 외래에서 쉽게 사용할 수 있는 도구를 이용한 검사들로서 10g 모노필라멘트 검사, 128Hz 진동자를 이용한 진동감각 검사, 해머를 이용한 발목반사 검사, 솜과 같이 가벼운 물체를 이용한 촉각 검사, 핀 등을 이용한 통증유발 검사 등이 있으며 당뇨병 신경병증의 정도와 상관관계가 있고 재현성이 높다. 신경전도검사는 말초신경기능의 감소를 보여주지만 당뇨병 신경병증의 심한 정도와 상관관계를 보여주지 않고, 임상 현장에서 일상적인 검사로서 적합하지 않아 주로 연구 목적이나 특수한 질환의 감별진단을 위해 활용하고 있다. 당뇨병 신경병증 환자의 피부신경 변화를 피부생검으로 측정할 수 있으며, 진피의 피하신경 수의 변화와 진피에서 표피로 진행되는 신경 수의 변화로 증상의 진행 정도와 치료에 대한 반응을 평가하는 데 매우 유용하다.

정량적 감각신경 검사는 당뇨병 신경병증의 존재 유무를 정량적으로 평가할 수 있고, 기능장애 부위의 분포를 알아내고 여러 감각 중에서 주로 어떤 기능이 어느 정도 침범되었는가를 알 수 있는 검사방법으로 당뇨병 신경병증의 존재, 중등도, 자연사 및 유병률의 평가에 중요하다. 정량적 감각신경 검사는 스스로 인식하지 못하는 무증상 당뇨병 신경병증을 가진 환자도 발견할 수 있다. 감각신경 역치의 측정은 반복적이고, 정량적이며, 단계적인 자극을 환자에게 가할 수 있어 임상적인 감각기능 검사보다 더 나은 장점이 있다. 역치의 객관적 검사와 평가를 위해 반복성이 높은 방법으로 검사하여 정상 대조군과 비교 평가한다. 정량적 감각기능의 역치를 평가하는 데 여러 가지 기구들이 사용되는데 이것들은 열, 접촉-압력, 진동감각, 질감과 전기적 자극들을 사용한다. 정량적 감각기능 검사에서 역치에 영향을 주는 요인들로 나이, 비만, 허혈, 피부의 온도, 환자의 인식, 검사실 분위기, 그리고 검사에 대한 불안 등이 있으며 이러한 요인으로 인해 역치가 바뀔 수 있으므로 주의해야 한다.

가. 진동감각역치 검사

큰신경섬유의 보전성과 지각력을 측정하는 검사로 진동감각역치는 정상적으로 하지에서 더 나쁘다. 진동감각역치는 임상적 증상이나 손상 없이도 비정상적으로 나타날 수 있고, 이는 무증상 신경병증을 의미한다. 비정상적 진동감각역치는 아킬레스건 반사의 소실이나 감소와 더 관련 있고, 비정상적인 접촉-압력과 온도역치보다 더 흔하므로 이것이 무증상 신경병증에 더 민감한 지표가 될 수 있다. 증가된 진동감각역치는 발 궤양을 일으키기 쉬우므로 임상적 유의성에 주의를 기울여야 한다. 따라서 진동감각역치는 당뇨병을 가진 환자의 큰신경섬유 손상에 민감하고 임상적으로 유의한 지표로 사용할 수 있다.

나. 온도역치 검사

온도역치는 소신경섬유의 완전성을 반영한다. 변화된 온도역치 때문에 당뇨병 환자가 화상을 입기 쉬우므로 임상적으로 중요하다. 온도역치의 측정에 온감과 냉감을 사용할 수 있고, 온감이 냉감보다 더 민감하다.

다. 전류감각역치 검사

당뇨병 말초신경병증 초기 단계부터 진단을 할 수 있는 검사방법이다. 무수신경섬유, 소신경섬유, 큰신경섬유에 해당하는 전류인 5, 250, 2,000 Hz를 이용하여 감각과민과 지각 감퇴를 진단한다.

4) 재활의학(대한재활의학회, 2020)

전기진단검사는 신경병증의 존재 여부뿐 아니라 병변의 위치, 병리적 기전, 침범된 신경섬유의 종류, 병변의 중증도 및 급·만성도를 평가하는 데 유용하지만, 소신경섬유(Small fiber) 병변으로 인한 감각 및 자율신경계 이상을 평가하는 데에는 제한이 있다. 이에 이러한 한계를 보완하기 위해 QST나 발한검사(Sudomotor test)를 포함한 자율신경계 검사를 추가적으로 시행해야 한다.

2. 임상진료지침 검토 결과

임상진료지침 데이터베이스에서 검색한 결과 총 28편의 관련 지침이 확인되었으며, 이 가운데 QST 관련 내용이 없거나 임상진료지침에 해당하지 않는 15편을 제외하였다. 이후 수기검색으로 1편을 추가하여 총 14편을 정리하였고, 이 목록은 소위원회 논의를 거쳐 최종 확정하였다.

표 3.1 임상진료지침 목록

번호	학회	발행연도	임상진료지침명
1	대한당뇨병학회	2025	당뇨병 진료지침
2	대한당뇨병학회 신경병증연구회	2023	당뇨병신경병증 매뉴얼
3	European Academy of Neurology, European Pain Federation, International Association for the Study of Pain의 Neuropathic Pain Special Interest Group (EAN, EFIC, IASP) (NeuPSIG)	2023	Joint European Academy of Neurology-European Pain Federation-Neuropathic Pain Special Interest Group of IASP guidelines on neuropathic pain assessment*
4	German Society of Neurology (DGN)- Association of Scientific Medical Societies in Germany (AWMF)	2023	Diagnosis and non-interventional therapy of neuropathic pain (AWMF Leitlinie Nr. 030-114)*
5	German Society for Pediatric Neurology (GNP) -Association of Scientific Medical Societies in Germany (AWMF)	2023	Differential diagnosis of acquired and hereditary neuropathies in childhood and adolescence (AWMF Leitlinie Nr. 022-027)*
6	대한당뇨병학회/대한의학회	2022	일차 의료용 당뇨병 임상진료지침
7	Alberta Health Services (AHS)	2019	Chemotherapy Induced Peripheral Neuropathy
8	American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine (AANEM)	2019	Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population: An AANEM consensus statement
9	International Association for the Study of Pain (IASP)	2013	Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus
10	Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ) (Medical Center for Quality in Medicine)	2012	National Care Guideline for Neuropathy in Adults with Diabetes. Summary, Version 2012
11	European Federation of Neurological Societies (EFNS)	2010	EFNS Guidelines on neuropathic pain assessment (revised 2009)
12	European Federation of Neurological Societies (EFNS)	2010	European Federation of Neurological Societies/Peripheral Nerve Society Guideline on the use of skin biopsy in the diagnosis of small fiber neuropathy
13	American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine (AANEM)	2005	Distal symmetrical polyneuropathy definition for clinical research
14	Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology (AAN)	2003	Quantitative sensory testing: Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology

*9번 문헌의 내용이 포함됨

1) 당뇨병 진료지침(2025)

대한당뇨병학회(Korean Diabetes Association)는 당뇨병 말초신경병증의 선별검사로 당뇨병 신경병 증 설문(MNSIQ)과 신경계 진찰(진동감각 검사, 발목반사 검사, 10g 모노필라멘트 검사, 바늘찌름 검사,

온도감각 검사)을 활용할 것을 권고하고 있다(권고수준: 전문가 의견, 제한적 권고). 또한 신경전도검사(NCS)는 말초신경 기능을 가장 정확하고 객관적으로 평가할 수 있는 검사이지만 숙련된 검사자와 검사장비가 필요하여, 임상 양상이 비전형적이고 진단이 확실하지 않아 다른 원인을 배제해야 하는 경우 시행할 수 있다고 언급하였다. 학회는 이러한 신경학적 검사가 검사자와 피검자에 따라 주관적 개입될 가능성이 높다는 한계를 지적하며, 이를 보완하기 위한 방법으로 진동감각·온도감각·통증 등의 감각 역치를 정량적으로 측정하는 정량적 감각기능 검사의 활용 가능성을 제시하였다. 그러나 정량적 감각기능 검사 또한 일정 수준의 주관적 요소가 포함될 수 있음을 언급하고 있다. 이와 함께 학회는 당뇨병 말초 및 자율신경병증의 선별검사와 타 원인 신경병증을 감별하기 위한 정량적 감각기능 검사 및 NCS의 시행이 부적절한 진단과 불필요한 검사로 인한 의료비 증가 위험보다, 당뇨병 신경병증 및 족부 궤양의 발생 지연, 예방, 감소, 입원을 및 사망률 감소 등 임상적 이득이 더 크다고 평가하여, 두 검사의 임상적 활용을 고려할 수 있다고 언급하였다.

2) 당뇨병 신경병증 매뉴얼 (2023)

대한당뇨병학회 신경병증 연구회에 따르면 당뇨병 말초신경병증은 토론토 기준에 따라 가능·유력·확정·불현성의 네 단계로 구분되며, 확정 진단은 신경전도검사 이상 또는 피부생검을 통한 소신경병증의 확인이 필요하다고 제시하였다. 그러나 실제 임상에서는 이러한 검사를 일상적으로 시행하지 않으므로 주로 병력, 증상과 신경학적 징후를 중심으로 진단한다고 언급하였다. 신경학적 검사는 소·대신경섬유 기능을 평가하는 임상적 감각검사(모노필라멘트, 진동자, 반사, 온도·통증감각), 정량적 감각기능 검사, 전기생리학검사로 구성된다.

이 중 정량적 감각기능 검사는 온도·진동·전류·압력 등 감각 역치를 수치화하여 감각 손상 정도를 객관화할 수 있으며, 신경전도검사에서 확인되지 않는 소신경섬유의 이상을 파악하는 데 도움이 된다고 하였다. 비침습적이라는 장점이 있으나 검사 과정에 주관성이 개입될 수 있고, 환자의 정서·혈조도, 나이·성별, 체형, 흡연·음주력 등에 따라 결과가 달라질 수 있으며 연구 간 민감도·특이도 편차가 있어 검사 표준화와 정상 참고치 확립이 필요하다고 언급하였다.

정량적 감각기능 검사 중 진동감각역치는 플라스틱 소식자가 부착된 진동자를 제1중족골·경골·제2중족골에 직각으로 대어 진동의 출현과 소실점을 반복 측정해 평균값을 구하며, 연령별 정상범위로 해석한다. 이는 주로 대신경섬유 기능을 반영하며, 임상 증상이 없더라도 비정상 결과가 나타날 수 있어 불현성 신경병증을 시사할 수 있다. 진동감각역치 감소는 족부 궤양의 중요한 위험인자로 알려져 있다. 온도감각역치는 냉·온롤러를 통해 소신경섬유 손상을 평가하며, 특히 온감이 냉감보다 더 민감하며, 온감 역치 상승은 화상 위험 증가와 관련이 있어 임상적으로 중요하다고 언급하였다.

3) Joint European Academy of Neurology - European Pain Federation - Neuropathic Pain Special Interest Group of the International Association for the Study of Pain guidelines on neuropathic pain assessment (2023)

유럽신경학회(European Academy of Neurology), 유럽통증연맹(European Pain Federation), 국제

통증연구협회(International Association for the Study of Pain, IASP)의 신경병증성 통증 그룹(Neuropathic Pain Special Interest Group) 연합의 신경병증성 통증 평가 지침에서 정량적 감각기능 검사는 표준화된 기계적, 열적 자극(바늘 찌르기 자극, 가벼운 접촉, 압력 통각계, 정량적 열 검사 등)을 사용하여 말초신경과 중추신경계의 감각 결손과 기능 회복을 평가하고 정량화할 수 있다고 제시하였다. 또한 14개의 연구를 검토한 결과, 정량적 감각기능 검사의 민감도와 특이도를 제시한 연구를 찾기 어려웠는데 이는 비교할 다른 참조 표준검사가 없기 때문에 민감도와 특이도를 평가할 수 없었고, 신경병증성 통증을 진단하는 기준의 일부로 사용하고 있으며, 정량적 감각기능 검사 없이 진단을 내릴 수 없는 검사의 위치를 반영한 결과로 해석하였다. 즉, 정량적 감각기능 검사는 참조표준검사의 일부로 신경병증성 통증 환자에서 체성감각신경계(Somatosensory nervous system) 손상을 평가하는 검사이며, 이전 전문가 의견에 따르면 통증 감각계의 선택적 검사로 사용할 수 있고, 통증성 소섬유 신경병증(Painful small-fibre neuropathy) 환자의 경우 피부 생검(Skin biopsy)의 대안이라고 제시하였다. 이에 신경병증성 통증진단에 사용하는 것을 약하게 권고하였다(권고수준: 약하게 권고, 근거수준: 체계적 문헌고찰)

4) Diagnose und nicht interventionelle Therapie neuropathischer Schmerzen (Diagnosis and Non-Interventional Therapy of Neuropathic Pain: last updated 2023)

독일신경학회 공동지침은 정량적 감각기능 검사를 신경병증성 통증 진단 시, 병력 및 임상검사와 병용하여 할 수 있는 보조적 진단검사로 권고하고 있다. 정량적 감각기능 검사는 열, 기계적 자극에 대한 감각역치 변화를 정량화함으로써 소섬유신경병증 등에서 감각이상의 객관적 평가에 유용하지만, 검사결과가 피검자의 협조도에 영향을 받으며 단독 진단검사로의 활용 근거는 제한적이라고 하였다. 다만 정량적 감각기능 검사는 신경병증성 통증을 병태생리적 이해와 맞춤형 치료전략을 수립하는 데 기여할 수 있는 정밀 진단검사로 평가된다고 언급하였다.

5) Differential diagnose der erworbenen und hereditären Neuropathien im Kindes- und Jugendalter (Differential diagnosis of acquired and hereditary neuropathies in childhood and adolescence (ver. 2.0): last updated 2023)

독일 의과학학회연합(AWMF) 공동지침은 소아 신경병증 환자에서 통증과 온도에 관여하는 얇은 섬유가 손상되는 소섬유신경병증이나 자가면역신경병증이 의심되는 경우, 정량적 감각기능 검사의 시행을 보조적 진단검사로 권고하고 있다(전문가 합의수준: 8/10). 정량적 감각기능 검사는 열 및 기계적 자극에 대한 감각, 통증 역치를 정량화하여 감각신경의 기능적 손상 정도를 객관적으로 평가할 수 있는 비침습적 검사이며, 6세 이상 소아에서도 유효성이 검증된 검사법으로 제시하였다. 다만 검사결과는 피검자의 협조도와 검사자의 숙련도에 영향을 받으므로 표준화된 절차와 연령별 기준치를 고려하여 해석할 필요가 있다고 명시하였다.

6) 일차 의료용 당뇨병 임상진료지침 (2022)

대한의학회는 당뇨병 신경병증에서 신경학적 검사는 검사자와 피검자에 의해 결과가 주관적일 가능성이 높으며, 이러한 한계점을 보완하고자 진동감각, 온도감각, 통증역치를 측정하는 정량적 감각기능 검사가 이용될 수 있지만, 이 검사방법도 어느 정도 주관적인 면이 있을 수 있다고 언급하였다.

7) Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy (2019)

캐나다 앨버타주 보건청(Alberta Health Services, AHS) 산하 Alberta Provincial Palliative Care Tumour Team에서 개발한 임상진료지침에서는 성인 암 환자에서 화학요법 유발 말초신경병증 (Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy, CIPN) 을 평가할 때 정량적 감각기능 검사가 감각 손상(Sensory impairment)을 객관적으로 정량화하고 평가할 수 있는 방법으로 제시하였다. 다만, 단독으로 임상적 의사결정에 활용하기에는 신뢰도(Reliability)가 충분하지 않으며, 보조적 평가도구(Adjunct tool)로서 모노필라멘트 보호감각검사(Monofilament protective sensation testing), 반사검사 (Reflex testing), 진동감각검사(Vibration sensation testing), 온도감각검사(Temperature testing), 근력검사(Manual muscle testing of affected area)를 병행할 것을 언급하였다.

8) Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population An AANEM consensus statement (2019)

미국 신경근 및 전기진단 의학 협회(American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine)는 작은 신경섬유의 검사에서 컴퓨터를 이용한 정량적 감각기능 검사는 온도와 통증 인지를 평가하는 데 사용할 수 있으며, 6세 어린이에게서도 재현 가능한 결과가 나타났다고 언급하였다. 또한 6세에서 17세 사이의 건강한 어린이를 대상으로 손과 발에서 냉감, 따뜻함, 냉통, 열통 및 진동 감각 감지 역치의 값을 결정했다고 언급하였다.

9) Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus (2013)

국제통증연구협회(International Association for the Study of Pain)는 정량적 감각기능 검사(QST)는 건강한 피험자와 환자의 통제된 자극에 대한 체성감각 기능을 정량화하는 데 사용되는 정신물리학적 방법으로서, 정량적 감각기능 검사는 임상 실무 및 연구에서 널리 사용되는 청력 또는 시각의 정량적 평가와 유사하지만, 여러 가지 이유로 임상들의 사이에서 널리 받아들여지지 않았으며, 특히 정량적 감각기능 검사 수행 기준, 잠재적 유용성 및 결과 해석에 대한 정보가 부족했기 때문이라고 언급하였다. 연구 결과, 체성감각결손 평가 및 모니터링, 특히 당뇨병 및 소섬유신경병증에서 정량적 감각기능 검사의 유용성이 확인되었으며, 유발통증, 기계적 및 열적 이질통 또는 통각과민(Mechanical and thermal allodynia or hyperalgesia), 감각신경병증 진단에도 정량적 감각기능 검사가 유용할 것으로 예상하였다. 유망한 응용 분야로는 대규모

임상 시험에서의 유발통증 평가와 조건부 통증 조절 연구가 있다. 임상 실무에서는 소섬유 및 대섬유 신경병 증 선별, 체성감각결손 모니터링, 유발통증, 이질통 및 통각과민 모니터링에 정량적 감각기능 검사를 사용할 것을 권장하며, 신경병증성 통증 진단을 위한 단독 검사로는 권장되지 않는다. 건강한 피험자와 환자에게 정량적 감각기능 검사를 시행할 때는 미리 정의된 표준화된 자극 및 지침, 검증된 검사 알고리즘, 그리고 해부학적 부위, 연령 및 성별에 맞게 보정된 기준값을 사용할 것을 권장한다. 결과 해석은 항상 임상적 맥락을 고려해야 하며, 언어 및 인지 장애, 불안 등이 있는 환자는 정량적 감각기능 검사 시행 대상이 될 수 없다. 적절한 기준을 적용하면 정량적 감각기능 검사는 체성감각계의 기능적 상태에 대한 중요하고 고유한 정보를 제공할 수 있으며, 기존 임상 방법을 보완할 수 있다.

당뇨병 신경병증에서 정량적 감각기능 검사의 민감도와 특이도는 임상 검사 또는 신경전도검사와 비교되었다. 연구에 따르면 열 검사의 민감도는 신경병증의 심각도에 따라 다양했으며(예: 냉증의 경우 27~98%, 온증의 경우 22~98%), 진동 검사는 민감도가 58~84%, 특이도가 51~86%였다. Semmes Weinstein 모노필라멘트 검사는 민감도가 57~93%, 특이도가 75~100%였다. 소섬유신경병증에서 열 검사의 민감도는 임상 검사 및 피부 생검과 비교하여 36~100% 범위로 나타났지만, 소섬유신경병증 진단 기준은 이러한 연구들 간에 균일하지 않았다. 열 역치는 일반적으로 피부 생검 샘플의 표피내 신경 섬유 밀도와 상관관계가 있었으며, 한 연구에서 표피내 신경 섬유 밀도 감소에 대한 정량적 감각기능 검사의 양성 예측도는 최대 93%였다. 신경병증성 통증, 구강 안면 통증 및 장기간 근골격계 통증 상태에서 정량적 감각기능 검사는 일상적인 임상검사에서도 이상이 발견되지 않은 환자에서 열통증 및 진동 장애를 감지할 수 있었다. 예를 들어, 전형적인 신경근병증이 없는 요통 환자에서 하지 진동 기능장애가 47% 발견되었고, 비정형 안면 통증 환자에서 체온 검사를 통해 55%의 열적 이상이 발견되었다. 한 후향적 연구에서는 통증성 외상성 신경병변이 있는 32명의 환자를 대상으로 침상감각검사와 열 및 기계적 정량적 감각기능 검사의 개별 결과 간의 관련성을 평가했는데, 이 연구에서 촉각을 감지하는 경우 정량적 감각기능 검사와 침상검사 간에 동일한 개별 결과가 보고된 환자는 48%에 불과했지만, 냉감(54%)과 온감(58%)을 감지하는 경우 더 나은 일치도를 보였다. 이러한 데이터는 침상감각검사와 정량적 감각기능 검사의 개별 결과가 반드시 동일하지는 않지만 상호 보완적인 것으로 간주해야 함을 보여주었다. 한 가지 이유는 정량적 감각기능 검사의 공간 해상도가 제한적이기 때문일 수 있으며, 정량적 감각기능 검사는 좁은 검사 영역에만 초점을 맞추는 반면, 침상감각검사는 전통적으로 감각 증상의 전체 영역을 탐색하므로, 정량적 감각기능 검사의 정확한 영역을 선택하는 것은 결과를 정확하게 해석하는 데 매우 중요하다고 제시하였다.

10) Nationale VersorgungsLeitlinie Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenenalter. Kurzfassung (National Care Guideline for Neuropathy in Adults with Diabetes) (2012)

독일연방의사협회 및 독일의사협회 연합(Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin, ÄZQ)는 성인의 당뇨병 신경병증 지침에서 원인이 불분명하거나 치료에 반응하지 않는 통증의 경우, 경험있는 의료진이 기초검사를 하도록 권고하고 있다. 다만, 초기 임상검사 및 신경생리학적 검사 등의 기초검사로 당뇨병 신경병증 진단을 확진할 수 없는 경우는 신경전도검사, 정량적 감각기능 검사(진동계 포함) 등을 사용할

수 있다고 제시하였다.

11) EFNS guidelines on neuropathic pain assessment revised (2010)

유럽 신경학회연맹(EFNS)은 정량적 감각기능 검사를 신경병증성 통증 평가 시, 침상감각검사(bedside sensory testing)와 병행하여 활용할 수 있는 보조적 진단검사로 제시하였다. 검사의 이점은 감각 프로파일을 체계적으로 문서화하고 이질통(allodynia), 과민통(hyperalgesia)과 같은 양성 감각이상을 정량적으로 평가하는 데 유용한 검사로 평가하였다. 다만 비신경병증성 통증(류마티스관절염, 섬유근통 등)에서도 이상이 관찰될 수 있으나 평가방법, 대상 환자군의 이질성이 커 진단적 검사로서의 신뢰성은 제한적이라고 언급하였다. 따라서 정량적 감각기능 검사는 단독 사용이 아닌 보조적 검사로 권고하며, 감별진단 목적의 사용은 근거가 불충분하나(전문가 합의수준: Good Practice Point), 이질통, 과민통 등의 치료효과를 정량적으로 평가하는 목적에서는 권고하였다(권고수준: Grade A, 근거수준: 높음).

12) European Federation of Neurological Societies/Peripheral Nerve Society Guideline on the use of skin biopsy in the diagnosis of small fiber neuropathy (2010)

유럽 신경학회연맹(EFNS), 말초신경학회(Peripheral Nerve Society)의 공동지침은 소섬유신경병증 진단에서 피부생검을 통한 표피내신경섬유밀도 측정을 표준진단법으로 권고하였다(권고수준: Level A). 또한 정량적 감각기능 검사는 열감각 및 통각 역치 측정을 통해 C섬유 및 Aδ섬유 기능을 평가하며, 표피내신경섬유밀도(IENF)와 유의한 상관성을 보여 보조적 역할로 제시하였다(권고수준: Level A). 다만, 감각유형별(냉감, 온감, 열통 등) 세부항목과의 상관성은 제한적이며(Level C), 피부생검 및 임상소견과 종합적으로 해석할 것을 제시하였다.

13) Distal symmetrical polyneuropathy definition for clinical research (2005)

미국 신경근육전기진단의학회(American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine)는 원위대칭다발신경병증(distal symmetrical polyneuropathy)의 임상연구를 위한 합의기준에서 정량적 감각기능 검사는 연구간 결과의 변동성과 검사방법의 표준화 부족으로 인해 진단 정의에 포함하지 않았다(근거수준: 불충분). 정량적 감각기능 검사는 말초감각신경 기능 평가에 활용 가능하나 진단정확도에 대한 근거가 불충분하여 보조적 평가로만 고려할 수 있으며, 향후 소섬유신경병증 진단에서의 유용성 검증이 필요하다고 제시하였다.

아래의 <표 3.2>는 각 임상진료지침의 내용을 요약하였다. 정량적 감각기능 검사에 대한 언급이 있는 15편 중 총 8편에서 동 기술의 권고에 대한 내용을 확인할 수 있었다.

14) Quantitative sensory testing: Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology (2003)

미국신경과학회(American Academy of Neurology)는 정량적 감각기능 검사 시스템 간의 차이로 인한 시스템의 정상값을 다른 시스템으로 전치할 수 없으며, 결과의 재현성 또한 중요한 문제였으며, 결과를 어떻게 정의해야 하는지에 대한 합의는 아직 없다고 언급하였다. 저자들은 특정 질환을 평가하는 데 있어 정량적 감각기능 검사의 효과를 입증하는 적절한 검정력을 갖춘 근거수준 I²⁾ 연구를 확인하지 못했으며, 여러 Class II 및 Class III 연구에서 정량적 감각기능 검사가 당뇨병 신경병증, 소섬유신경병증, 요독증 신경병증, 탈수초성 신경병증 환자에서 소섬유 또는 대섬유 감각 이상을 식별하는 데 유용할 가능성이 있거나, 유용할 가능성이 있음을 보여주었다. 결론적으로, 정량적 감각기능 검사는 임상 및 연구 연구에서 감각 장애를 측정하는 데 잠재적으로 유용한 도구이나, 정량적 감각기능 검사 결과가 병리 진단의 유일한 기준이 되어서는 안 되며, 피병 및 기타 비기질적 요인이 검사 결과에 영향을 미칠 수 있다고 언급하였다.

구체적으로, 진동 및 열 지각 역치를 측정하는 정량적 감각기능 검사는 당뇨병 신경병증 환자의 감각 이상을 기록하는 데 효과적인 도구일 가능성이 높으며(권고수준 B³⁾, Class II), 정량적 감각기능 검사는 당뇨병 신경병증 환자의 종단적 평가에서 감각 역치의 변화를 기록하는 데 유용할 가능성이 높다(권고수준 B, 근거수준 II). 당뇨병 환자에서 신경병증의 임상적 증거가 없더라도 정량적 감각기능 검사 이상을 발견할 수 있다는 데이터는 있지만, 이러한 이상을 가진 환자가 궁극적으로 임상적 신경병증을 발병할 것이라는 신뢰할 만한 전향적 근거는 없어, 정량적 감각기능 검사가 증상이 나타나기 전 신경병증 발견에 유용한지는 입증되지 않았다(권고수준 U). 소섬유신경병증 환자에서는 정량적 감각기능 검사가 열역치 이상을 입증하는 데 유용할 수 있으나(권고수준 C, 근거수준 II, III), 이러한 이상을 입증하는 것의 임상적 유용성은 아직 완전히 규명되지 않았다. 다양한 통증 증후군 환자의 통증 인지 역치 변화를 입증하는 데 정량적 감각기능 검사가 유용할 수 있다는 것을 시사하는 근거는 제한적이며, 이러한 질환의 진단에 있어 정량적 감각기능 검사의 민감도와 특이도는 불분명하다(권고수준 U).

또한, 정량적 감각기능 검사는 화학요법으로 유발된 신경병증으로 인한 감각 이상을 입증하는 데 유용할 수 있으며(권고수준 C, 근거수준 III), 작업장 노출로 인한 신경병증 발생을 모니터링하는 데 정량적 감각기능 검사를 사용하는 것을 뒷받침할 충분한 근거가 없다(권고수준 U). 요독증 환자에서는 정량적 감각기능 검사가 큰 감각 섬유 기능 장애를 식별하는 데 유용할 수 있으며(권고수준 C, 근거수준 II, III), 후천성 또는 유전성 탈수초성 신경병증 환자의 진단 또는 예후에 정량적 감각기능 검사의 유용성은 이용 가능한 Class III 근거가 제한적이기 때문에 입증되지 않았다(권고수준 U). 또한, 심인성 감각 상실 또는 피병 진단에 정량적 감각기능 검사를 사용하는 것을 뒷받침할 충분한 근거가 없다(권고수준 U).

- 2) 근거수준(Class) I: 의심되는 질환을 가진 광범위한 사람들을 대상으로 한 전향적 연구에서 얻은 증거로서, 사례 정의에 "골드 스탠다드"를 사용하고, 검사는 맹검 평가 방식으로 적용되며, 적절한 진단 정확도 검사의 평가가 가능한 경우
- 근거수준(Class) II: 의심되는 질환을 가진 소수의 사람들을 대상으로 한 전향적 연구 또는 확진된 질환(표준 치료법)을 가진 광범위한 사람들을 대상으로 한 잘 설계된 후향적 연구에서 얻은 증거로서, 광범위한 대조군과 비교하고, 검사는 맹검 평가 방식으로 시행되며, 적절한 진단 정확도 검사의 평가가 가능한 경우
- 근거수준(Class) III: 확립된 질환을 가진 사람 또는 대조군이 좁은 범위의 환자로 구성되고, 검사가 맹검 평가 방식으로 적용된 후향적 연구에서 제공된 증거
- 3) Recommendation B: 특정 인구 집단에서 주어진 조건에 대해 유용하거나 예측 가능성이 높음 또는 유용하거나 예측 가능성이 낮음
- Recommendation C: 특정 인구 집단에서 주어진 조건에 대해 유용하거나 예측 가능성이 있거나, 유용하거나 예측 가능성이 없음
- Recommendation U: 데이터가 불충분하거나 상충됨. 현재 지식으로는 검사/예측 도구의 효과가 입증되지 않았음

표 3.2 임상진료지침 요약

연번	학회(연도)	임상진료지침명	대상질환	권고여부	권고수준	근거수준	내용	비고 (전문가/임상 문헌 기반)
1	대한당뇨병학회 (2025)	당뇨병 진료지침	당뇨병 말초신경병증	없음	NA	NA	<ul style="list-style-type: none"> • QST는 감각역치(진동, 온도, 통증 등)를 정량적으로 측정하는 보조적 검사로 제시 • NCS는 말초신경 기능을 가장 객관적으로 평가할 수 있는 검사로, 비전형적이거나 진단이 불확실한 경우 시행 가능 • QST·NCS 시행은 진단의 불확실성을 해소하고, 족부 궤양 예방 및 입원율·사망률 감소 등 임상적 이득이 의료비 증가 위험보다 크다고 평가되어 임상적 활용이 권장됨 	전문가 합의
2	대한당뇨병학회 신경병증연구회 (2023)	당뇨병신경병증 매뉴얼	당뇨병신경병증	없음	NA	NA	QST는 소·대 신경섬유 기능을 수치화해 소신경병증을 평가하는 데 유용하지만, 주관성과 개인차로 인해 표준화가 필요하며 진동·온도감각역치는 불현성 신경병증과 족부 합병증 위험 평가에 활용될 수 있음	전문가 합의
3	EAN, EFIC, IASP (NeuPSIG) (2023)	Joint European Academy of Neurology- European Pain Federation-Neuropathic Pain Special Interest Group of the International Association for the Study of Pain guidelines on neuropathic pain assessment	신경병증성 통증	있음	약하게 권고	NR	신경병증성 통증 진단에 정량적감각기능검사를 사용하는 것을 약하게 권고 (근거수준 기준은 제시하지 않았으나, 체계적 문헌고찰 방법을 사용하였음)	임상문헌 기반
4	DGN-AWMF ¹⁾ (2023)	Diagnosis and non-interventional therapy of neuropathic pain	신경병증성 통증	있음 (S2k)	권고	NR	신경병증성 통증(특히 전기생리검사에서 이상이 없거나 소섬유신경병증 또는 중추경로 침범이 의심되는 경우) 환자에서 보조적 진단검사(단독검사 불가)로 사용을 권고함. 전향적 연구 수 제한으로 근거수준은 낮음	전문가 합의
5	GNP-AWMF ¹⁾ (2023)	Differential diagnosis of acquired and hereditary	소아 및 청소년 소섬유신경병증	있음 (S2k)	권고	NR	소아, 청소년 신경병증에서 통증·온도 인식에 관여하는 얇은 섬유 손상이 의심환자(소섬유신경병증 또는 자가면	전문가 합의

표	학회(연도)	임상진료지침명	대상질환	권고여부	권고수준	근거수준	내용	비고 (전문가/임상 문헌 기반)
		neuropathies in childhood and adolescence	또는 자가면역신경병증				역신경병증)에서 보조적 진단수단으로 시행 권고. 임상적 유효성은 있으나 근거는 제한적	
6	대한의학회 (2022)	일차 의료용 당뇨병 임상진료지침	당뇨병신경병증	없음	NA	NA	검사방법이 어느 정도 주관적인 면이 있을 수 있음	전문가 합의
7	AHS (2019)	Chemotherapy Induced Peripheral Neuropathy	성인 암 환자	없음	NA	NA	항암제 유발 말초신경병증(CIPN) 평가 시 QST를 감각 손상을 객관적으로 정량화하는 보조적 도구로 제시함. 다만 단독 사용의 신뢰도는 낮아, 모노필라멘트검사, 반사검사, 진동·온도감각검사, 근력검사 등과 병행 평가를 권고함	리뷰문헌 기반
8	AANEM (2019)	Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population: An AANEM consensus statement	작은 신경섬유	없음	NA	NA	컴퓨터를 이용한 QST는 온도와 통증 인지를 평가하는데 사용할 수 있으며, 6세 어린이에게서도 재현 가능한 결과가 나타남	임상문헌 기반
9	IASP (2013)	Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus	신경병증성 통증	없음	NA	NA	소섬유 및 대섬유 신경병증 선별, 체성감각 결손 모니터링, 유발통증, 이질통 및 통각과민 모니터링에 QST를 사용할 것을 권장하며, 신경병증성 통증 진단을 위한 단독 검사로는 권장되지 않음	임상문헌 기반
10	ÄZQ (2012)	National Disease Management Guideline for Diabetic Neuropathy in Adults	당뇨병신경병증	없음	NA	NA	당뇨병신경병증 환자는 통증 진단을 기초 검사로 (모노 필라멘트 검사, 감각검사 등) 권고하였고, 정량적감각기능검사를 선택적으로 사용할 수 있음을 제시	임상문헌 기반
11	EFNS ²⁾ (2010)	EFNS guidelines on neuropathic pain assessment (revised 2009)	신경병증성 통증	있음	Good Practice Point	Class IV	감별진단 목적: 침상 감각 검사와 병행하여 감각 프로파일을 문서화하는 데 활용할 수 있음. 다만 비신경병증성 통증에서도 이상이 보고될 수 있어 감별진단을 위한 단독 검사로는 불충분함	전문가 합의
					Level A	Class I-II	치료효과 평가 목적: 이질통 및 과민통에 대한 치료효과를 정량적으로 평가하는 데 유용함. 통증 요소에 대한 치료반응 차이를 확인하는 데 도움될 수 있음	임상문헌 기반

연도	학회(연도)	임상진료지침명	대상질환	권고여부	권고수준	근거수준	내용	비고 (전문가/임상 문헌 기반)
12	EFNS ²⁾ (2010)	Guideline on the Use of Skin Biopsy in the Diagnosis of Small Fiber Neuropathy	소섬유신경병증	있음	Level A	Class I-II	열감각, 통각 역치를 이용한 정량적 감각기능 검사와 IEFND 간의 상관성은 인정됨	임상문헌 기반
					Level C	Class III-IV	감각 유형별(냉감, 온감, 열통 등) 제한적 근거	임상문헌 기반
13	AAN, AAEM, AAPM&R ²⁾ (2005)	Distal symmetrical polyneuropathy: definition for clinical research	원위대칭다발 신경병증	있음	Level U	Class IV	정량적 감각기능 검사는 심리물리학적 감각 검사로 감각신경 기능 평가에 활용 가능하나, 연구 간 일관성 부족 및 표준화 미흡으로 진단 정의에 포함하지 않음	임상문헌 기반
14	AAN ²⁾ (2003)	Quantitative Sensory Testing – Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology	당뇨병신경병증	있음	Level B	Class II	진동 및 열 자극 역치를 측정하는 QST는 당뇨병신경병증 환자의 감각 이상을 기록하는 데 효과적인 도구일 가능성이 높음	임상문헌 기반
			소섬유신경병증	있음	Level C	Class II, III	QST가 열역치 이상을 입증하는 데 유용할 수 있으나, 이러한 이상을 입증하는 것의 임상적 유용성은 아직 완전히 규명되지 않음	임상문헌 기반
			통증 증후군	있음	Level C	Class III	통증 인지 역치 변화를 입증하는 데 QST가 유용할 수 있다는 것을 시사하는 근거는 제한적임	임상문헌 기반

AAN, American Academy of Neurology; AANEM, American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine; AAPM&R, American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation; AAEM, American Association of Electrodiagnostic Medicine; AHS, Alberta Health Services; ÄZQ, Medical Center for Quality in Medicine (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin); AWMF, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.; CIPN, Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy; DGN, German Society of Neurology (Deutsche Gesellschaft für Neurologie); EAN, European Academy of Neurology; EFIC, European Pain Federation; EFNS, European Federation of Neurological Societies; GNP, Gesellschaft für Neuropädiatrie; IASP, International Association for the Study of Pain; NA, not applicable; NCS, Nerve Conduction Study; NeuPSIG-IASP, Neuropathic Pain Special Interest Group - International Association for the Study of Pain; NR, not reported; QST, Quantitative Sensory Testing

1) S2k: 구조화된 공식 합의 절차 기반 권고

2) (권고수준) **Level A:** 확립됨(established). 해당 집단에서 유용하거나 유용하지 않음이 확립된 수준으로, 최소 1개의 설득력 있는 Class I 연구, 또는 최소 2개의 일관되고 설득력 있는 Class II 연구 필요; **Level B:** 아마도(probably) 유용/예측 가능 또는 유용/예측 불가능. 최소 1개의 설득력 있는 Class II 연구 또는 최소 3개의 일관되고 설득력 있는 Class III 연구를 요구함; **Level C:** 특정 모집단에서 주어진 조건에 대해 가능하게(possibly) 유용/예측 가능 또는 유용/예측 불가능. 최소 2개의 설득력 있고 일관되고 설득력 있는 Class III 연구를 요구함; **Level U:** 데이터가 부족하거나 상충됨. 현재 지식을 고려할 때, 검사/예측 변수가 입증되지 않음

(근거수준) **Class I:** 의심되는 질환을 가진 광범위한 스펙트럼의 환자군을 대상으로 한 전향적 연구로, 진단 기준(gold standard)을 사용하고, 검사가 맹검(blinded) 평가로 시행되며, 적절한 진단정확성 검사가 가능한 연구; **Class II:** 의심되는 질환을 가진 좁은 스펙트럼의 환자군을 대상으로 한 전향적 연구, 또는 gold standard로 확인된 광범위한 스펙트럼의 환자군과 광범위한 스펙트럼의 대조군을 비교한 잘 설계된 후향적 연구로, 맹검 평가로 시행되며 적절한 진단 정확도 검사가 가능한 연구; **Class III:** 확진된 환자군 또는 대조군이 좁은 스펙트럼인 후향적 연구로, 맹검 평가로 시행된 연구; **Class IV:** 맹검 평가가 적용되지 않은 연구, 또는 전문가 의견만으로 구성되거나 대조군 없는 기술적 증례연구(case series)

IV

결과 요약 및 결론

1. 평가결과 요약

본 평가는 말초신경병증 환자에서 정량적 감각기능 검사의 효과성을 확인하기 위하여 교과서 및 국내외 임상진료지침을 검토하였으며, 소위원회의 논의를 거쳐 최종적으로 교과서 4편과 임상진료지침 14편을 정리하였다.

1.1 교과서 검토 결과

교과서 4편을 검토한 결과, 정량적 감각기능 검사는 신경전도검사로 평가하기 어려운 가느다란 무수·유수신경섬유(A δ ·C)를 포함한 소섬유의 기능을 객관적으로 정량화하는 검사로 제시하였다. 또한 당뇨병 신경병증이나 소섬유신경병 등에서 무증상 단계의 신경 손상 조기 발견에 유용하며, 신경전도검사의 한계를 보완하는 보조적 검사로 활용된다고 하였다. 검사 항목에는 진동감각역치(대신경섬유 평가), 온도역치(소신경섬유 평가), 전류감각역치(무수·소·대신경섬유 구분 평가)가 포함되며, 신경 손상의 범위와 정도, 기능 변화를 정량적으로 평가할 수 있다고 하였다.

이 중 전류인지역치 검사는 당뇨병 말초신경병증 초기 단계부터 진단을 할 수 있는 검사방법으로 무수신경섬유, 소신경섬유, 큰신경섬유에 해당하는 전류인 5, 250, 2,000 Hz를 이용하여 감각과민과 지각 감퇴를 진단한다고 언급하였다.

1.2 임상진료지침 검토 결과

말초신경병증과 관련하여 총 14편의 임상진료지침을 검토하였다.

대부분의 가이드라인에서는 정량적 감각기능 검사(QST)를 당뇨병(말초)신경병증, 말초신경병증 및 소섬유신경병증(small fiber neuropathy, SFN) 환자의 감각기능 및 신경 손상 정도를 평가하기 위한 보조적 진단검사로 제시하였다. 정량적 감각기능 검사는 진동, 온도, 전류인지, 통증인지 자극에 대한 감각역치를 정량화하여 감각저하·통각감소 등과 같은 음성 감각이상뿐 아니라 이질통(allodynia)·과민통(hyperalgesia) 등의 양성 감각이상을 객관적으로 평가할 수 있는 검사로 제시되었다. 다만, 진동, 온도, 전류인지, 통증인지 자극과 관련된 신경섬유 유형(A β , A δ , C 등)의 구체적 구분 기준은 대부분의 임상진료지침에서 명시적으로 제시되지 않았다. 다수의 임상진료지침에서는 검사자의 숙련도 혹은 피검자의 주관적 반응에 따라 결과가 영향을 받을 수 있어 단독 진단검사로 활용하기에는 한계가 있다고 지적하였다. 이에 정량적 감각기능 검사는 임상 소견과 함께 신경전도검사, 피부생검, 자율신경기능 검사 등과 병행하여

해석해야 하는 보조적 검사로 활용할 것을 제안하였다. 또한 일부 임상진료지침에서는 정량적 감각기능 검사를 통해 감각 역치를 정량화하여 환자의 감각기능 전반의 양상과 패턴을 체계적으로 기록한 감각 프로파일을 문서화할 수 있으며, 이를 기반으로 치료 반응 및 예후 평가에 활용할 수 있다고 제시하였다. 그러나 해당 임상진료지침들에서 정량적 감각기능 검사-전류인지역치에 대하여 구체적으로 언급한 내용은 확인할 수 없었다.

2. 결론 및 제언

의료기술재평가 소위원회에서는 현재 평가 결과에 근거하여 다음과 같이 결과 및 의견을 제시하였다.

정량적 감각기능 검사는 교과서 및 임상진료지침에서 말초신경병증 환자의 감각기능 이상을 확인하는 검사로 제시되고 있다. 특히, 사람마다 통증을 느끼는 정도가 다르고 신경전도검사로 확인하기 어려운 작은 유수초 및 무수초 신경섬유를 측정할 수 있다는 점에서 임상적으로 보완적 가치를 갖는다. 그러나 환자의 주관적 증상을 객관적 수치로 측정할 수 있다는 이점에도 불구하고 개인별 통증의 역치 차이, 장비 간 측정값의 비일관성, 개별 검사들의 낮은 민감도 및 특이도, 그리고 전류인지역치 검사에서 검사자 숙련도에 따른 결과 변동 등 여러 제한점이 있다고 보았다. 이에 소위원회는 동 검사가 단독으로 사용되기보다는 말초신경병증 환자에서 감각신경 이상을 확인하기 위한 상호보완적 검사로 활용할 수 있다는 의견이었다. 또한, 해당 검사방법의 표준화를 위해 연령 및 성별, 인종별 등 인구집단 특이적 참고치 마련과 질환별 검사의 신뢰도 및 타당도에 대한 추가 연구가 필요하다고 제언하였다.

정량적 감각기능 검사-전류인지역치는 특정 주파수별 전류 자극에 대한 감각역치를 측정하는 검사로 환자마다 느끼는 주관적인 증상을 객관적 측정치로 제시할 수 있으나, 단독 검사로 활용하기에는 한계가 있고 현재 해당 의료기기를 생산하지 않아 향후 사용량이 감소할 것이라는 의견이었다.

2026년 제1차 재평가전문위원회*(2026.1.9.)는 소위원회 검토 결과를 바탕으로 ‘정량적 감각기능 검사-전류인지역치’에 대해 심의하였으며, 소위원회의 결론을 원안대로 의결하였다.

*「신의료기술평가에 관한 규칙」(보건복지부령 제1098호, 일부개정, 2025.9.7. 시행) 개정으로 재평가전문위원회가 새로 구성되어 2025년 9월부터 운영되고 있다.



1. 대한당뇨병학회 신경병증연구회. 당뇨병 신경병증 매뉴얼. 제2판. 서울: 대한당뇨병학회; 2023.
2. 대한당뇨병학회. 당뇨병 진료지침 2025. 서울: 대한당뇨병학회; 2025.
3. 대한당뇨병학회. 당뇨병학. 제6판. 서울: 대한당뇨병학회; 2023.
4. 대한신경과학회. 신경학. 제4판. 서울: 일조각; 2019.
5. 대한신경근육질환학회. 신경근육질환. 서울: 도서출판 대한의학; 2023.
6. 대한의학회, 질병관리청. 일차 의료용 근거기반 당뇨병 임상진료지침. 2022.
7. 대한재활의학회. 재활의학. 제6판. 서울: 군자출판사; 2020.
8. 문성수. 당뇨병성 말초신경병증의 진단 및 치료. J Korean Diabetes. 2018;19(3):153-9.
9. 오지영. 말초신경병. 대한내과학회지. 2016;90(5):394-401.
10. 우인숙. 항암제에 의한 말초신경병증의 최신 지견. 대한내과학회지. 2015;88(1):35-7.
11. 조동혁. 진료실에서 할 수 있는 당뇨병 합병증 검사. Journal of Korean Diabetes, 2016;17(4):246-52.
12. 최희훈, 김미은, 김기석. 하악신경영역에서 전류인지역치를 이용한 정량적 감각신경 검사의 재현성 조사. Journal of Oral Medicine and Pain. 2011;36(2):131-137.
13. 편성범, 김현, 유명현, 박영옥. 당뇨병성 신경병증에서 전류지각역치 측정의 임상적 유용성. 대한재활의학회지. 2001;25(3):458-465.
14. Adler AI, Boyko EJ, Ahroni JH, Smith DG. Lower-extremity amputation in diabetes. The independent effects of peripheral vascular disease, sensory neuropathy, and foot ulcers. Diabetes Care. 1999 ;22(7):1029-35.
15. Alberta Health Services (AHS). Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy: Clinical Practice Guideline. Edmonton (AB): Alberta Health Services, CancerControl Alberta; 2019.
16. Backonja MM, Attal N, Baron R, Bouhassira D, Drangholt M, Dyck PJ, et al. Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. Pain. 2013 ;154(9):1807-19.
17. Bandinelli F, Di Carlo M, Colantuono VA, Nozzoli F, Salaffi F, Chiochetti B, et al. Post-COVID-19 Small Fiber Neuropathy as a New Emerging Quality of Life-Threatening Disease: A Systematic Review. Microorganisms. 2025;13(2):328.
18. Beran R. Paraesthesia and peripheral neuropathy. Aust Fam Physician. 2015;44(3):92-5.
19. Choi K, Oh J. Peripheral neuropathy and pain caused by cancer chemotherapy. J Korean Neurol Assoc. 2021;39(1):1-9.
20. Cruccu G, Sommer C, Anand P, Attal N, Baron R, Garcia-Larrea L, et al. EFNS guidelines on neuropathic pain assessment: revised 2009. Eur J Neurol. 2010;17(8):1010-8.
21. Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN). Diagnose und nicht interventionelle Therapie

- neuropathischer Schmerzen. AWMF Leitlinie Nr. 030-114. S2k-Leitlinie, first published 2019, last updated 2023.
22. England JD, Gronseth GS, Franklin G, Miller RG, Asbury AK, Carter GT, et al.; American Academy of Neurology; American Association of Electrodiagnostic Medicine; American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Distal symmetrical polyneuropathy: a definition for clinical research: report of the American Academy of Neurology, the American Association of Electrodiagnostic Medicine, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology*. 2005;64(2):199-207.
 23. German Society of Neurology (DGN). Differential diagnosis of acquired and hereditary neuropathies in childhood and adolescence. Version 2.0. Updated 2023. In: Guidelines for Diagnosis and Therapy in Neurology. Düsseldorf: Association of the Scientific Medical Societies in Germany (AWMF); 2019-2023.
 24. Im KJ, Seo JH, Ko MH, Park SH, Lee NH. The effect of neurography of traumatic peripheral nerve injury in upper extremity. *J Korean EMG Electrodiagn Med*. 2010;12(1):8-13.
 25. Kang PB, McMillan HJ, Kuntz NL, Lehky TJ, Alter KE, Fitzpatrick KF, et al.; Professional Practice Committee of the American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine. Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population: An AANEM consensus statement. *Muscle Nerve*. 2020;61(2):143-55.
 26. Kang S, Kang SM, Choi JH, Ko SH, Koo BK, Kwon HS, et al. 2025 Clinical Practice Guidelines for Diabetes Management in Korea: Recommendation of the Korean Diabetes Association. *Diabetes Metab J*. 2025;49(4):582-783.
 27. Katims JJ, Naviasky EH, Rendell MS, Ng LK, Bleecker ML. Constant current sine wave transcutaneous nerve stimulation for the evaluation of peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1987;68(4):210-213.
 28. Khan C, Abholz HH, Björn E, Gries FA, Haller N, Haslbeck M, et al. Dan. Nationale VersorgungsLeitlinie Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenenalter. Kurzfassung, Version 1.0. *Diabetologie und Stoffwechsel*. 2012;7:243-85.
 29. Kirthi V, Perumbalath A, Brown E, Nevitt S, Petropoulos IN, Burgess J, et al. Prevalence of peripheral neuropathy in pre-diabetes: a systematic review. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2021;9(1):e002040.
 30. Kouri M, Adamo D, Vardas E, Georgaki M, Canfora F, Mignogna MD, et al. Small Fiber Neuropathy in Burning Mouth Syndrome: A Systematic Review. *Int J Mol Sci*. 2024;25(21):11442.
 31. Lauria G, Hsieh ST, Johansson O, Kennedy WR, Leger JM, Mellgren SI, et al.; European Federation of Neurological Societies; Peripheral Nerve Society. European Federation of Neurological Societies/Peripheral Nerve Society Guideline on the use of skin biopsy in the diagnosis of small fiber neuropathy. Report of a joint task force of the European Federation of Neurological Societies and the Peripheral Nerve Society. *Eur J Neurol*. 2010;17(7):903-12.
 32. Lee HE, Shin HY. Small fiber neuropathy. *J Electrodiagn Neuromuscul Dis*. 2018;20(2):77-83.
 33. Madariaga VI, Tanaka H, Ernberg M. Psychophysical characterisation of burning mouth syndrome-A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2020;47(12):1590-605.
 34. Martland ME, Rashidi AS, Bennett MI, Fallon M, Jones C, Rolke R, Mulvey MR. The use of quantitative sensory testing in cancer pain assessment: A systematic review. *Eur J Pain*. 2020;24(4):669-84.
 35. Melai T, Schaper NC, Ijzerman TH, de Lange TL, Willems PJ, Meijer K, et al. Increased forefoot loading is associated with an increased plantar flexion moment. *Hum Mov Sci*. 2013;32(4):785-93.
 36. Rolke R, Baron R, Maier C, Tölle TR, Treede -DR, Beyer A, et al. Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): standardized protocol and reference values. *Pain*. 2006;123(3):231-43.

37. Schlereth T. Guideline "diagnosis and non-interventional therapy of neuropathic pain" of the German Society of Neurology (deutsche Gesellschaft für Neurologie). *Neurol Res Pract.* 2020;10(2):16.
38. Shy ME, Frohman EM, So YT, Arezzo JC, Cornblath DR, Giuliani MJ, et al.; Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Quantitative sensory testing: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 2003;60(6):898-904. Reaffirmed on February 8, 2025.
39. Sierra-Silvestre E, Somerville M, Bisset L, Coppieters MW. Altered pain processing in patients with type 1 and 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of pain detection thresholds and pain modulation mechanisms. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020;8(1):e001566.
40. Truini A, Aleksovskaja K, Anderson CC, Attal N, Baron R, Bennett DL, et al. Joint European Academy of Neurology-European Pain Federation-Neuropathic Pain Special Interest Group of the International Association for the Study of Pain guidelines on neuropathic pain assessment. *Eur J Neurol.* 2023;30(8):2177-96.

1. 위원회 운영

정량적 감각기능 검사 재평가를 위해 기존 의료기술재평가위원회(19인) 및 관련 법령 개정에 따라 새로 구성된 재평가전문위원회(20인)*가 총 2회 개최되었다.

*「신의료기술평가에 관한 규칙」(보건복지부령 제1098호, 일부개정, 2025.9.7. 시행) 개정으로 재평가전문위원회가 새로 구성되어 2025년 9월부터 운영되고 있다.

1.1 2025년 제8차 의료기술재평가위원회

- 회의일시: 2025년 8월 8일
- 회의내용: 재평가 프로토콜 및 소위원회 구성안 심의

1.2 2026년 제1차 재평가전문위원회

1.2.1 재평가전문위원회

- 회의일시: 2026년 1월 9일
- 회의내용: 결론 검토 및 최종 심의

2. 소위원회

정량적 감각기능 검사 공동 소위원회는 명단에서 무작위로 선정한 각 분야 임상전문가 5인(신경과 2인, 내분비내과 2인, 재활의학과 1인)으로 구성하였다. 소위원회 활동은 다음과 같다.

2.1 제1차 소위원회

- 회의일시: 2025년 9월 26일
- 회의내용: 평가방법 논의

2.2 제2차 소위원회

- 회의일시: 2025년 11월 20일
- 회의내용: 최종 보고서 검토, 결론 논의

3. 교과서 및 임상진료지침 목록

연번	서지정보
교과서	
1	대한신경과학회. 신경학(제4판) 서울: 일조각; 2024.
2	대한신경근육질환학회. 신경근육질환. 도서출판대한의학: 2023.
3	대한당뇨병학회. 당뇨병학(제6판). 범문에듀케이션; 2023.
4	대한재활의학회. 재활의학. 서울: 군자출판사; 2020.
국내외 임상진료지침	
1	대한당뇨병학회. 당뇨병 진료지침 2025. 서울: 대한당뇨병학회; 2025.
2	대한당뇨병학회 신경병증연구회. 당뇨병 신경병증 매뉴얼. 제2판. 서울: 대한당뇨병학회; 2023.
3	Truini A, Aleksovska K, Anderson CC, et al. Joint European Academy of Neurology-European Pain Federation-Neuropathic Pain Special Interest Group of the International Association for the Study of Pain guidelines on neuropathic pain assessment. Eur J Neurol. 2023;30:2177-2196. doi:10.1111/ene.15831.
4	Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN). Diagnose und nicht interventionelle Therapie neuropathischer Schmerzen. AWMF Leitlinie Nr. 030-114. S2k-Leitlinie, first published 2019, last updated 2023.
5	German Society of Neurology (DGN). Differential diagnosis of acquired and hereditary neuropathies in childhood and adolescence. Version 2.0. Updated 2023. In: Guidelines for Diagnosis and Therapy in Neurology. Düsseldorf: Association of the Scientific Medical Societies in Germany (AWMF); 2019-2023.
6	대한의학회, 질병관리청. 일차 의료용 근거기반 당뇨병 임상진료지침. 2022.
7	Alberta Health Services (AHS). Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy: Clinical Practice Guideline. Edmonton (AB): Alberta Health Services, CancerControl Alberta; 2019.
8	Kang PB, McMillan HJ, Kuntz NL, Lehky TJ, Alter KE, Fitzpatrick KF, et al. Professional Practice Committee of the American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine. Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population: An AANEM consensus statement. Muscle Nerve. 2020;61(2):143-55.
9	Attal N, Baron R, Bouhassira D, Drangholt M, Dyck PJ, Edwards RR, et al. Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. PAIN®. 2013;154(9):1807-19.
10	C, Khan & HH, Abholz & Ellger, Björn & FA, Gries & N, Haller & M, Haslbeck & P, Hübner & Keller, Jutta & Landgraf, Ruediger & Layer, Peter & Maier, Christoph & N, Marx & B, Meyerrose & Neundörfer, Bernhard & Ollenschläger, Günter & Pannek, Juergen & H, Prange & Richter, Bernd & H, Rietzsch & Ziegler, Dan. Nationale VersorgungsLeitlinie Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenenalter. Kurzfassung, Version 1.0. Diabetologie und Stoffwechsel. 2012;7:243-285. 10.1055/s-0032-1313016.
11	Cruccu G, Sommer C, Anand P, Attal N, Baron R, Garcia-Larrea L, et al. EFNS guidelines on neuropathic pain assessment: revised 2009. Eur J Neurol. 2010;17(8):1010-8.
12	European Federation of Neurological Societies. Peripheral Nerve Society. European Federation of Neurological Societies/Peripheral Nerve Society guideline on the use of skin biopsy in the diagnosis of small fiber neuropathy. Eur J Neurol. 2010;17(7):903-12.

연번	서지정보
13	England JD, Gronseth GS, Franklin G, Miller RG, Asbury AK, Carter GT, et al. Distal symmetrical polyneuropathy: a definition for clinical research. A report of the American Academy of Neurology, the American Association of Electrodiagnostic Medicine, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(1):167-74. doi: 10.1016/j.apmr.2004.09.011.
14	Shy ME, Frohman EM, So YT, Arezzo JC, Cornblath DR, Giuliani MJ, et al. Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Quantitative sensory testing: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology. 2003;60(6):898-904.

발행일 2026. 5. 31.

발행인 이재태

발행처 한국보건의료연구원

이 책은 한국보건의료연구원에 소유권이 있습니다.
한국보건의료연구원의 승인 없이 상업적인 목적으로
사용하거나 판매할 수 없습니다.

ISBN : 979-11-7337-194-3