

Schmerz 2026 · 40:173–179
<https://doi.org/10.1007/s00482-026-00939-4>
 Eingegangen: 12. September 2025
 Angenommen: 12. Februar 2026
 Online publiziert: 13. Mai 2026
 © The Author(s) 2026



Leitlinie zur epiduralen Rückenmarkstimulation bei chronischen neuropathischen Schmerzen

Philipp J. Slotty¹ · Dirk Rasche² · Jan Vesper³

¹ Praxis für Neurochirurgie Prof. Dr. Philipp J. Slotty, Düsseldorf, Deutschland

² Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Lübeck, Deutschland

³ Abt. Funktionelle Neurochirurgie und Stereotaxie, Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

In diesem Beitrag

- Methoden
- Ergebnisse
- Diskussion
- Limitationen
- Schlussfolgerung

Zusammenfassung

Die epidurale Rückenmarkstimulation („spinal cord stimulation“ [SCS]) ist ein reversibles Neuromodulationsverfahren zur Behandlung ausgewählter chronischer, in erster Linie neuropathischer Schmerzen. Die aktualisierte deutsche S3-Leitlinie gibt evidenzbasierte Empfehlungen für den Einsatz der SCS und der Spinalganglienstimulation („dorsal root ganglion stimulation“ [DRG-S]). Neu sind technische Fortschritte und die stärkere Einbindung in die multimodale Schmerztherapie. Die Leitlinie dient dazu, die Versorgung von Menschen mit chronischen Schmerzen durch rationale, wissenschaftlich fundierte Empfehlungen zu verbessern. Es erfolgte eine systematische Literaturrecherche mit Auswertung von Metaanalysen und randomisierten, kontrollierten Studien, wobei einzelne relevante Fallberichte ebenfalls berücksichtigt wurden. Thematisch wurden die Publikationen nach Grundlagen, Indikationen, Methoden, Komplikationen, Qualitätsmanagement und psychosozialem Verlauf ausgewertet. Die Empfehlungen beruhen auf etablierten Evidenzklassifikationen. Wesentliche Neuerungen: Für die diabetische Polyneuropathie besteht gute Evidenz zugunsten der SCS. Für andere Neuropathien zeigen kleinere Studien positive Effekte. SCS gilt als effektivste Therapie bei chronischen postoperativen Rücken- und Beinschmerzen. Auch bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (Stadium 2b und 3) erhält die SCS eine starke Empfehlung. In der Behandlung des komplexen regionalen Schmerzsyndroms ist die DRG-S der SCS überlegen und wird bevorzugt empfohlen. Die Leitlinie richtet sich an alle Berufsgruppen, die an der Versorgung von Schmerzpatienten beteiligt sind, und bietet eine praxisnahe Orientierung für Therapieentscheidungen in der chronischen Schmerzbehandlung.

Schlüsselwörter

Diabetische Neuropathien · Komplexes regionales Schmerzsyndrom · Evidenzbasierte Leitlinie · Neuromodulation · Multimodale Schmerztherapie



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Chronische Schmerzen betreffen 30 % der Weltbevölkerung und stellen eine erhebliche persönliche und wirtschaftliche Belastung dar [1]. Mit Rückenschmerzen, muskuloskeletalen Erkrankungen und Nackenschmerzen sind drei der vier Hauptursachen für behinderungsbedingt verlorene Lebensjahre chronischer Schmerzzustände. Infolgedessen belaufen sich die jährlichen Kosten für chronische

Schmerzen in Europa auf Euro-Beträge in Milliardenhöhe [2]. Chronische Schmerzen können entweder als *neuropathisch* (z. B. nach Nervenverletzungen, Nervenkompression oder bei Stoffwechselerkrankungen) oder als *nichtneuropathisch* (z. B. bei Angina pectoris, arterieller Verschlusskrankheit und Raynaud-Krankheit) klassifiziert werden. Nur 30–40 % der Patienten mit neuropathischen Schmerzen

Tab. 1 Empfehlungsgrad und entsprechende Evidenzhierarchie [46]		
Empfehlungsgrad	Evidenzgrad	Art der Literatur
A	1a	Systematisches Review von RCT
	1b	Mindestens eine RCT
B	2a, b	Systematisches Review vergleichender Kohortenstudien
	3a, b	Systematisches Review von Fall-Kontroll-Studien oder mindestens eine gut konzipierte Kontrollstudie
O	4	Fallserien und unzureichende Fall-Kontroll-Studien, begründete Expertenmeinung
	5	Meinungen ohne explizite kritische Bewertung
Der Empfehlungsgrad und die entsprechende Evidenzhierarchie wurden entsprechend der Art der Publikation (diagnostische Studien bzw. Therapiestudien) festgelegt. Empfehlungsgrad: A starke Empfehlung, B Empfehlung, O unentschiedene Empfehlung. RCT randomisierte, kontrollierte Studie		

können zufriedenstellend medikamentös behandelt werden [3, 4].

Nach Ausschöpfung konservativer Behandlungsoptionen, einschließlich einzelner und kombinierter Ansätze wie Medikation, Physiotherapie und psychologischer/psychotherapeutischer Interventionen, und nach Ausschluss von Kontraindikationen, beispielsweise unzureichend behandelten psychischen Störungen, Suchterkrankungen, ungelösten Konflikten oder Sekundärgewinn, können invasive Techniken wie die Rückenmarkstimulation („spinal cord stimulation“ [SCS]) oder die Spinalganglienstimulation („dorsal root ganglion stimulation“ [DRG-S]) als reversible interventionelle Neuromodulationsverfahren in Betracht gezogen werden [5].

» Invasive Verfahren müssen im Kontext der multimodalen Schmerztherapie evidenzbasiert bewertet werden

Die hohe Prävalenz und Inzidenz chronischer Schmerzen, die Notwendigkeit einer interdisziplinären Behandlung und zahlreiche technische Innovationen im Schmerzmanagement unterstreichen den dringenden Bedarf an einer *evidenzbasierten Bewertung kostenintensiver invasiver Verfahren* im breiteren Kontext der multimodalen Schmerztherapie.

Obwohl die epidurale SCS seit über 50 Jahren angewendet und erforscht wird, wurden erst in den letzten Jahren bedeutende Studien veröffentlicht, die evidenzbasierte Daten zu spezifischen

Indikationen liefern und die Formulierung von Behandlungsempfehlungen ermöglichen. Die vorliegende Übersichtsarbeit basiert auf den aktualisierten deutschen Leitlinien für die Anwendung der SCS, wie sie im Leitlinienregister der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) aufgeführt sind (<https://www.awmf.org/>). Die erste Version der Leitlinie wurde 2013 veröffentlicht und war bis 2015 gültig, was eine dringende Erneuerung notwendig machte. Nach der AWMF-Zulassung im Jahr 2017 wurde das Leitlinienkomitee gegründet und nahm seine Arbeit 2018 auf. Folglich sind Publikationen von 2013 bis 2019 in dieser Leitlinie enthalten.

Die Leitliniengruppe besteht aus Vertretern der aktuellen AWMF-Fachgesellschaften, die ebenfalls Mitglieder des Beirats der Deutschen Schmerzgesellschaft sind, was eine enge Verbindung zum Thema dieser Leitlinie sicherstellt. Die Autoren streben an, die Behandlung von Patienten mit chronischen Schmerzen zu optimieren und eine rationale Grundlage für medizinische Entscheidungen in der Versorgung von Personen mit chronischen Schmerzen zu schaffen.

Methoden

Um die relevante Literatur durch systematische Auswahl und Kombination von Suchbegriffen identifizieren zu können, formulierte das Leitlinienkomitee klinisch relevante Fragen auf der Grundlage des *PICO-Schemas* („patient, intervention, comparison, outcome“/Patient, Intervention, Vergleich, Outcome). Die resultierenden Fra-

gen wurden in folgende Kategorien unterteilt:

1. Pathophysiologie und zugrunde liegender Mechanismus der SCS, Grundlagenforschung
2. Indikationen
3. Methoden, Techniken der DRG-S und SCS
4. Komplikationen, Qualitätssicherung
5. Psychologisches Outcome, Prädiktoren

Die PICO-Fragen führten zur Entwicklung von Suchbegriffen einschließlich

- Begriffen, die sich auf die relevante Gesundheitsbedingung beziehen,
- Begriffen für die bewerteten Interventionen und
- Begriffen für die Arten des Studiendesigns.

Diese Begriffe wurden verwendet, um relevante Literatur in *PubMed*, *Embase* und *der Cochrane Database* zu suchen (letztes Suchdatum: 04.09.2019). Nach Sichtung der Publikationen gemäß dem *PRISMA-Standard* (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; [6]) wurden sie in die fünf oben genannten Themenbereiche kategorisiert, wobei jedes Thema von zwei oder drei Autoren überprüft und bearbeitet wurde.

Randomisierte, kontrollierte Studien (RCT) mit größeren Kohorten wurden bei der Bewertung priorisiert. Einzelne Fallberichte wurden nur dann eingeschlossen, wenn sie klinisch relevante Erkenntnisse lieferten.

Unter Berücksichtigung anderer internationaler und nationaler Leitlinien wurde das Bewertungsschema des *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine* verwendet [46]. Nach einer ersten Evidenzbewertung durch die Autoren wurde die endgültige Bewertung kooperativ während vier Konsensuskonferenzen mit Vertretern relevanter deutscher medizinischer Fachgesellschaften durchgeführt, die im Voraus ihr Interesse an einer Mitwirkung bekundet hatten. Während dieser Treffen wurden Empfehlungen entwickelt (■ Tab. 1).

Die Leitlinie zielt darauf ab, die Behandlung von Patienten mit chronischen Schmerzen zu optimieren, für die die Neuromodulation ein integraler Bestandteil einer *multimodalen Schmerztherapie* sein kann. Für den Erfolg dieser Therapie sind

Tab. 2 Empfehlungen und Evidenzgrade zu den einzelnen PICO-Fragen als Übersicht				
Indikation/Thema	Empfehlung	Empfehlungsgrad	Evidenzgrad	Konsens (%)
Diabetische Neuropathie	SCS und DRG-S gleichwertig anbieten	A	Level 2	100
FBSS (PSPS I/II)	SCS bei postoperativen Rücken-/Beinschmerzen, DRG-S in Einzelfällen	A (SCS) O (DRG-S)	Level 1 (SCS) Level 4 (DRG-S)	> 75
Therapierefraktäre Angina pectoris	SCS anbieten	A	Level 1	100
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	SCS bei Grad 2b/3 nach Fontaine	A	Level 1	100
Frequenzabhängigkeit SCS/DRG-S	Verschiedene Frequenzen testen, externe Überprüfung	A	Level 1 Level 4	> 75
Stimulationsparadigmen	Verschiedene Wellenformen testen	B	Level 2	100
CRPS (generell)	DRG-S anwenden, frühzeitig (< 6 Monaten)	A	Level 2 (DRG-S) Level 4 (SCS)	> 75
CRPS untere Extremität	DRG-S bei CRPS I/II der unteren Extremität	A	Level 1 (DRG-S) Level 2 (DRG-S) Level 4 (SCS)	100
Spinale Hämatome bei SCS	Individuelle Nutzen-Risiko-Bewertung bei Antikoagulation	A	Level 1	100
Intraspinale Hämatome bei DRG-S	Präoperatives Absetzen von Antikoagulanzen	A	Level 2	100
Liquoristel	Intraoperative Liquorpunktion vermeiden	A	Level 2	100
Mechanische Komplikationen	Mechanische Komplikationen häufig (bis 40 %)	A	Level 1	100
Implantatbedingte Infektionen	Infektionsrate 3–6 %	A	Level 1	100
Lebensqualität	SCS/DRG-S verbessert Lebensqualität signifikant	A	Level 2	100
Psychologische Evaluation	Immer präoperativ durchführen	B	Level 2	100

CRPS „complex regional pain syndrome“ (komplexes regionales Schmerzsyndrom), *DRG-S* „dorsal root ganglion stimulation“ (Spinalganglienstimulation), *FBSS* „failed back surgery syndrome“, *PICO* „patient, intervention, comparison, outcome“ (Patient, Intervention, Vergleich, Outcome), *PSPS* „persistent spinal pain syndrome“ (persistierende spinale Schmerzen), *SCS* „spinal cord stimulation“ (Rückenmarkstimulation)

eine sorgfältige Patientenauswahl und die Einhaltung diagnostischer und therapeutischer Algorithmen sowohl vor als auch nach der Behandlung von entscheidender Bedeutung. Die Leitlinie muss nicht nur die persönliche Erfahrung ihrer Entwickler widerspiegeln, sondern auch die gründlichste und kritischste Bewertung der verfügbaren internationalen Literatur einbeziehen. Die *Evidenzbasis* ist ein entscheidendes Element und dient in Kombination mit einem *interdisziplinären Ansatz* als Voraussetzung für eine breite Akzeptanz. Ziel der Leitlinie ist es, evidenzbasierte Empfehlungen zu verbreiten, die eine rationale Grundlage für Entscheidungen in der medizinischen Versorgung von Personen mit spezifischen chronischen Schmerzzuständen bieten.

Aufgrund der Pandemie konnten die Mitglieder der Leitlinienkommission, die an der vorherigen S3-Leitlinie beteiligt waren, sich nicht persönlich treffen und hielten stattdessen zwischen August 2021 und November 2022 Online-Sitzungen über MS Teams und Zoom ab. Während dieser Treffen wurde die relevante Literatur überprüft und mit entsprechenden Empfehlun-

gen in die bestehende Leitlinie integriert. Die Struktur der ursprünglichen Leitlinie von 2013 wurde beibehalten, um dem Anwender den Vergleich zu erleichtern. Gemäß den AWMF-Empfehlungen war beabsichtigt, die Literatur mithilfe des *GRADE-Systems* zu bewerten (*GRADE* Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation). Es stellte sich jedoch heraus, dass nicht genügend unabhängige Autoren ohne Interessenkonflikte für den Bewertungsprozess rekrutiert werden konnten. Zudem erfordert das *GRADE-System* eine Priorisierung der Endpunkte, die nicht durchgeführt wurde. Infolgedessen wurde auf die ursprüngliche Oxford-Klassifikation zurückgegriffen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 32 *Leitlinienempfehlungen und -aussagen* bezüglich SCS und DRG-S erstellt (■ **Tab. 2**). Der Abstimmungsprozess war verblindet. In Fällen, in denen Autoren einen tatsächlichen oder wahrgenommenen Interessenkonflikt hatten, wurden ihre Stimmen ausgeschlossen und der Abstimmungsprozess ohne ihre

Beteiligung wiederholt. Es wurden keine Unterschiede bei den Aussagen oder Empfehlungen festgestellt. Die wichtigsten Empfehlungen und Aussagen werden im Folgenden vorgestellt.

1 Gibt es Evidenz für SCS und/oder DRG-S bei diabetischen neuropathischen Schmerzzuständen?

Empfehlung:

Grad A: Bei Patienten mit diabetischen Neuropathien sollten die epidurale SCS und die DRG-S gleichwertig angeboten werden [7–9].

– **Evidenz:** Level 2

– **Konsens:** 100 %

Kommentar: Für die diabetische Polyneuropathie (dPNP) liegt eine Vielzahl von Studien vor [4, 7–9, 11–13, 44]. Für Neuropathien anderer Ätiologie existieren nur kleine Fallstudien mit positiven Ergebnissen. Dies gilt beispielhaft für die postherpetische Neuralgie [10], Phantomschmerzen [14], Schmerzen bei Rückenmarkverletzungen [15] und Plexus-Avulsionen [16].

2 Welche Evidenz gibt es für (a) SCS und (b) DRG-S bei „failed back surgery syndrome“ (FBSS) und chronischen Schmerzen des unteren Rückens?

Empfehlung:

Grad A (a), O (b): Die SCS sollte bei postoperativen Rücken-/Beinschmerzen bei FBSS – in der neuen Terminologie: persistierende spinale Schmerzen Typ I und II („persistent spinal pain syndrome“ [PSPS] I und II) – angewendet werden. Die DRG-S kann in Einzelfällen hilfreich sein.

- **Evidenz:** (a) Level 1 für SCS bei lumbalen Rückenschmerzen und/oder postoperativen Rücken-/Bein-Schmerzen im Rahmen von FBSS [17–19]. (b) Level 4 für DRG-S bei Rückenschmerzen im Rahmen von FBSS [20]

– **Konsens:** > 75 %

Kommentar: Die SCS ist die beste Behandlung für ein FBSS, das nicht auf andere konservative oder operative Behandlungen anspricht.

3 Wird die SCS zur Behandlung von therapierefraktärer Angina pectoris empfohlen?

Empfehlung:

Grad A: Die SCS sollte bei therapierefraktärer Angina pectoris angeboten werden.

- **Evidenz:** Level 1 [21, 22], (RASCAL-Studie, <https://doi.org/10.1186/ISRCTN65254102>)

– **Konsens:** 100 %

4 Bei welchem Grad der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK) ist die SCS wirksam?

Empfehlung:

Grad A: Die SCS sollte bei pAVK angewendet werden.

- **Evidenz:** Level 1 für Grad 2b und 3 (Fontaine-Klassifikation; [23])

– **Konsens:** 100 %

5 Gibt es eine Frequenzabhängigkeit bei der SCS in der Behandlung chronischer Schmerzen?

Empfehlung:

Grad A: In der Testphase von SCS/DRG-S sollten verschiedene Frequenzen getestet werden. Eine externe Überprüfung des Therapieeffekts nach der Elektrodenimplantation ist notwendig.

- **Evidenz:** Level 1: Evidenz, dass verschiedene Frequenzen unterschiedliche therapeutische Effekte haben. Level 4: für den Vergleich von Therapien untereinander. Level 4: für Prädiktoren [24–27]

– **Konsens:** > 75 %

6 Gibt es eine Abhängigkeit der Stimulationsparadigmen von der Wirksamkeit?

Empfehlung:

Grad B: Verschiedene Wellenformen (einschließlich Hochfrequenzparadigmen) sind bei der SCS zu testen.

- **Evidenz:** Level 2 [24–26]

– **Konsens:** 100 %

7 Komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS): Ist die DRG-S bei CRPS der SCS überlegen?

Empfehlung:

Grad A: Die DRG-S sollte bei CRPS angewendet werden. Eine frühzeitige Behandlung ist wichtig (< 6 Monate nach Diagnose).

- **Evidenz:** Level 2 für DRG-S [28, 29], Level 4 für SCS

– **Konsens:** > 75 %

Kommentar: Die SCS für CRPS kann alternativ angewendet werden, insbesondere an der oberen Extremität [17, 45].

8 Komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS) der unteren Extremität, Wirksamkeit von DRG-S und SCS

Empfehlung:

Grad A: Die DRG-S sollte zur Behandlung von CRPS Typ I und II der unteren Extremitäten eingesetzt werden.

- **Evidenz:** Level 1 für DRG-S bei CRPS I und II [28, 29]. Level 2 für DRG-S und Level 4 für SCS bei fokalen neuropathischen Schmerzen [45]

– **Konsens:** 100 %

Kommentar: Aus Sicherheitsgründen sind weitere Studien erforderlich, um die Anwendung der DRG-S an der oberen Extremität zur Behandlung von CRPS zu bestätigen. Die SCS ist jedoch bei fokalen neuropathischen Schmerzen sowohl der oberen als auch der unteren Extremität wirksam (PENTAGONS-Studie, <https://doi.org/10.1186/ISRCTN40062191>), [17, 45].

9 Wie häufig sind spinale Hämatome bei SCS?

Empfehlung:

Grad A: Bezüglich des Absetzens gerinnungshemmender Medikamente sollte vor der Durchführung einer Intervention eine individuelle Nutzen-Risiko-Bewertung vorgenommen werden.

- **Evidenz:** Level 1 [29, 30]

– **Konsens:** 100 %

10 Wie häufig sind intraspinale Hämatome bei DRG-S?

Empfehlung:

Grad A: Das präoperative Absetzen gerinnungshemmender Medikamente sollte erfolgen.

- **Evidenz:** Level 2 [30]

– **Konsens:** 100 %

Kommentar: Intraspinale Hämatome bei DRG-S sind sehr selten.

11 Ist eine Liquorfistel eine häufige Komplikation bei SCS oder DRG-S?

Empfehlung:

Grad A: Eine intraoperative Liquorpunktion sollte vermieden werden.

- **Evidenz:** Level 2 [31–33]

– **Konsens:** 100 %

Kommentar: Das Auftreten einer persistierenden Liquorfistel wird in der Literatur mit bis zu 0,3 % angegeben, das Auftreten einer intraoperativen Liquorpunktion mit bis zu 11 %. Punktionen des Liquorraums sind bei DRG-S aufgrund des unterschiedlichen Zugangs zum Spinalkanal häufiger als bei SCS.

12 Wie häufig sind mechanische Komplikationen und wie häufig sind relevante medizinische Folgen (Elektrodenbrüche und -dislokationen, Schmerzen am internen Impulsgenerator [IPG], Fremdkörpergefühl)?

Empfehlung:

Grad A: Mechanische Komplikationen sind häufig (bis zu 40 %).

- **Evidenz:** Level 1 [34, 35]

– **Konsens:** 100 %

Kommentar: Die meisten der gemeldeten mechanischen Komplikationen sind Elektrodenbrüche und -dislokationen, Schmerzen am IPG und Fremdkörpergefühl. Verbesserungen, insbesondere bei der Verankerung der Elektroden, sind wichtig. Umfassende Ergebnisse liegen aus Konsensuskonferenzen, systematischen Reviews und multizentrischen prospektiven Studien vor.

13 Wie häufig sind implantatbedingte Infektionen?

Empfehlung:

Grad A: Implantatbedingte Infektionen treten mit einer Häufigkeit von 3 bis 6 % auf [30].

- **Evidenz:** Level 1

– **Konsens:** 100 %

Kommentar: Eine Implantatinfektion tritt in 3–6 % der Fälle auf (Literatur: bei SCS in bis zu 14 %, bei DRG-S seltener). Um Infektionen zu vermeiden, sollten Patienten in qualifizierten Zentren operiert werden. Die perioperative Anwendung von Antibiotika wird empfohlen.

14 Verbessert die spinale Neuromodulation die Lebensqualität der Patienten im Vergleich zur alleinigen konservativen Therapie präoperativ?

Aussage:

Grad A: Die SCS verbessert nachhaltig die Lebensqualität und das psychologische Outcome der Patienten, auch in Hinblick auf die Lebensqualität und den SF-36-Score [36]. Dies gilt auch für die DRG-S [37]. Es gibt auch signifikante Verbesserungen im Oswestry Disability Index (ODI) sowie European-Quality-of-Life(EQ-5D-5L)- und Patient-Global-Improvement-of-Change(PGIC)-Fragebogen [38].

- Evidenz: Level 2
- Konsens: 100 %

15 Sollten Patienten im Rahmen der Eignungsprüfung für eine spinale Neuromodulation eine strukturierte psychologische Evaluation erhalten?

Empfehlung:

Grad B: Eine psychologische Evaluation sollte immer präoperativ durchgeführt werden.

- Evidenz: Level 2 [39–42]
- Konsens: 100 %

Kommentar: Die Eignung eines Patienten für die Neuromodulation sollte in einer multimodalen, interdisziplinären Evaluation bewertet werden.

Diskussion

Unsere Suche nach Leitlinienaussagen und -empfehlungen identifizierte 2127 *Manuskripte*. Nach Anwendung der PRISMA-basierten Ausschlusskriterien wurden 550 *Artikel* überprüft, von denen 150 die Kriterien für den Empfehlungsprozess erfüllten. Jeder dieser Artikel befasste sich mit einer spezifischen Erkrankung, einer Methode oder mit Outcome-Daten.

In einem kürzlich veröffentlichten Beitrag, der eine umfassende Analyse der SCS zur Behandlung chronischer neuropathischer Schmerzen bietet, lieferten Huygen et al. [43] eine ausgezeichnete Zusammenfassung der relevanten Literatur der letzten Jahre, die Themen wie Indikationen, Kosteneffizienz und Lebensqualität abdeckt. Das Review behandelt Schlüsselfragen zu Ergebnissen, Wirksamkeit und Sicherheit und enthält Informationen zu Komplikationen und neuen Indikationen wie CRPS. Daher stellt es eine hervorragende Ergänzung zu unserer Leitlinie dar. Dementsprechend haben wir die folgenden Empfehlungen festgelegt:

1. *Gibt es Evidenz für SCS/DRG-S bei dPNP?* Für andere neuropathische Schmerzen sind nur kleine Fallstudien mit positiven Ergebnissen verfügbar, so etwa für postherpetische Neuralgie [10], Phantom- oder Stumpfschmerzen [14], Schmerzen bei incompletter Rückenmarkverletzung [15] und Plexusläsionen [16]. Eine *Level-2-Empfehlung* wird für dPNP gegeben, jedoch mit geringer Evidenz für Polyneuropathien anderer Herkunft. Die DRG-S kann bei dPNP wirksam sein, bisher wurden aber nur wenige Studien veröffentlicht [44]. Da es Evidenz für die Wirksamkeit der SCS bei dieser Indikation gibt, muss die Anwendung der DRG-S anstelle von SCS individuell begründet werden.
2. *Die SCS erhielt eine Level-1-Empfehlung* für lumbale Rückenschmerzen und/oder postoperative Rücken- und Beinschmerzen bei FBSS (jetzt PSPS I und II). Die DRG-S kann in Einzelfällen hilfreich sein.
3. Es gibt neue Evidenz für die SCS bei therapierefraktärer Angina pectoris. Die Anwendung wird empfohlen (Level 1).
4. Eine *Level-1-Empfehlung* wurde für die pAVK mit Grad 2b und 3 nach Fontaine gefunden.
5. Die SCS ist bei ausgewählten Patienten mit CRPS hilfreich. Sie erhielt nur eine *Level-4-Empfehlung*. Für die DRG-S gibt es jedoch mehr Evidenz. Die Autoren definierten eine *Level-2-Empfehlung* für CRPS I und II. Darüber hinaus ist die DRG-S auch der niederfrequenten tonischen SCS überlegen. Die DRG-S sollte als wirksame Behandlung für CRPS I und II der unteren Extremitäten in Betracht gezogen werden.

Die aktualisierte Leitlinie zielt darauf ab, die neuesten evidenzbasierten Erkenntnisse zur epiduralen SCS, einschließlich der DRG-S, zur Behandlung sowohl neuropathischer als auch nichtneuropathischer Schmerzen darzustellen. Aufgrund der Fortschritte in der interdisziplinären Therapie und der zahlreichen technischen Innovationen in der Behandlung chronischer Schmerzen wurde ein Update der 2013 erstellten S3-Leitlinie zwingend erforderlich. Die Leitlinie, die ursprünglich im

April 2013 fertiggestellt wurde, erforderte nach zwei Jahren der Implementierung eine Überarbeitung.

Die Erweiterung der beteiligten Fachgesellschaften, insbesondere unter Einbeziehung der Deutschen Gesellschaft für Psychosomatische Medizin und Ärztliche Psychotherapie (DGPM), sowie die zahlreichen seither in diesem Bereich erschienenen Publikationen machten eine Aktualisierung nicht zuletzt inhaltlich erforderlich. Die hohe Prävalenz und Inzidenz chronischer Schmerzen, insbesondere neuropathischer Schmerzen, sowie etablierte Empfehlungen zur pharmakologischen Behandlung unterstreichen den dringenden Bedarf an einer *Bewertung kostenintensiver invasiver Verfahren* in Hinblick auf ihre Evidenz im breiteren Rahmen der multimodalen Schmerztherapie.

Zusätzlich zur Berücksichtigung anderer internationaler und nationaler Leitlinien wurden die Empfehlungen des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine herangezogen. Nach einer ersten Bewertung der Evidenz durch erfahrene Autoren unter Verwendung der Oxford-Klassifikation von 2011 [46] und vorläufigen Diskussionen in Arbeitsgruppen wurde die Evidenzbewertung zentral von den Leitlinienexperten durchgeführt.

Limitationen

Obwohl diese Leitlinie einen Überblick über die jüngste Evidenz für SCS und DRG-S bezüglich neuer Technologien, Indikationen, Wirksamkeit und Komplikationen bietet, weist sie Einschränkungen auf, die berücksichtigt werden müssen. Die enthaltene Literatur ist auf Ende des Jahres 2019 begrenzt. Einige neue RCT wurden seitdem veröffentlicht. Diese wurden eingeschlossen, sofern sie Aussagen der Leitlinie betrafen. Ferner waren die meisten Autoren (praktizierende Ärzte in der Neuromodulation) teilweise voreingenommen. Ein doppelter Abstimmungsprozess für jede Frage (mit und ohne die Autoren mit Interessenkonflikten) wurde durchgeführt, um einen signifikanten Einfluss auf die Empfehlung auszuschließen. Die Gültigkeit jeder Leitlinie ist auf einen bestimmten Zeitraum begrenzt. Obwohl die aktuelle Version einen umfassenden

Überblick über die gegenwärtigen Techniken und Indikationen der SCS im Vergleich zur vorherigen Version von 2013 bietet, ist eine *periodische Aktualisierung* erforderlich. Daher wird die Deutsche Gesellschaft für Neuromodulation einen entsprechenden Leitlinienausschuss einrichten.

Schlussfolgerung

Die breitere Akzeptanz der Neuromodulation, insbesondere der SCS, hängt von der systematischen Sammlung und Veröffentlichung von Ergebnisdaten ab, wobei *Evidenz aus der Praxis („real-world evidence“)* eine entscheidende Rolle spielt. Dies ist besonders wichtig im aktuellen Klima, in dem grundlegende Fragen zum Wert der SCS öffentlich, oft in nichtwissenschaftlichen Foren, diskutiert werden. Die Veröffentlichung systematischer, evidenzbasierter Leitlinien auf nationaler und internationaler Ebene ist unerlässlich, um verlässliche Informationen für Kliniker, Kostenträger und vor allem Patienten bereitzustellen. Zusätzlich bieten nationale und internationale Implantatregister ein wertvolles Werkzeug zur Datenerfassung, das die Entwicklung zukünftiger Empfehlungen effizienter ermöglicht.

Korrespondenzadresse

Jan Vesper

Abt. Funktionelle Neurochirurgie und Stereotaxie, Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinikum Düsseldorf
Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf, Deutschland
jan.vesper@med.uni-duesseldorf.de

Danksagung. Die Autoren danken: Frau Dr. med. Monika Nothacker, AWMF, für die Moderation des Prozesses, Frau Dr. med. Ida Marie Metzendorf, Cochrane Institute, für die PRISMA-Verarbeitung, Leitliniensekretariat: Frau Dr. rer. nat. Juliane Weski, Frau Andrea Dreyer, RN (Registered Nurse). Manuskriptprüfung: Frau Dr. med. Anastasiya Schubert. Leitlinienkomitee: Prof. Dr. med. Jan Vesper; Prof. Dr. med. Philipp Jörg Sloty; PD Dr. med. Dirk Rasche; Prof. Dr. med. Rezvan Ahmadi; Prof. Dr. med. Martin Jakobs; Dr. med. Björn Carsten Schultze; Prof. Dr. med. Michael Kretschmar; Dr. med. Sebastian Gillner; Prof. Dr. med. Jaroslaw Macziacyk. Den Co-Autoren der teilnehmenden deutschen medizinischen Fachgesellschaften: Deutsche Gesellschaft für Neurologie, Interdisziplinäre Gesellschaft für orthopädische/ unfallchirurgische und allgemeine Schmerztherapie, Deutsche Gesellschaft für Psychosomatische Medizin und Ärztliche Psychotherapie, Berufsverband der Ärzte und Psychologischen Psychotherapeuten in der

Schmerz- und Palliativmedizin in Deutschland, Deutsche Wirbelsäulengesellschaft, UVSD SchmerzLOS e. V. (Patientenvereinigung für Schmerzen).

Förderung. Es wurden keine Förderungen erhalten.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. P.J. Sloty und J. Vesper haben Reisekostenzuschüsse und Honorare für Vorträge von Abbott, Boston Scientific, Medtronic und uniQure erhalten. D. Rasche hat Forschungsförderung, Honorare für Vorträge, Reisekostenzuschüsse und Vergütungen für die Tätigkeit in Beiräten von Abbott, Medtronic und Nevro/Globus Medical erhalten.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die nicht-kommerzielle Nutzung, Vervielfältigung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die Lizenz gibt Ihnen nicht das Recht, bearbeitete oder sonst wie umgestaltete Fassungen dieses Werkes zu verbreiten oder öffentlich wiederzugeben. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Literatur

- Cohen SP, Vase L, Hooten WM (2021) Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. *Lancet* 397(10289):2082–2097
- Stubhaug A et al (2024) The costs of chronic pain-Long-term estimates. *Eur J Pain* 28(6):960–977
- Finnerup NB et al (2005) Algorithm for neuropathic pain treatment: an evidence based proposal. *Pain* 118(3):289–305
- Attal N et al (2006) EFNS guidelines on pharmacological treatment of neuropathic pain. *Eur J Neurol* 13(11):1153–1169
- Dworkin RH et al (2007) Pharmacologic management of neuropathic pain: evidence-based recommendations. *Pain* 132(3):237–251
- Moher D et al (2009) Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 6(7):e1000097
- de Vos CC et al (2014) Burst spinal cord stimulation evaluated in patients with failed back surgery syndrome and painful diabetic neuropathy. *Neuromodulation* 17(2):152–159
- de Vos CC et al (2014) Spinal cord stimulation in patients with painful diabetic neuropathy: a multicentre randomized clinical trial. *Pain* 155(11):2426–2431
- van Beek M et al (2015) Sustained Treatment Effect of Spinal Cord Stimulation in Painful Diabetic Peripheral Neuropathy: 24-Month Follow-up of a Prospective Two-Center Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care* 38(9):e132–e134
- Harke H et al (2002) Spinal cord stimulation in postherpetic neuralgia and in acute herpes zoster pain. *Anesth Analg* 94(3):694–700
- Tesfaye S et al (1996) Electrical spinal-cord stimulation for painful diabetic peripheral neuropathy. *Lancet* 348(9043):1698–1701
- Petrakis IE, Sciacca V (2000) Does autonomic neuropathy influence spinal cord stimulation therapy success in diabetic patients with critical lower limb ischemia? *Surg Neurol* 53(2):182–188
- Cruccu G (2007) Treatment of painful neuropathy. *Curr Opin Neurol* 20(5):531–535
- Sanchez-Ledesma MJ et al (1989) Spinal cord stimulation in deafferentation pain. *Stereotact Funct Neurosurg* 53(1):40–45
- Winkelmüller W (1991) Spinal neurostimulation for the treatment of chronic pain: changes in indications and patient selection after 19 years' experience. *Schmerz* 5(4):243–246
- Ilfeld BM et al (2023) Percutaneous Neuromodulation of the Brachial Plexus and Sciatic Nerve for the Treatment of Acute Pain Following Surgery: Secondary Outcomes From a Multicenter, Randomized, Controlled Pilot Study. *Neuromodulation* 26(3):638–649
- Colombo EV et al (2015) Epidural spinal cord stimulation for neuropathic pain: a neurosurgical multicentric Italian data collection and analysis. *Acta Neurochir (Wien)* 157(4):711–720
- Deckers K et al (2018) New Therapy for Refractory Chronic Mechanical Low Back Pain-Restorative Neurostimulation to Activate the Lumbar Multifidus: One Year Results of a Prospective Multicenter Clinical Trial. *Neuromodulation* 21(1):48–55
- Deer T et al (2014) Neurostimulation for the treatment of axial back pain: a review of mechanisms, techniques, outcomes, and future advances. *Neuromodulation* 17(Suppl 2):52–68
- Kallewaard JW et al (2020) A Prospective Study of Dorsal Root Ganglion Stimulation for Non-Operated Discogenic Low Back Pain. *Neuromodulation* 23(2):196–202
- Imran TF et al (2017) Efficacy of spinal cord stimulation as an adjunct therapy for chronic refractory angina pectoris. *Int J Cardiol* 227:535–542
- Pan X et al (2017) Spinal Cord Stimulation for Refractory Angina Pectoris: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin J Pain* 33(6):543–551
- De Caridi G et al (2016) Spinal cord stimulation to achieve wound healing in a primary lower limb critical ischaemia referral centre. *Int Wound J* 13(2):220–225
- Kapural L et al (2017) Clinical Evidence for Spinal Cord Stimulation for Failed Back Surgery Syndrome (FBSS): Systematic Review. *Spine (Phila Pa 1976)* 42(Suppl 14):S61–S66
- Perruchoud C et al (2013) Analgesic efficacy of high-frequency spinal cord stimulation: a randomized double-blind placebo-controlled study. *Neuromodulation* 16(4):363–369
- Thomson SJ et al (2018) Effects of Rate on Analgesia in Kilohertz Frequency Spinal Cord Stimulation: Results of the PROCO Randomized Controlled Trial. *Neuromodulation* 21(1):67–76
- Vesper J et al (2019) Burst SCS Microdosing Is as Efficacious as Standard Burst SCS in Treating Chronic Back and Leg Pain: Results From a

- Randomized Controlled Trial. *Neuromodulation* 22(2):190–193
28. Bruehl S (2015) Complex regional pain syndrome. *BMJ* 351:h2730
 29. Deer TR et al (2017) Dorsal root ganglion stimulation yielded higher treatment success rate for complex regional pain syndrome and causalgia at 3 and 12 months: a randomized comparative trial. *Pain* 158(4):669–681
 30. Deer TR et al (2017) The Neurostimulation Appropriateness Consensus Committee (NACC) Safety Guidelines for the Reduction of Severe Neurological Injury. *Neuromodulation* 20(1):15–30
 31. Eldabe S, Buchser E, Duarte RV (2016) Complications of Spinal Cord Stimulation and Peripheral Nerve Stimulation Techniques: A Review of the Literature. *Pain Med* 17(2):325–336
 32. Liem L et al (2013) A multicenter, prospective trial to assess the safety and performance of the spinal modulation dorsal root ganglion neurostimulator system in the treatment of chronic pain. *Neuromodulation* 16(5):471–482
 33. Cruccu G et al (2016) EAN guidelines on central neurostimulation therapy in chronic pain conditions. *Eur J Neurol* 23(10):1489–1499
 34. Deer TR et al (2019) The Neurostimulation Appropriateness Consensus Committee on Best Practices for Dorsal Root Ganglion Stimulation. *Neuromodulation* 22(1):1–35
 35. American Society of Anesthesiologists Task Force on Infectious Complications Associated with Neuraxial Techniques and the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine (2017) Practice Advisory for the Prevention, Diagnosis, and Management of Infectious Complications Associated with Neuraxial Techniques: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Infectious Complications Associated with Neuraxial Techniques and the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Anesthesiology* 126(4):585–601
 36. Campos WK et al (2019) Determinants for Meaningful Clinical Improvement of Pain and Health-Related Quality of Life After Spinal Cord Stimulation for Chronic Intractable Pain. *Neuromodulation* 22(3):280–289
 37. Huygen F et al (2019) Evaluating Dorsal Root Ganglion Stimulation in a Prospective Dutch Cohort. *Neuromodulation* 22(1):80–86
 38. Rigoard P et al (2013) Spinal cord stimulation for predominant low back pain in failed back surgery syndrome: study protocol for an international multicenter randomized controlled trial (PROMISE study). *Trials* 14:376
 39. Paroli M et al (2018) Are Multidimensional Pain Inventory Coping Strategy Profiles Associated with Long-Term Spinal Cord Stimulation Effectiveness? *Pain Med* 19(5):1023–1032
 40. Prabhala T et al (2019) Use of a Psychological Evaluation Tool as a Predictor of Spinal Cord Stimulation Outcomes. *Neuromodulation* 22(2):194–199
 41. Blackburn DR et al (2016) Presurgical Psychological Assessments as Correlates of Effectiveness of Spinal Cord Stimulation for Chronic Pain Reduction. *Neuromodulation* 19(4):422–428
 42. Fama CA et al (2016) The Use of Preoperative Psychological Evaluations to Predict Spinal Cord Stimulation Success: Our Experience and a Review of the Literature. *Neuromodulation* 19(4):429–436
 43. Huygen F et al (2024) Spinal Cord Stimulation vs Medical Management for Chronic Back and Leg Pain: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *JAMA Netw Open* 7(11):e2444608

German guideline on spinal cord stimulation for chronic neuropathic pain

Epidural spinal cord stimulation (SCS) is a neuromodulatory, reversible procedure for the treatment of selected chronic pain conditions, primarily neuropathic in nature. The updated German S3 guideline provides evidence-based recommendations for the use of SCS and dorsal root ganglion stimulation (DRG-S). Key innovations include recent technical advances and increased integration into multimodal pain management. The guideline aims to enhance the care of patients with chronic pain by offering rational, scientifically substantiated recommendations. A systematic literature review was conducted, including meta-analyses and randomized controlled trials, with relevant case reports also taken into account. Publications were evaluated by topic, including fundamentals, indications, methods, complications, quality management, and psychosocial aspects. Recommendations are based on established evidence classifications. Major updates include strong evidence in favor of SCS for diabetic polyneuropathy. For other neuropathies, smaller studies indicate positive effects. SCS is considered the most effective therapy for chronic, postoperative back and leg pain. Additionally, SCS receives a strong recommendation for peripheral arterial occlusive disease (Fontaine stages IIb and III). For complex regional pain syndrome (CRPS), DRG-S demonstrates superiority over SCS and is preferentially recommended. The guideline addresses all professional groups involved in the care of pain patients and offers practical guidance for therapeutic decision-making in the management of chronic pain.

Keywords

Diabetic neuropathies · Complex regional pain syndrome · Evidence-based guideline · Neuromodulation · Combined modality therapy/pain

44. Petersen EA et al (2022) Durability of High-Frequency 10-kHz Spinal Cord Stimulation for Patients With Painful Diabetic Neuropathy Refractory to Conventional Treatments: 12-Month Results From a Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care* 45(1):e3–e6
45. Kemler MA et al (2006) Spinal cord stimulation for chronic reflex sympathetic dystrophy—five-year follow-up. *N Engl J Med* 354(22):2394–2396
46. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebml-levels-of-evidence>.

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.