

## **Intraoperatives Neuromonitoring in der Schilddrüsenchirurgie**

Zum intraoperativen Neuromonitoring (IONM) des Nervus laryngeus recurrens (NLR) wird der Nervus vagus oder der NLR elektrisch stimuliert. Die durch die Stimulation ausgelösten Muskelaktionspotenziale werden als Elektromyogramm (EMG) an der Kehlkopfbinnenmuskulatur im Bereich der Stimmlippen (M. vocalis) abgeleitet und in ein akustisches Signal transformiert. Das kann entweder durch eine durch das Ligamentum cricothyroideum in den M. vocalis eingestochene Nadelelektrode oder durch auf den Beatmungstubus aufgebrachte Oberflächenelektroden erfolgen. Die heutzutage auf dem Markt befindlichen Ableitsysteme für das IONM bieten zudem die Möglichkeit der optischen Darstellung des EMG-Signals als Spannungs-Zeit-Kurve auf einem Monitor.

Während bei Schilddrüsen- und Nebenschilddrüsenresektionen in Nervennähe, insbesondere bei der totalen Lappenresektion, die visuelle Nervendarstellung weiterhin die bestmögliche Voraussetzung zur Schonung des NLR darstellt („Goldstandard“), ergeben sich aus dem IONM zwei unterschiedliche anatomisch-funktionelle Einsatzmöglichkeiten:

- sichere Nervenidentifikation
- Beurteilung der Nervenfunktion resp. der postoperativen Stimmlippenfunktion

Damit vom Ergebnis des IONM auf die postoperative Stimmlippenfunktion geschlossen werden kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- korrekte Funktion des Ableitsystems hinsichtlich der Nervenstimulation sowie der Signalaufnahme/Wiedergabe
- Ausschluss vor bestehender oder intubationsbedingter nichtnervaler Beeinträchtigungen der Stimmlippenbeweglichkeit
- strikte Standardisierung des IONM
- geeignetes „trouble-shooting“ bei Störungen

## **Standardisierung des elektrophysiologischen Rekurrensmonitorings**

Zu den Grundvoraussetzungen einer Standardisierung des NLR-Monitorings gehören:

### **1. Prä- und postoperativer Larynxbefund**

Die prä- und postoperative Laryngoskopie und das IONM stellen eine untrennbare diagnostische Einheit dar. Der präresektionelle intraoperative EMG-Befund ist ohne den präoperativen Laryngoskopiebefund nicht interpretierbar wie auch der postresektionelle EMG-Befund nicht ohne den postoperativen Laryngoskopiebefund.

2. Die NLR-Stimulation muss außerhalb des potentiellen Schädigungsgebietes des Nervs erfolgen, dafür ist die ipsilaterale Stimulation des N. vagus am sichersten.
3. Eine suffiziente Nervenstimulation setzt eine Schwellenstromstärke von mindestens 0,3-0,8 mA voraus. Optimale Stromstärken liegen zwischen 1 und 2 mA, eine weitere Verbesserung der Muskelantwort des M. vocalis durch höhere Stromstärken wird nicht erreicht.
4. Während der Phase des Neuromonitorings muss auf den Einsatz von Muskelrelaxanzien verzichtet werden, da diese die Muskelantwort des M. vocalis beeinträchtigen, was zu Fehlinterpretationen führen kann. Bei der Intubation sollten nur kurz wirksame Relaxantien Verwendung finden.
5. Das Ableitsystem muss einwandfrei funktionieren. Dazu gehört die adäquate Herstellung der Kabelverbindungen, die korrekte Platzierung der Neutral- sowie der Signableitungselektroden:
  - a) Nadelelektroden: Diese sind für jede der operierten Seiten separat transligamentär in den M. vocalis einzubringen .
  - b) Tubuselektroden: Nach der Lagerung des intubierten Patienten (Kopfreklination) muss sichergestellt werden, dass sich der Tubuscuff unterhalb der Glottisebene und die Signableitungselektroden darüber, d.h. in der Glottisebene der Stimmlippen befinden.
6. Gerätetechnisch ist eine EMG- Aufzeichnung Voraussetzung für die Kontrolle einer regelrechten Nervenleitung und entsprechenden Muskelaktion des M. vocalis. Die alleinige Signaltonwiedergabe kann nicht verlässlich zwischen regelrechtem Muskelaktionspotenzial und Artefaktsignal unterscheiden.

Aus chirurgischer Sicht sind somit folgende Standardschritte zu beachten, damit eine prognostische Aussage über die postoperativ zu erwartende Stimmlippenfunktion möglich ist:

1. präoperativer Laryngoskopiebefund
2. ipsilaterale Stimulation des N. vagus mit 1-2 mA mit EMG-Aufzeichnung
3. vor Beginn der Resektion visuelle Darstellung und wiederholte ipsilaterale Stimulation des NLR, gegebenenfalls auch des gleichseitigen N. vagus
4. Stimulation des N. vagus und EMG-Aufzeichnung nach Abschluss aller ipsilateralen operativen Maßnahmen
5. postoperativer Laryngoskopiebefund

**Abb. 1** Bedeutung des Stimulationsortes beim IONM. **a** Stimulation kehlkopfwärts einer lokalisierten Läsion des NLR: normales Signal, die Läsion wird nicht bemerkt. **b** Bei identischer Lokalisation der Läsion und Stimulation am N. vagus: kein Signal, der Schaden wird erkannt

### **Trouble-Shooting bei intraoperativem Signalverlust**

Kommt es zu einem intraoperativen Signalverlust bei initial regelrechter Signalantwort, muss dem nachgegangen werden. Auch hierbei empfiehlt sich ein standardisiertes Vorgehen:

1. Ausschluss von narkosebedingter neuromuskulären Blockade, gerätetechnischer Störungen, Dislokation von Kabelverbindungen oder Neutralelektrode, Dislokation des Tubus bei Tubuselektroden bzw. Dislokation der Nadelelektroden
2. Stimulation des NLR kurz vor seinem Eintrittsort in den Kehlkopf sowie eintrittsortfern sowie Stimulation des gleichseitigen N. vagus; gleichzeitig auch Palpation der dorsalen Larynxwand zum Verifizieren einer Stimulationsantwort (Muskelzucken = laryngeal twitch gilt als positives Zeichen einer Muskelaktion des M. vocalis). Je nach Stimulationsort und Stimulationsantwort ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- a) Muskelzucken der Larynxhinterwand weist auf einen Ableitungsfehler der Stimulationsantwort hin, zum Beispiel Tubusdislokation bei Tubuselektroden, Nadeldislokation bei Nadelelektroden. Seite **4** von **4**
- b) Positives Muskelzucken und/oder regelrechtes EMG bei der NLR-Stimulation am Eintrittsort in den Kehlkopf, jedoch fehlende Stimulationsantwort bei der eintrittsortfernen NLR-Stimulation oder über dem N. vagus bedeutet mit hoher Wahrscheinlichkeit einen echten Funktionsverlust des gleichseitigen NLR; durch ein „mapping“ kann der Ort der Nervenstörung meist punktförmig lokalisiert werden.
- c) fehlendes Muskelzucken und fehlende EMG-Antwort unabhängig vom Ort der Stimulation (NLR oder N. vagus) bedeutet nach Ausschluss der unter 1) genannten Ursachen eine diffuse Nervenstörung oder aber eine zumindest passagere postoperative Recurrensparese.

Bei den unter b) und c) erläuterten Signalverlust-Formen resultiert in 40-70 % eine passagere und in 10-20 % eine permanente Recurrensparese.

- d) Besteht Unklarheit hinsichtlich der Gerätetechnik oder der Position der Nadelelektroden oder des Tubus, kann die Stimulation des kontralateralen N. vagus Klarheit bringen: War die Stimulation des kontralateralen N. vagus/NLR initial und auch bei dieser Kontrolle unauffällig, ist ein Gerätefehler

ausgeschlossen und es muss von einer gestörten Nervenfunktion der Gegenseite ausgegangen werden.

Wurde das IONM korrekt durchgeführt und ergab zum Operationsende eine einwandfreie Signalantwort, dann ist eine postoperative Rekurrensparese überaus selten. Bei intraoperativem Signalverlust, der nicht auf einen Geräte- oder Anwenderfehler zurückzuführen ist, muss in 1/3 der Fälle mit einer passageren und in 1/10 der Fälle mit einer permanenten Recurrensparese gerechnet werden.

**Die AWMF-Leitlinie „Operative Therapie benigner Schilddrüsenerkrankungen“ Stand 12/2021 fordert:**

„Die schonende, das heißt nicht-skelettierende, nervendurchblutungserhaltende präparative Darstellung des N. laryngeus recurrens mindert das Schädigungsrisiko und sollte grundsätzlich sowohl bei Primäreingriffen als auch bei Rezidiveingriffen durchgeführt werden. Der visualisierte anatomische Nervenverlauf sollte vor und nach Resektion dokumentiert werden. Ausnahmsweise kann auf die Darstellung verzichtet werden, wenn sich die Resektionsebene in sicherem Abstand ventral der lateralen Grenzlamelle zum Nervenverlauf befindet. Die Nichtdarstellung des Nervus laryngeus recurrens soll begründend dokumentiert werden.“

Das intraoperative Neuromonitoring (IONM) ersetzt nicht den Goldstandard der visuellen Nervendarstellung, sondern wird in Ergänzung zu dieser eingesetzt. Das Verfahren kann die Identität des Nervus laryngeus recurrens sicher bestätigen und seine Funktionsfähigkeit bei ungestörtem Überleitungssignal sehr wahrscheinlich machen, wobei zur Erfassung des gesamten Nervenverlaufes die Stimulation über den Nervus vagus nach Resektion erforderlich ist. Aus rechtlichen Gründen wird empfohlen, die Ableitung von Elektromyogrammen, in Papierform oder elektronisch zu speichern. Die Verwendung des IONM ermöglicht bei geplanter beidseitiger Operation und Signalverlust auf der ersten Seite eine Überprüfung der Strategie (z.B. zweizeitiges Operationsvorgehen, mit dem die Gefahr einer beidseitigen Rekurrensparese vermindert werden kann).