

Kurzanleitung



Neuromuskuläre
Transmission (NMT)



WAS versteht man unter „Neuromuskulärer Transmission (NMT)“?

Unter neuromuskulärer Transmission (NMT) versteht man die Übertragung eines Impulses am neuromuskulären Übergang zwischen einem Nerv und einem Muskel.

Die neuromuskuläre Transmission kann durch Muskelrelaxanzien – Wirkstoffe, die eine vorübergehende Muskelparalyse bewirken und die spontane Bewegung und Atmung des Patienten unterdrücken – blockiert werden.

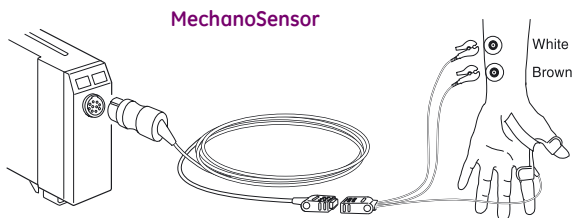
Bei einer Allgemeinanästhesie wird die Muskelrelaxation eingesetzt, um eine endotracheale Intubation zu ermöglichen und optimale Arbeitsbedingungen für den Chirurgen zu schaffen. In der Intensivversorgung wird die Muskelrelaxation bei der maschinellen Beatmung eingesetzt, um die Atemarbeit des Patienten zu minimieren und die Oxygenation zu verbessern.

WIE wird die NMT gemessen?

Der Grad der neuromuskulären Blockade wird routinemäßig gemessen, indem ein peripherer Nerv (üblicherweise in der Hand) stimuliert und die Muskelreaktion wahlweise visuell oder taktil (durch Berühren der Hand) beurteilt wird.

Das NMT-Modul ermöglicht eine automatische quantitative Messung der Muskelreaktion auf einen Stimulus.

Der einzigartige MechanoSensor quantifiziert die evozierte mechanische Reaktion, indem er die Daumenbewegung mithilfe eines piezoelektrischen Sensors misst, der die mechanische Bewegung in ein elektrisches Signal umwandelt. Dieser Sensor steht in verschiedenen Ausführungen für Erwachsene und Kinder zur Verfügung.



Einrichtung der NMT-Messung mit dem MechanoSensor. Beachten Sie die Position der Elektroden. Fixieren Sie den MechanoSensor mittels Klebeband an der Hand des Patienten. Die herkömmliche Elektromyographie-Messung (EMG) mit dem ElectroSensor steht ebenfalls zur Verfügung.

Nervenstimulus

Um sicherzustellen, dass alle Muskelfasern mit hinreichender Intensität stimuliert werden und somit bei einer tiefen neuromuskulären Blockade eine zuverlässige Messung möglich ist, ist ein supramaximaler Stimulus erforderlich. Das NMT-Modul bestimmt automatisch die für einen supramaximalen Stimulus erforderliche Stromstärke und behält diese während des Eingriffs bei.

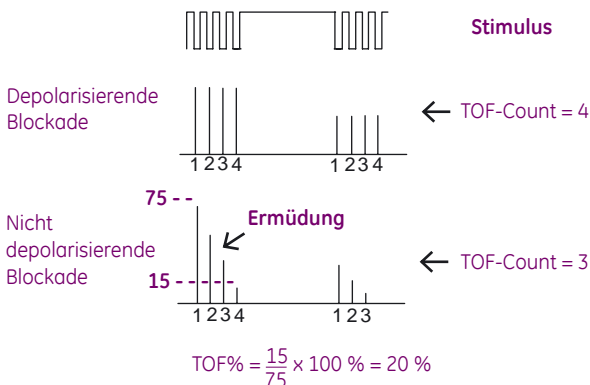
Die Stimulation erfolgt standardmäßig im Train-of-Four-Modus (TOF), d. h. es werden vier supramaximale Stimuli in 0,5-Sekunden-Intervallen generiert. Jeder Stimulus dieser Folge bewirkt eine Muskelkontraktion.

Quantifizierung der Muskelreaktion bzw. der neuromuskulären Blockade

Je nach Art und Ausprägung der neuromuskulären Blockade (Relaxationsgrad) können verschiedene Parameter für die Quantifizierung der Muskelreaktion herangezogen werden.

Train-of-Four-Ratio (TOF%) bezeichnet den Quotienten aus der Amplitude der vierten und der ersten Muskelreaktion und damit die Ermüdung („Fading“) bei einer nicht-depolarisierenden Blockade. Bei zunehmender Ermüdung führen nicht alle vier Stimuli zu einer messbaren Muskelreaktion, sodass eine Berechnung des TOF%-Werts nicht mehr möglich ist.

In diesem Fall muss der so genannte **TOF-Count** (die Anzahl der registrierten Muskelreaktionen) zur Bestimmung des Relaxationsgrads herangezogen werden. Bei Verwendung von depolarisierenden Relaxanzien kommt es zu keiner Ermüdung, sodass hier die Amplitude der vier Muskelreaktionen den Relaxationsgrad kennzeichnet.

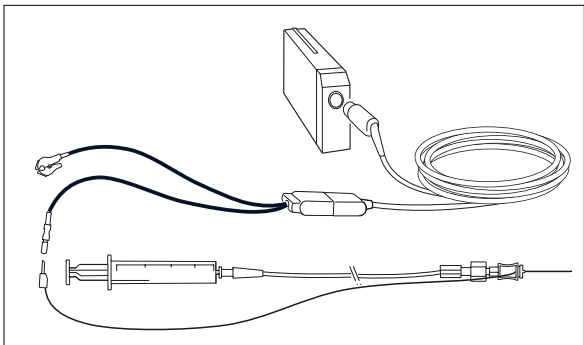


Können auf eine TOF-Stimulation keine Muskelreaktionen festgestellt werden, kann die neuromuskuläre Blockade nur mithilfe der so genannten **posttetanischen Zählung (PTC)** bestimmt werden. Hierfür wird durch eine 5 Sekunden andauernde tetanische Stimulation von 50 Hz eine Tetanie erzeugt; im Anschluss daran werden die posttetanischen Reaktionen auf Einzelreizstimulationen gezählt. Je größer der Wert für die posttetanische Zählung (also die Anzahl der erkannten Muskelreaktionen), desto schneller werden die normalen TOF-Reaktionen wieder auftreten. In der Intensivversorgung kommt die posttetanische Zählung nur selten zur Anwendung.

100	TOF%	20	4	TOF-Count	0	10	PTC	0
Leicht	—	—	—	—	—	—	—	Tief

Das Relaxometer illustriert den Grad der neuromuskulären Blockade

Lokalisierung des Nervs für einen Regional-Block



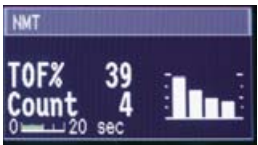
Das NMT-Modul ermöglicht die Lokalisierung des für eine Lokalanästhesie zu blockierenden Nervs.

Während der Annäherung an den Nerv erfolgt über eine Punktionsnadel eine Stimulation mit wiederholten leichten 2,0-mA-Stimuli. Hierbei sollte jeder Stimulus eine Muskelkontraktion bewirken. Je näher die Nadel dem motorischen Nerv kommt, desto geringer wird der für die Erzeugung einer Muskelreaktion erforderliche Strom. Sobald bereits bei einem geringen Stimulationsstrom (z. B. weniger als 0,5 mA) eine sichtbare Muskelkontraktion erfolgt, wurde die optimale Stelle ermittelt und das Lokalanästhetikum kann injiziert werden.

Mithilfe dieser Methode kann die Lage des zu blockierenden regionalen Nervs genau bestimmt und so die Menge des zu injizierenden Anästhetikums optimiert werden. Die Bestimmung der korrekten Lage schützt den Patienten außerdem vor mechanisch induzierten Nerv- und Gefäßläsionen.



1. Befestigen Sie den MechanoSensor mittels Klebeband an der Hand des Patienten. Der Monitor bestimmt nun automatisch den erforderlichen Stimulationsstrom und führt eine Referenzmessung durch. Bei einem nicht relaxierten Patienten beträgt der TOF%-Wert 100.



2. Nicht depolarisierende Relaxanzen bewirken eine Ermüdung der Muskelreaktion, die sich in einem geringeren TOF%-Wert und einem Abfall im Balkendiagramm äußern. Depolarisierende Relaxanzen bewirken einen gleichmäßigen Abfall bei allen vier Reaktionen, ohne Ermüdung.



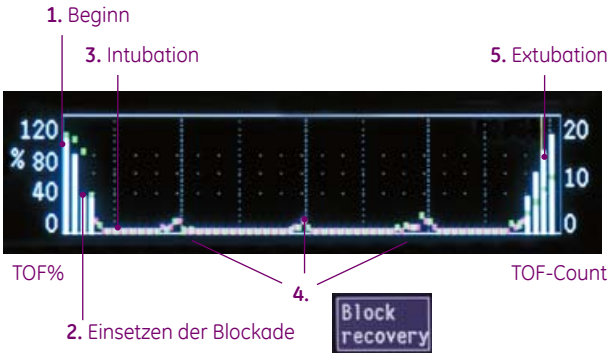
3. Eine neuromuskuläre Blockade kann eingesetzt werden, um die endotracheale Intubation zu erleichtern. Der Anästhesist kann sich bei der Bestimmung des Zeitpunkts für die Intubation danach richten, wann keinerlei Muskelreaktionen mehr auftreten (d. h. TOF-Count = 0).



4. Bei operativen Eingriffen und in der Intensivversorgung ermöglicht der TOF-Count die stabile Erhaltung einer optimalen neuromuskulären Blockade. Überschreitet der TOF-Count einen bestimmten vom Anwender festgelegten Grenzwert, gibt der Monitor die Meldung „Block-Auflösung“ aus.



5. Soll ein Antagonist eingesetzt werden, darf dieser erst dann verabreicht werden, wenn der TOF-Count wieder bis auf 4 angestiegen ist. Für eine sichere Extubation muss der TOF%-Wert über 90 liegen.



Adäquate Anästhesie

Eine adäquate Anästhesie basiert auf verschiedenen, in einer Wechselbeziehung zueinander stehenden Komponenten (siehe nachstehende Abbildung).

Eines der Ziele einer Allgemeinanästhesie ist es, den Patienten zu immobilisieren, d. h. sicherzustellen, dass sich der Patient nicht bewegt. Zum Erreichen dieses Zieles werden oftmals Muskelrelaxanzien eingesetzt. Es ist bekannt, dass Anästhetika die Wirkung von Muskelrelaxanzien verlängern und verstärken. Aus diesem Grund empfiehlt sich die Verwendung der quantitativen NMT-Messung insbesondere dann, wenn Anästhetika und Muskelrelaxanzien gemeinsam zur Anwendung kommen. Die NMT-Messung ist eine wesentliche Komponente der Anästhesie-Überwachung. In Kombination mit anderen Parametern wie der Entropie und hämodynamischen Messungen ermöglicht sie es, ein vollständigeres Bild über den Zustand des Patienten zu erhalten.



Automatische Messungen

Das NMT-Modul ermöglicht eine einfache und unkomplizierte Relaxationsmessung: Sie bringen nur die beiden Elektroden und den MechanoSensor an und drücken die Starttaste.

Das Modul bestimmt nun automatisch den supramaximalen Stimulationsstrom und ermittelt den Referenzwert für den unrelaxierten Patienten. Die Messung wird automatisch in vom Anwender festgelegten Intervallen kontinuierlich wiederholt. Sie haben nun die Hände frei, um sich um den Patienten zu kümmern.

WARUM das NMT-Modul?

Optimale Dosierung bei der Anästhesie und Intensivversorgung

Das quantitative NMT-Monitoring liefert ein eindeutiges Bild der für den Patienten erforderlichen individuellen Dosierung und erleichtert die optimale und ökonomische Verabreichung von Muskelrelaxanzien.

Optimierte Aufwachphase

Die Überwachung des Relaxationsgrads ermöglicht eine Vorhersage des Ablaufs der Aufwachphase. Auf diese Weise kann der optimale Zeitpunkt für die Gabe des Antagonisten genauer bestimmt und so die Wahrscheinlichkeit einer residualen Blockade reduziert werden. Im Aufwachraum kann mithilfe einer Schwachstromstimulation durch Beobachtung der Ermüdung (TOF%-Wert) eine mögliche residuale Blockade aufgedeckt werden.

Sicherheit des Patienten nach der Extubation

Die angemessene Auflösung der neuromuskulären Blockade (TOF%-Wert $> 90\%$) kann nur mithilfe einer quantitativen Messung zuverlässig bestimmt werden. Wird der Patient zu früh extubiert, wenn noch eine residuale Blockade vorliegt, kann es zu respiratorischen Komplikationen kommen.

Integration von Informationen

Bei Integration der NMT-Messung in ein Monitoringsystem werden die gemessenen Werte angezeigt, Trends erstellt und die gemessenen Werte zusammen mit allen anderen überwachten Parametern automatisch dokumentiert.