



NAVA und NIV NAVA

Kurzleitfaden für Neugeborene



Inhalt

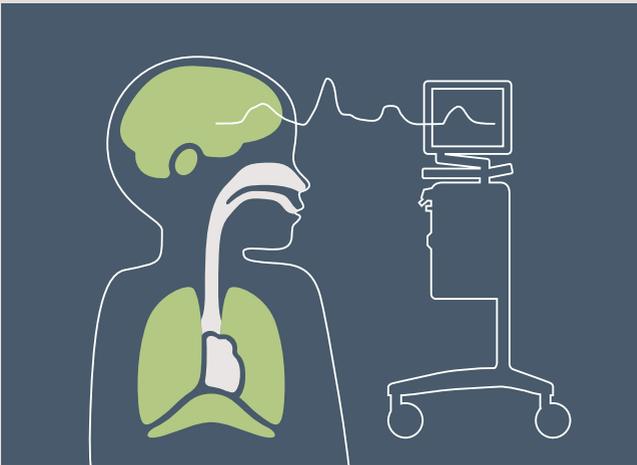


Einführung	4
NAVA-Terminologie	5
NAVA	11
Start und Durchführung von NAVA	12
Invasive Beatmung mit NAVA	20
NIV NAVA	25
Alarme	29
Tipps zu den Funktionen und der Handhabung von NAVA und NIV NAVA	36
Glossar	39

Einführung und Hintergrundfakten

Einführung

Ziel dieses Leitfadens ist es, Benutzern und Benutzerinnen, die in der neonatologischen Intensivmedizin tätig sind, neural regulierte Beatmungsunterstützung (NAVA) in invasiver und nichtinvasiver Form nahezubringen. Dieser Leitfaden kann das Benutzerhandbuch des Beatmungsgeräts nicht ersetzen. NAVA kann an Servo-n, Servo-u und Servo-i Beatmungsgeräten eingesetzt werden. Benötigt werden die NAVA-Software, das Edi-Modul und der Edi-Katheter. Die Screenshots in diesem Leitfaden stammen vom Servo-n mit Systemsoftwareversion 4.4.



Folgendes wird beschrieben:

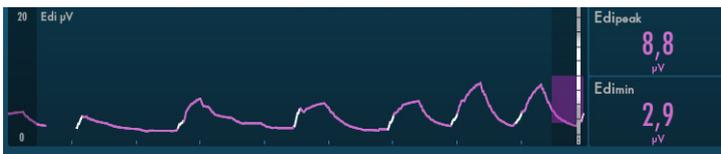
- Der physiologische Hintergrund von NAVA
- Wichtige zentrale Konzepte wie Edi-Signal und NAVA-Pegel
- Arbeitsablauf
- Edi-Katheter
- Invasive NAVA-Beatmung
- Nichtinvasive NAVA-Beatmung
- Einzigartige Funktionen von NAVA und NIV NAVA sowie nützliche Tipps für die Neugeborenenversorgung

NAVA-Terminologie

Edi ist die elektrische Aktivität des Zwerchfells und kann als Vitalzeichen für die Atmung betrachtet werden. Edipeak ist der höchste Wert des Edi-Signals während eines Atemzugs. Edimin stellt die spontane tonische Aktivität des Zwerchfells dar, die eine Derekrutierung der Alveolen während der Ausatemungsphase verhindert. Der NAVA-Pegel ist ein Verstärkungsfaktor, der das Edi-Signal in einen Proportionaldruck umwandelt.

NAVA kann sowohl in invasiver als auch nichtinvasiver Form bei allen Patient/-innen verwendet werden, die Beatmungsunterstützung benötigen (neonatale, pädiatrische und erwachsene Patient/-innen), vorausgesetzt, das elektrische Signal vom Gehirn zum Zwerchfell ist intakt und es gibt keine Kontraindikation für das Einführen/den Austausch einer nasogastralen Sonde.

Die Unterstützung von NAVA ist abgestimmt auf und synchronisiert mit den Atemanstrengungen des/der Patient/-in. Diese Atemarbeit wird durch das Edi-Signal dargestellt, das die elektrische Aktivität des Zwerchfells, dem wichtigsten Atemmuskel des Körpers, wiedergibt. Kenntnisse des Edi-Signals und seiner Umsetzung bei invasiven NAVA- und NIV-NAVA-Verfahren sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Beatmung mittels dieser Verfahren.



Physiologie des Edi-Signals

Bei der normalen Atmung startet die spontane Atmung mit einem Impuls, der vom Atemzentrum im Gehirn erzeugt wird. Dieser Impuls wird anschließend über die Phrenikusnerven übertragen und bewirkt eine elektrische Aktivierung des Zwerchfells (Erregung), was zu einer Muskelkontraktion führt. Das Zwerchfell kontrahiert in die Bauchhöhle, was zu einer Abwärtsbewegung führt, die einen negativen Alveolardruck und einen Lufteinstrom erzeugt.

Der muskulären Kontraktion des Zwerchfells geht stets ein elektrischer Impuls voraus, und diese elektrische Aktivierung wird durch Nervenstimuli und letztendlich durch das Atemzentrum im Gehirn gesteuert. Das Signal, das das Zwerchfell erregt, ist proportional zur integrierten Ausgabe des Atemzentrums im Gehirn und steuert die Tiefe und den zyklischen Ablauf der Atmung.

Da das Edi-Signal sich mit jedem Atemzug verändert, ändert sich auch der Unterstützungsdruck entsprechend. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Inspiration startet, sobald der/die Patient/-in einen Atemzug macht, und Gas fließt in die Lunge mit variablem Druck, proportional zum Edi-Signal des/der Patient/-in.



Wechsel von SIMV zu NAVA, Darstellung des Druckverlaufs.

Arbeiten mit dem Edi-Signal in NAVA

Die elektrische Aktivität des Zwerchfells, d. h. das Edi-Signal, wird durch einen speziellen Katheter (den Edi-Katheter) erfasst, der mit Elektroden ausgestattet ist. Der Edi-Katheter wird wie eine gewöhnliche Ernährungssonde über die Speiseröhre im Magen platziert.



Das von den Elektroden auf dem Katheter erfasste Signal wird vom Edi-Modul gefiltert und verarbeitet. Das verarbeitete Edi-Signal wird an das Beatmungsgerät übertragen, das anschließend, je nach gewähltem NAVA-Pegel, den/die Patient/-in proportional zu und synchron mit diesem Signal unterstützt.

Im Grunde verwendet NAVA das Edi-Signal zur Steuerung des Beatmungsgeräts und zur Unterstützung der Atemtätigkeit des Babys proportional und synchron zu dessen respiratorischem Antrieb.



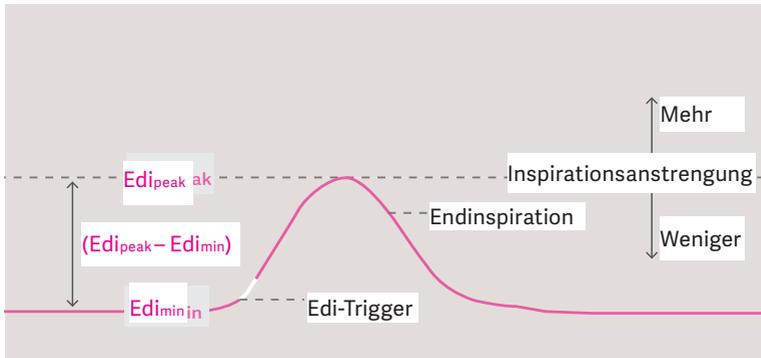
Das Edi-Signal dient als respiratorisches Vitalzeichen und ermöglicht:

- Eine kontinuierliche Überwachung des respiratorischen Antriebs.
- Entscheidungshilfe zur Anpassung der Unterstützung, um den/die Patient/-in zu entlasten.
- Objektive Entscheidungshilfen für In- und Extubationen.

Das Edi-Signal wird auf dem Bildschirm des Beatmungsgeräts angezeigt, sodass der/die Benutzer/-in dieses Vitalzeichen überwachen und die Synchronität zwischen Patient/-in und Beatmungsgerät beobachten und verfolgen kann.

Edi-Trigger

Sobald der eingestellte Edi-Triggerwert erreicht wird, beginnt das Beatmungsgerät mit der Unterstützung proportional zum Edi-Signal. Für eine kontinuierliche Proportionalität wird dabei der gewählte NAVA-Level als Multiplikationsfaktor verwendet. Beide NAVA-Modi, invasiv und nichtinvasiv, werden durch den Anstieg des Edi-Signalwertes getriggert, ausgehend vom niedrigsten Wert (Edi_{min}), und nicht von einem absoluten Edi-Pegelwert.



1. Der Edi-Trigger ist auf $0,5 \mu\text{V}$ über Edi_{min} eingestellt.
2. Die Expirationsphase beginnt bei 70 % des Edi_{peak} .

NAVA und NIV NAVA verwenden als sekundäre Quelle auch den pneumatischen Trigger, basierend auf Flow oder Druck. In Kombination mit dem Edi-Trigger geschieht dies auf chronologischer Basis („first come – first served“).

Der Atemzug wird entweder von Edi oder pneumatisch ausgelöst, durch Flow oder Druck. Die Unterstützung für den/die Patient/-in bleibt stets proportional zum Edi-Signal des/der Patient/-in. Die maximale Inspirationsdauer beträgt bei Neugeborenen 1,5 Sekunden.

Die Druckkurve bei NAVA und NIV NAVA folgt dem Muster des Edi-Signals. Die Expiration beginnt, wenn der Edi auf unter 70 % des Peaks abfällt (bei laufender Inspiration).

Trigger-Farben

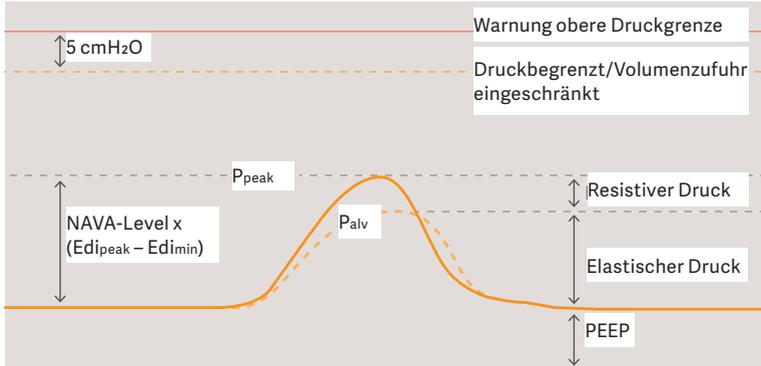
Wenn der Edi-Trigger aktiv ist, erscheint in der Statusleiste ein Symbol und die Edi-Kurve wird ebenfalls in weiß hervorgehoben.



Wenn es sich um einen pneumatisch getriggerten Atemzug (Flow oder Druck) handelt, wird die weiße Anzeige in der Druck- oder Flowkurve dargestellt und es gibt kein violettes Zwerchfellsymbol.



Während der Expirationsphase beeinflusst der Edi nicht die Beatmung, daher sollte der Anwender einen geeigneten PEEP-Wert eingeben. Der eingestellte Druck variiert aufgrund der Edi-Schwankungen während der gesamten Inspiration, ist jedoch auf 5 cmH₂O unterhalb der eingestellten oberen Druckgrenze (P_{peak}) begrenzt.



Solange beim/bei der Patient/-in ein Edi-Katheter gelegt ist, kann das Edi-Signal in allen Beatmungsmodi überwacht werden – invasiv und nichtinvasiv – sowie im Standby-Modus, einschließlich der Werte für Edipeak und Edimin.



High Flow-Therapie und Edi-Überwachung

NAVA

Bei der NAVA-Beatmung reguliert der/die Patient/-in die Atemfrequenz und das Tidalvolumen mit Unterstützung des Beatmungsgeräts.

Da sich das Edi-Signal mit jedem Atemzug verändert, ändert sich auch der Inspirationsdruck entsprechend. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Inspiration startet, sobald der/die Patient/-in einen Atemzug macht, und Gas strömt mit variablem Druck proportional zum Edi-Signal in die Lunge des/der Patient/-in.

Der NAVA-Level

Der NAVA-Level ist der Faktor, mit dem das Edi-Signal multipliziert wird, um den Grad der Unterstützung für den/die Patient/-in anzupassen. Diese Unterstützung verläuft proportional zum Edi des Patient/-in und folgt daher einem dem/der Patient/-in eigenen physiologischen Muster.

Der eingestellte NAVA-Level zeigt den Anteil der Atemanstrengungen, die das Beatmungsgerät für den/die Patient/-in übernimmt. Der geeignete NAVA-Level variiert je nach Patient/-in, da jede/-r Patient/-in einen unterschiedlichen Grad von Unterstützung benötigt. Auch bei ein und dem-/derselben Patient/-in ist von Zeit zu Zeit eine Anpassung erforderlich bzw. therapeutisch notwendig.

- Der NAVA-Level wird typischerweise auf Werte zwischen 1,0 und 3 $\text{cmH}_2\text{O}/\mu\text{V}$ eingestellt. Bei NIV NAVA ist der NAVA-Level im Allgemeinen niedriger als der, welcher für invasive NAVA eingestellt ist.
- Titrieren Sie einen angenehmen NAVA-Level und den Ed_{peak} auf 10–15 μV .
- Wenn der/die Patient/-in sich wohlfühlt und der $\text{Ed}_{\text{peak}} < 5 \mu\text{V}$ beträgt, senken Sie den NAVA-Level in Schritten von 0,2–0,3, bis der $\text{Ed}_{\text{peak}} > 5 \mu\text{V}$ beträgt.
- Erhöhen Sie bei erhöhter WoB und einem $\text{Ed}_{\text{peak}} > 20 \mu\text{V}$ den NAVA-Level in 0,2–0,3 Schritten, bis der/die Patient/-in sich wohlfühlt und der $\text{Ed}_{\text{peak}} < 15 \mu\text{V}$ beträgt.

Protokoll zur Verfügung gestellt von Howard Stein MD (Russell J. Ebeid Children's Hospital, Toledo, OH, USA) und Kimberly Firestone MSc, RRT (Akron Children's Hospital, Akron, OH, USA).

Start und Durchführung von NAVA

Das folgende Equipment ist erforderlich:

- Edi-Katheter (verschiedene Größen je nach Patientengröße)
- Edi-Modul
- Edi-Kabel

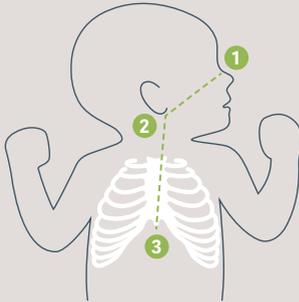


Edi-Katheterpaket



Edi-Modul und Edi-Kabel

NAVA-Arbeitsablauf



Einsetzen und Positionieren des Edi-Katheters

1. Verbinden Sie das Edi-Modul und das Edi-Kabel.
2. Führen Sie den Edi-Modul-Funktionstest durch.
3. Messen Sie den NEX-Abstand (Nase-Ohr-Xiphoid) in cm (**1 2 3**). Wenn Sie das in der Verpackung enthaltene Maßband verwenden, wird die Einführungstiefe angezeigt. Beachten Sie, dass es eine Seite für die orale Einführung und eine Seite für die nasale Einführung gibt. Wenn Sie ein normales Maßband verwenden, kann das Berechnungstool auf der Benutzeroberfläche verwendet werden.
4. Bestimmen Sie die Einführungslänge.
5. Den Edi-Katheter einige Sekunden lang mit Wasser benetzen und einführen. Keine andere Substanz als Wasser auf den Edi-Katheter auftragen. Gleitmittel, Gels oder Lösungsmittel können die Beschichtung zerstören und den Kontakt mit den Elektroden beeinträchtigen.
6. Verbinden Sie das Edi-Kabel mit dem Katheter.
7. Die Position im Katheter-Positionierungsfenster überprüfen.
8. Die Position des Edi-Katheters als Ernährungssonde gemäß den Krankenhausrichtlinien überprüfen.
9. Fixieren Sie ihn am/an der Patient/-in und notieren Sie die Einführungslänge am Edi-Katheter-Positionierungsfenster.
10. Prüfen Sie regelmäßig die Position.

Einsetzen und Positionieren des Edi-Katheters

Den richtigen Edi-Katheter für den/die Patient/-in auswählen. Die Größe und das Gewicht des/der Patient/-in müssen bekannt sein. Die unten stehende Tabelle enthält weitere Details.

Die verschiedenen Kathetergrößen sind auf den Verpackungsetiketten und auch auf dem Edi-Katheter-Einführungsfenster auf der Benutzeroberfläche angegeben.

Anmerkung: Verwenden Sie bei Neugeborenen unter 1000 g einen Edi-Katheter 6 Fr/49 cm.

Patientengröße	Patientengewicht	Edi-Kathetergröße
< 55 cm	0,5–1,5 kg	6 Fr 49 cm
< 55 cm	1,0–2,0 kg	6 Fr 50 cm
< 55 cm	1,0–2,0 kg	8 Fr 50 cm
45–85 cm		8 Fr 100 cm

Anmerkung: Gelber Hinweis, wenn der Edi-Katheter nicht dem Gewicht des/der Patient/-in entspricht.



Setzen Sie das Edi-Modul in das Servo-u, -n oder -i Beatmungsgerät ein und schließen Sie das Edi-Kabel an. Führen Sie den Edi-Modul-Funktionstest durch.

Positionierung des Edi-Katheters

Das Fenster Edi-Katheterpositionierung öffnen.

Anhand der EKG-Kurven die Position des Edi-Katheters überprüfen:

- Überprüfen, ob die P- und QRS-Kurven der oberen Ableitungen sichtbar sind und ob auf den unteren Ableitungen die P-Kurven verschwinden.
- Bei Bedarf die Position des Edi-Katheters leicht korrigieren. Wenn die violette Zwerchfellaktivitätszone auf die mittleren EKG-Ableitungen ausgerichtet ist und diese während einer Inspiration eine violett hervorgehobene Edi-Aktivität anzeigen, kann der Edi-Katheter fixiert werden.

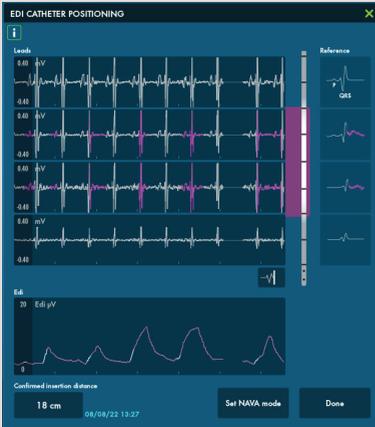


Anzeige der Zwerchfellaktivität.

Vergleichsgrafiken, statischer EKG-Komplex.

- Falls er noch nicht richtig liegt, die Position des Edi-Katheters vorsichtig korrigieren: Wenn die oberen Ableitungen violett hervorgehoben sind, wird das stärkste Signal von den oberen Elektroden aufgenommen, da der Katheter zu tief eingeführt ist. Den Edi-Katheter vorsichtig in kleinen Schritten von je 0,5–1,5 cm zurückziehen, bis die violetten Markierungen in den mittleren Ableitungen liegen. Oberhalb der Katheterdarstellung im Fenster ist ebenfalls ein nach oben weisender Positionierungspfeil sichtbar. Der Katheter sollte daraufhin vorsichtig herausgezogen werden.

Positionierungsfenster



Korrekte Position

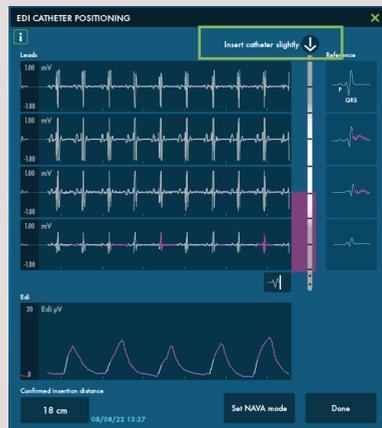
Achten Sie auf eine abnehmende EKG-Amplitude von der 1. bis zur 4. Ableitung und das Vorhandensein einer violetten Markierung in der 2. und 3. Ableitung (diese kann gelegentlich zur 1. und 4. Ableitung schwanken).

Neupositionierung



Zu tief

Leicht herausziehen.
QRS wird von den oberen zu den unteren Ableitungen kleiner.



Nicht tief genug

Etwas tiefer einführen.
QRS wird von den oberen zu den unteren Ableitungen größer.

Positionierung des Edi-Katheters

Die Symbole auf der Darstellung des Edi-Katheters und die farbliche Hervorhebung an der Elektrode zeigen an, wo das Edi-Signal am stärksten ist.

Falls kein Edi-Signal ermittelt wird, ist keine solche Markierung zu sehen. Bitte beachten, dass die farbliche Hervorhebung auf der Elektrode sich schneller ändert als die Symbole auf dem Edi-Katheter.

Pfeilmarkierung

Withdraw catheter slightly



Außerdem ist ein nach oben weisender Positionierungspfeil sichtbar. Der Katheter sollte daraufhin vorsichtig nach oben bewegt werden. Wenn die unteren Ableitungen violett hervorgehoben sind, den Edi-Katheter auf ähnliche Weise hineinschieben, bis die violetten Markierungen in der Mitte liegen.

Insert catheter slightly



Außerdem ist ein nach unten weisender Positionierungspfeil sichtbar. Der Katheter sollte daraufhin vorsichtig nach unten bewegt werden.

Edi-Katheter-Positionierhilfe-Pfeile (nicht sichtbar, wenn sich der Katheter in der richtigen Position befindet).

WICHTIG:

Nur wenn ein zuverlässiges Edi-Signal vorliegt, können die Positionierungspfeile zur Anpassung der Katheterposition verwendet werden. Wenn das Edi-Signal schwach oder nicht vorhanden ist, sollten die Pfeile nicht verwendet werden, um die Katheterposition anzupassen.

Beim Überprüfen der Position des Edi-Katheters stets das Krankenhausprotokoll befolgen, wenn der Edi-Katheter als Ernährungssonde verwendet wird.

In der Patientenakte die eingeführte Länge notieren und die Position am Edi-Katheter markieren und/oder die Länge am Bildschirm als endgültigen Abstand eingeben.

- Den Edi-Katheter sorgfältig befestigen und darauf achten, dass er dabei nicht mehr von der Stelle bewegt wird, um Störungen bei der Edi-Überwachung zu vermeiden.

PEdi – Geschätzter Druck

Das Edi-Signal kann in jedem Modus überwacht werden. In der obersten Druckkurve werden zwei Kurven gleichzeitig dargestellt. Die graue Kurve zeigt den auf Edi (PEdi) und dem eingestellten NAVA-Pegel beruhenden geschätzten Druck, und die gelbe Kurve ist der aktuelle Atemwegsdruck des/der Patient/-in im ausgewählten konventionellen Modus. Dies kann verwendet werden, um die Synchronität der Atemzüge zu bewerten.



Das Edi-Signal bewerten. Ein schwaches oder nicht vorhandenes Edi-Signal kann auf Folgendes zurückzuführen sein:

- Hyperventilation
- Sedierung
- Muskelrelaxanzien
- Neurale Störungen

Bedienelemente

Während der Beatmung wird die Edi-Kurve auf dem Bildschirm angezeigt. Daneben werden die relevanten Edipeak- und Edimin-Werte als numerische Werte ausgegeben.



Schnellzugriff zur Positionierung des Edi-Katheters

Edipeak- und Edimin-Durchschnittswert

Prüfen, ob die Edi-Skalierung fest eingestellt ist. Diese Funktion wird durch längeres Drücken der Edi-Kurve aufgerufen. Das empfohlene Niveau beträgt 20 μ V. Stellen Sie einen ausreichend hohen oberen Grenzwert auf der Skala ein, dort wo das Edi-Signal nicht vollständig sichtbar ist.

Durch Tippen auf den grünen Pfeil werden die Durchschnittswerte von Edipeak und Edimin angezeigt.



Durchschnittswert Edipeak

Der Mittelwert von Edipeak für alle Atemzüge während der letzten 60 Sekunden.

Durchschnittswert Edimin

Der Mittelwert von Edimin für alle Atemzüge während der letzten 60 Sekunden.

Invasive Beatmung mittels NAVA

Beatmungsform einstellen

Die Backup-Beatmung bei NAVA ist druckkontrolliert.

Das Apnoe-Management ist bei NAVA und NIV NAVA identisch.



Es werden folgende Parameter in NAVA eingestellt:

- Sauerstoffkonzentration (%)
- PEEP (cmH₂O)
- NAVA-Level
- Edi-Trigger
- Trigger

PC Backup-Einstellungen:

- Apnoe-Zeit (s)
- Backup-Atemfrequenz (AZ/Min)
- Backup PC über PEEP (cmH₂O)
- Backup I:E oder Ti (s)

Der NAVA-Level

Der NAVA-Level wird in der Regel auf einen Wert zwischen 1,0 und 3 cmH₂O/ μ V eingestellt. Bei NIV NAVA ist der NAVA-Pegel im Allgemeinen niedriger als der, welcher für invasive NAVA eingestellt ist.

- Titrieren Sie einen angenehmen NAVA-Level und den Edipeak auf 10–15 μ V.
- Wenn der/die Patient/-in sich wohlfühlt und der Edipeak < 5 μ V beträgt, senken Sie den NAVA-Pegel in Schritten von 0,2–0,3, bis der Edipeak > 5 μ V beträgt.
- Erhöhen Sie bei erhöhter WoB und einem Edipeak > 20 μ V den NAVA-Pegel in 0,2–0,3 Schritten, bis der/die Patient/-in sich wohlfühlt und der Edipeak < 15 μ V beträgt.

Protokoll zur Verfügung gestellt von Howard Stein MD (Russell J. Ebeid Children's Hospital, Toledo, OH, USA) und Kimberly Firestone MSc, RRT (Akron Children's Hospital, Akron, OH, USA).

PEEP einstellen und optimieren

Zunächst denselben PEEP wie in den vorherigen Beatmungseinstellungen einstellen. Wenn Edimin konstant > 1 μ V beträgt (als Zeichen tonischer Zwerchfellaktivität zur Aufrechterhaltung der FRC), PEEP erhöhen.

Apnoe-Zeit einstellen

Wenn die Atmung unregelmäßig und der/die Patient/-in instabil ist, kann die Apnoe-Verzögerung auf 2 Sekunden verkürzt werden. Dies führt zu Backup-Atemzügen nach jeder 2-sekündigen Apnoe, bis der nächste spontane Atemzug auftritt, der durch das Edi-Signal angezeigt wird. Passen Sie den Wert je nach klinischer Indikation an (Mindestfrequenz – 2 Sekunden = 30 bpm, 1 Sekunde = 60 bpm).

Stellen Sie jedoch sicher, dass die Backup-Beatmung den/die Patient/-in nicht überbeatmet, wodurch die Spontanatmung verhindert (und die Backup-Beatmung beim/bei der Patient/-in unnötigerweise aufrechterhalten) würde.

Die Trends zeigen die Anzahl der Backup-Perioden und die prozentuale Zeit, die der/die Patient/-in pro Minute im Backup war. Wenn der/die Patient/-in stabil ist und häufig zwischen Backup- und NAVA-Unterstützung wechselt, können Sie die Apnoezeit verlängern, um die Backup-Beatmung zu verringern.

Backup-Einstellungen

Passen Sie die Backup-Einstellungen unter Berücksichtigung der Pre-NAVA-Einstellungen und des Genesungsprozesses des/der Patient/-in entsprechend an.

Edi-Trigger

Vermeiden Sie eine „Selbst-Triggerung durch Artefakte“, die auftreten kann, wenn der Trigger zu niedrig ist (niedrigere Zahl bedeutet empfindlicher). Der Edi-Trigger-Standardwert beträgt 0,5 uV.

Entwöhnung der Patient/-innen von NAVA

Verringern Sie den NAVA-Level, wenn sich der Lungenstatus des/der Patient/-in verbessert. Senken Sie den NAVA-Level in Schritten von 0,2–0,3 cmH₂O/μV. Reduzieren Sie die Backup-Einstellungen, wenn Sie sich häufig im Backup-Modus befinden. Sobald ein NAVA-Level von 0,5–1 cmH₂O/μV erreicht ist, extubieren und NIV NAVA verwenden sowie von NIV NAVA zu CPAP oder High Flow wechseln. Halten Sie die lokalen Richtlinien und das Entwöhnungsprotokoll ein. Beachten Sie den NAVA-Level und Edi als Entscheidungskriterien. Überwachen Sie das Edi-Signal bei CPAP oder High Flow-Therapie.



Prozent (%) der Zeit in Backup-Beatmung

Dies gibt die Zeitdauer in (%) an, die sich das Neugeborene im Backup/min befindet. Wenn die prozentuale Zeit in der Backup-Beatmung/min hoch und die Anzahl der Umschaltungen auf Backup/min niedrig ist, ist das Neugeborene möglicherweise nicht bereit für die Entwöhnung (das Neugeborene befindet sich überwiegend im Backup). Wenn die prozentuale Zeit in der Backup-Beatmung/min niedrig ist, kann das Neugeborene durch Verlängerung der Apnoe-Zeit entwöhnt werden. Wenn sowohl die prozentuale Zeit im Backup als auch die Anzahl der Umschaltungen auf Backup/min hoch ist, kann das Neugeborene durch Verlängerung der Apnoe-Zeit entwöhnt werden.

Atemfrequenztrend

Der Atemfrequenztrend kann auch verwendet werden, um zu bestimmen, wie lange sich das Neugeborene in NAVA im Vergleich zur Backup-Beatmung befindet. In NAVA ist die gemessene und die spontane Atemfrequenz gleich. In der Backup-Beatmung ist die gemessene Atemfrequenz höher als die spontane Atemfrequenz.



NIV NAVA

Einführung in NIV NAVA

NIV NAVA ist nicht auf ein pneumatisches Signal angewiesen. Sowohl Triggering als auch Endinspiration des Atemzugs basieren auf dem Edi-Signal und werden deshalb nicht durch Leckage beeinträchtigt.

Es gibt verschiedene Arten von Beatmungsinterfaces für den/die Patient/-in. Bei Neugeborenen werden meistens Nasenbrillen oder -masken verwendet.

Start von NIV NAVA

Beatmungsmodus einstellen

Druckkontrolle ist die Backup-Beatmung bei NIV NAVA.

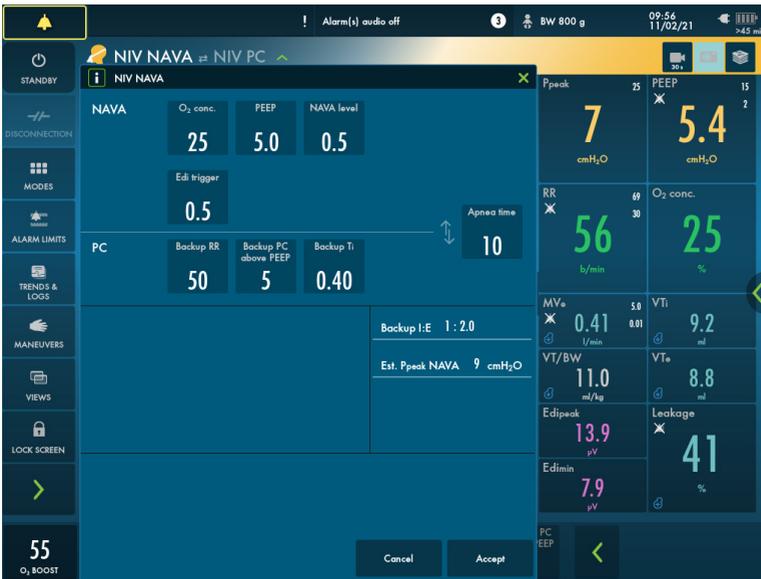
Das Apnoe-Management ist bei NAVA und NIV NAVA identisch.

Die Leckagerate-Alarmfunktion ist nur in der NIV NAVA Neugeborenen-Kategorie verfügbar.

WICHTIG:

Bei NIV NAVA führen kleine Tidalvolumina in Verbindung mit hoher Leckage zur Verringerung der Genauigkeit der Expirationmessung.





Es werden folgende Parameter in NIV NAVA eingestellt:

1. Sauerstoffkonzentration (%)
2. PEEP (cmH₂O)
3. NAVA-Level
4. Edi-Trigger

PC Backup-Einstellungen:

5. Apnoe-Zeit (s)
6. Backup-Atemfrequenz (AZ/Min)
7. Backup PC über PEEP (cmH₂O)
8. Backup I:E oder Ti (s)



Der NAVA-Level

Die NAVA-Level bei NIV NAVA sind normalerweise niedriger als bei invasiver NAVA (0,5–1,0 $\mu\text{V}/\text{cmH}_2\text{O}/\mu\text{V}$).

- Wenn $E_{\text{dipeak}} < 5 \mu\text{V}$ beträgt, reduzieren Sie den NAVA-Level.
- Wenn $E_{\text{dimin}} > 20 \mu\text{V}$ beträgt, erhöhen Sie den NAVA-Level.

Die Änderungen des NAVA-Levels sollten in Schritten von 0,1–0,2 $\mu\text{V}/\text{cmH}_2\text{O}$ mit einigen Atemzügen zwischen den einzelnen Schritten erfolgen.

Protokoll zur Verfügung gestellt von Howard Stein MD (Russell J. Ebeid Children's Hospital, Toledo, OH, USA) und Kimberly Firestone MSc, RRT (Akron Children's Hospital, Akron, OH, USA).

Vor Beginn der Beatmung ist es wichtig, das Alarmprofil einschließlich der Apnoe-Zeiteinstellung zu überprüfen.

Es ist wichtig, für den Druck eine geeignete Obergrenze zu setzen. Der verfügbare Druck liegt bis maximal 5 cmH₂O unterhalb der voreingestellten oberen Druckgrenze. Der maximale Spitzendruck beträgt 70 cmH₂O.

Der verfügbare Druck liegt daher bis maximal 5 cmH₂O unterhalb der voreingestellten oberen Druckgrenze.

Da die Leckage bei der nichtinvasiven Beatmung oft schwankt, werden möglicherweise häufig Alarmer ausgelöst, was sich, insbesondere für den/die Patient/-in, als störend erweisen kann. Es ist deshalb möglich, hörbare Alarmer auf „Ton aus“ zu setzen. Drücken Sie dazu auf das Glockensymbol des entsprechenden Alarms. Dies gilt für alle Patientenalarmer mit Ausnahme der oberen Druckbegrenzung.

Diskonnektionsflow

Es kann zu einem Diskonnektionsflow kommen, wenn ein/eine Patient/-in vom Beatmungsinterface und dem Beatmungsgerät getrennt wird. Der Diskonnektionsflow kann im Biomed-Konfigurationsmenü konfiguriert werden.

Der Diskonnektionsflow kann im Fenster „Startup-Konfiguration bearbeiten“ eingestellt werden. Die folgenden Einstellungen sind möglich:

- Niedriger Flow: 7,5 l/min
- Hoher Flow: 15 l/min
- Deaktiviert – Keine Beatmungsunterbrechung im Falle einer hohen Leckage. Das Beatmungsgerät unterstützt die Atmung selbst bei einer großen Leckage weiter.

Alarmer

Alarm Volumenzufuhr eingeschränkt

Volumenzufuhr ist eingeschränkt erscheint als Textmeldung, die unter NAVA bei einem Pegel von 5 cmH₂O unterhalb der festgelegten oberen Druckgrenze aktiviert wird. Der verfügbare Druck liegt daher bis maximal 5 cmH₂O unterhalb der voreingestellten oberen Druckgrenze.

NAVA ⇌ PC ✓

ALARM LIMITS

P_{peak} (cmH₂O)

40

50

16

PRESSURE LIMIT ✕

In PRVC, VS, NAVA and NIV NAVA, the available pressure is limited to 5 cmH₂O below the set upper pressure limit. If this level is reached, the ventilator will deliver as much volume as possible at this pressure.

1 2 3

1. Upper pressure limit
2. Volume delivery restricted alarm or message
3. 5 cmH₂O difference

Die folgenden Alarmer können abgeschaltet werden:

- Leckage zu hoch
- Exsp. Minutenvolumen niedrig
- Exsp. Minutenvolumen hoch
- Inspir. Tidalvolumen zu hoch

Keine Inspirationsanstrengung

Wenn das Edi-Signal schwach ist, löst das Beatmungsgerät nach der festgesetzten Apnoe-Zeit einen Alarm mittlerer Priorität aus und die Meldung „Keine Inspirationsanstrengung“ erscheint auf dem Bildschirm. Das Beatmungsgerät schaltet automatisch zur Backup-Beatmung um.



Die Druckkontrolle ist der Backup-Modus bei NIV NAVA.

Sobald das Beatmungsgerät wieder ein gültiges Edi-Signal erkennt, schaltet es automatisch von der Backup-Beatmung zu NIV NAVA zurück. Die Anzahl der Wechsel zwischen NIV NAVA und Backup-Modus ist nicht begrenzt.

Der Alarm Keine Inspirationsanstrengung kann in NAVA und NIV NAVA nur in der Neugeborenen-Patientenkategorie abgeschaltet werden.

Wenn der Alarm Keine Inspirationsanstrengung in NAVA ausgeschaltet wird, dann wird der Alarm Keine regelmäßige Inspirationsanstrengung ebenfalls automatisch ausgeschaltet.

Ein Dialogfenster Backup-Beatmung aktiv – Beatmungseinstellungen überprüfen oder weiter im Unterstützungs-Modus wird auf dem Bildschirm angezeigt. Das Dialogfeld bleibt solange geöffnet und das Beatmungssystem bleibt im Backup-Modus, bis Sie eine Auswahl treffen.



Warnung: Wenn die Edi-Aktivität nicht mit Druck und Flow synchron ist, kann dies bedeuten, dass der Edi-Katheter falsch positioniert ist und die elektrische Aktivität eines anderen Muskels registriert. Dies wird durch einen Alarm angezeigt.

Leckage außerhalb des Bereichs

Das Beatmungsgerät gleicht Leckagen von bis zu 25 l/min bei Neugeborenen aus. Falls es zu einer übermäßigen Leckage kommt (> 25 l/min für Neugeborene bei der Expiration) oder die Verbindung zum/zur Patient/-in unterbrochen wird, setzt das Gerät die Beatmung aus und gibt einen Alarm von hoher Priorität ab. Ein Dialogfenster wird geöffnet und gibt an, dass die Leckage zu hoch ist und die Patientenschläuche zu prüfen sind. Oben auf der Anzeige erscheint zudem die Meldung Leckage außerhalb des Bereichs. In diesem Fall wird ein kontinuierlicher Diskonnektionsflow abgegeben. Dieser basiert auf der Einstellung der Funktion Diskonnektionsflow in der Startup-Konfiguration. Der Diskonnektionsflow kann auch deaktiviert werden.



Apnoe-Audioverzögerung

Leckage zu hoch

Katheterposition überprüfen/Edi ungültig

Ein weiterer Alarm hoher Priorität betrifft den Edi-Katheter. Er wird ausgelöst, wenn kein verwertbares gültiges Edi-Signal vom Gerät erkannt wird, beispielsweise wenn der Edi-Katheter oder das Edi-Kabel versehentlich entfernt wurden. Das Beatmungsgerät schaltet daraufhin zur Backup-Beatmung um und es erscheint ein Dialogfeld. Nachdem der Edi-Katheter wieder angeschlossen wurde und ein gültiges Edi-Signal erkannt wird, schaltet das Gerät wieder in den NIV-NAVA-Modus zurück.

Wenn die Edi-Aktivität nicht mit Druck und Flow synchron ist, kann dies bedeuten, dass der Edi-Katheter falsch positioniert ist und die elektrische Aktivität eines anderen Muskels registriert. Dies wird angezeigt durch den Alarm Inkonsistentes Edi-Signal für NAVA und für NIV NAVA durch den Alarm Edi-Signal ungültig.

Apnoe-Audioverzögerung

Es ist auch möglich, eine Apnoe-Audioverzögerung zwischen 0 und 30 Sekunden festzusetzen. Falls beispielsweise eine Apnoe-Audioverzögerung von 20 Sekunden festgelegt wurde und die Apnoezeit ebenfalls auf 10 Sekunden eingestellt wurde, wird das Beatmungsgerät nach 10 Sekunden ohne Edi-Signal den optischen Alarm „Keine Inspirationsanstrengung“ auslösen und die Meldung „Akust. Alarm abgeschaltet“ anzeigen. Falls innerhalb von 20 Sekunden kein Edi-Signal erkannt wird, wird ein akustisches Alarmsignal hoher Priorität ausgelöst.

Der Alarm Keine Inspirationsanstrengung kann nur in der Neugeborenen-Patientenkategorie verzögert werden. Die Einstellung wird durch Antippen von Apnoe-Audioverzög. vorgenommen, die unten im Fenster ALARMGRENZEN angezeigt wird.

Leckage zu hoch

Der Alarm „Leckage zu hoch“, der auftritt, wenn in NIV NAVA die Leckagerate 95 % übersteigt, und abgeschaltet werden kann.

Hinweis: Wenn Sie „Leckage zu hoch“ im Alarmfenster nicht finden, müssen Sie die Konfiguration des Beatmungsgeräts ändern.



Alarmmeldung	Mögliche Ursachen	Checkliste Alarm-Management
Edi-Signal ungültig.	Die Backup-Beatmung ist aufgrund eines ungültigen Edi-Signals aktiviert.	Katheterposition überprüfen.
Edi-Signalinterferenz aus EKG.	Die Backup-Beatmung ist aufgrund einer Interferenz des EKG-Signals aktiviert.	Die Backup-Beatmung ist aufgrund einer Interferenz des EKG-Signals aktiviert. Edi-Katheterposition überprüfen.
Keine Inspirationsanstrengung.	Eine Apnoe hat das Beatmungsgerät veranlasst, zur Backup-Beatmung zu wechseln.	Patient/-in überprüfen. Einstellungen des Beatmungssystems überprüfen.
Keine regelmäßige Inspirationsanstrengung.	Das Beatmungsgerät hat innerhalb von zwei Minuten viermal zwischen unterstützter und Backup-Beatmung gewechselt. Der/die Patient/-in hat während zwei aufeinanderfolgender Backup-Zeiträume nur jeweils einen Atemzug getriggert, um diese zu unterbrechen.	
Edi-Modul ausgesteckt.	Das Edi-Modul ist nicht ordnungsgemäß angeschlossen.	
Edi-Modulfehler.	Hardware-Fehler im Edi-Modul.	Das Edi-Modul ersetzen.
Edi-Katheterfehler.		Tauschen Sie den Edi-Katheter aus.
Volumenabgabe ist begrenzt.	Der Druck ist auf 5 cmH ₂ O unterhalb der eingestellten oberen Druckgrenze begrenzt.	Einstellungen des Beatmungssystems überprüfen. Eingestellte Alarmgrenzen überprüfen.
Kein Edi-Katheter angeschlossen.	Der Edi-Katheter ist nicht ordnungsgemäß angeschlossen.	Edi-Katheteranschluss überprüfen.
Edi-Überwachung nicht aktiv.	NAVA-Modus ist aktiviert, jedoch kein Edi-Modul und/oder Edi-Katheter angeschlossen.	Ändern Sie den Beatmungsmodus. Das Edi-Modul einsetzen.



Tipps zu den Funktionen und der Handhabung von NAVA und NIV NAVA

Edi-Katheter als Ernährungssonde verwenden

Der Edi-Katheter ist eine Einweg-Ernährungssonde mit einem Array von 10 Elektroden (neun Mess- und eine Referenzelektrode). Der Edi-Katheter wurde für einen Einsatz von 5 Tagen validiert, sowohl zur Ernährung, als auch bei der Verwendung der NAVA-Funktion.

Absaugung

Während des Absaugens, oder falls die Verbindung zum/zur Patient/-in unterbrochen wurde, ist es wichtig, die Diskonnektionsfunktion zu verwenden, um zu vermeiden, dass Alarmer ausgelöst werden.

Husten und Schluckauf

Wenn ein/-e Patient/-in an Schluckauf leidet, kann dies das Beatmungsgerät triggern und kurzzeitig die Unterstützung aktivieren. Wenn ein/-e Patient/-in hustet, liefert NAVA während der dem Husten vorausgehenden Inspirationsphase Unterstützung, und das Expirationsventil öffnet sich während des eigentlichen Hustenvorgangs. Die üblichen Sicherheitsmechanismen, wie obere Druckgrenze, sind vorhanden, um bei eingeschaltetem NAVA-Modus auf den Husten zu reagieren.

Edi-Katheter entfernt oder falsch positioniert

Wenn der Edi-Katheter entfernt oder verschoben wird, wechselt das Beatmungsgerät in den Backup-Modus.

Fehlerbehebung

Parameter	Suche nach der Ursache	Management
Hoher $Edi_{peak} > 20 \mu V$	• Erhöhte WoB	• NAVA-Level erhöhen, P_{peak} -Alarmgrenze erhöhen
	• Unzureichende Backup-Unterstützung	• Backup-Druck erhöhen
	• NIV-Behandlung fehlgeschlagen	• Intubieren und NAVA verwenden
	• Beschwerden und Schmerzen	• Evtl. leichte Analgetika verabreichen
	• Edi-Katheter verschoben	• Edi-Katheter neu positionieren
Niedriger $Edi_{peak} < 5 \mu V$	• Übermäßige Beatmungsunterstützung	• NAVA-Level reduzieren
	• Schlechter Atemantrieb	• Backup-Unterstützung verringern
	• Sedierung zu stark	• Sedierung reduzieren
Edi_{min} konstant $> 5 \mu V$	Atelektase	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher F_iO_2 – PEEP um 1 erhöhen • Patient/-in klinisch stabil – keine Veränderung vornehmen

Protokoll zur Verfügung gestellt von Howard Stein MD (Russell J. Ebeid Children's Hospital, Toledo, OH, USA) und Kimberly Firestone MSc, RRT (Akron Children's Hospital, Akron, OH, USA).

Hohe Atemfrequenz

Typische Gründe für eine hohe Atemfrequenz sind:

- Bei NAVA ist die Atemfrequenz im Vergleich zur Druckunterstützung in der Regel höher, da bei NAVA keine vergeblichen Atemanstrengungen unternommen werden. Darüber hinaus sind Tidalvolumina für den/ die Patient/-in physiologisch und die Wirkung des Hering-Breuer-Reflexes auf die Atemfrequenz ist geringer.
- Es gibt keine Möglichkeit (und keine Notwendigkeit), die Atemfrequenz in NAVA zu begrenzen.
- Es ist anzumerken, dass eine hohe Atemfrequenz und insbesondere ein chaotisches Atemmuster charakteristisch für NAVA sind und nicht routinemäßig als Unruhe, sondern nur als physiologisches Atemmuster für diesen/diese bestimmte/-n Patient/-in angesehen werden sollten.

Hohe Atemfrequenz

Mögliche Ursachen für eine akute Änderung der Atemfrequenz sind:

- Akute Veränderung des Lungenstatus
- Schmerzen
- Beschwerden
- Übelkeit
- Fieber

Pneumatische Triggerung bei NAVA

Typische Gründe für die pneumatische Triggerung bei NAVA sind:

- Bei NAVA unterstützt das Beatmungsgerät nach dem Prioritätsprinzip. Wenn der Inspirationsflow vor einem Anstieg des Edi-Signals erkannt wird, wird der Atemzug durch Flowtriggerung ausgelöst. Wenn jedoch ein Edi-Signal vorliegt, bleibt der abgegebene Atemzug stets proportional zum Edi-Signal, unabhängig davon, wie er ausgelöst wird.
- Der pneumatische Trigger sollte für jede/-n Patient/-in individuell auf das optimale Niveau eingestellt werden.

Spezielle Gruppen von Patient/-innen

Einige klinische Zustände, die die Zwerchfellfunktion schwächen (z. B. Zustand nach einer Zwerchfellhernie, Myopathien usw.), können zu einer Situation führen, in der der/die Patient/-in den Edi_{peak} auch bei unzureichender Unterstützung oder Hypoventilation nicht erhöhen kann. Für diese Patient/-innen muss der richtige NAVA-Pegel anhand des Patientenkomforts, der Blutgaswerte und des klinischen Zustands beurteilt werden.



Glossar

Abkürzung	Bedeutung
EKG	Elektrokardiogramm, Aufzeichnung der elektrischen Herzaktivität.
Edi	Elektrische Aktivität des Zwerchfells.
Edipeak	Der höchste Wert des Edi-Signals während eines Atemzugs.
Edimin	Der niedrigste Wert des Edi-Signals während eines einzelnen Atemzyklus.
Fr	Abkürzung für French Die Katheterskala French wird üblicherweise zur Messung des Außendurchmessers von zylindrischen medizinischen Instrumenten, einschließlich Kathetern, verwendet. In Millimetern ist der Durchmesser gleich der Anzahl von French-Einheiten, dividiert durch 3.
MV	Minutenvolumen.
MVe	Exsp. Minutenvolumen.
NAVA	Neurally adjusted ventilatory assist (neural regulierte Beatmungsunterstützung), ein optionaler Modus für die Beatmungsgeräte Servo-u/-n und -i, der die normale Beatmung nachahmt und die Interaktion zwischen Patient/-in und Beatmungsgerät verbessert.
NAVA-Level	Der „Verstärkungsfaktor“, mit dem das Edi-Signal des/der Patient/-in multipliziert wird, um Unterstützung proportional zur Atemanstrengung des/der Patient/-in zu liefern.
NEX	Besondere Messmethode, die entwickelt wurde, um das Einsetzen und Positionieren des Edi-Katheters zu erleichtern. Der gemessene Abstand vom Nasenrücken zum Ohrläppchen und von dort zum Processus xiphoideus.
NIV NAVA	Nichtinvasive neural regulierte Beatmungsunterstützung (NAVA, Neurally Adjusted Ventilatory Assist).
P _{mean}	Mittlerer Atemwegsdruck.
P _{peak}	Maximaler Inspirationsdruck.
Peep	Positiver endexpiratorischer Druck, gemessen in cmH ₂ O.
Ti/Ttot	Verhältnis von Inspirationszeit zu Gesamtdauer des Atmenzyklus.
Trigg.- Edi	Neural ausgelöste Unterstützung (d. h. vom Edi-Signal des/der Patient/-in ausgelöst, anstatt pneumatisch), wird durch eine Zunahme der Edi von Edimin aus getriggert, anstatt von einem absoluten Level aus.
VT	Tidalvolumen, d. h. das mit jedem normalen Atemzug ein- und ausgeatmete Volumen.
TVe	Exsp. Tidalvolumen.
VTi	Inspiratorisches Tidalvolumen.



Getinge ist ein weltweit führender Anbieter von innovativen Lösungen für Operationssäle, Intensivstationen, Krankenhaus-Pflegestationen, Sterilisationsabteilungen sowie für Unternehmen und Institutionen im Bereich Life Science. Auf der Grundlage von Erfahrungen aus erster Hand und engen Partnerschaften bietet Getinge innovative Gesundheitslösungen, die den Alltag der Menschen nicht nur heute, sondern auch morgen verbessern.

Manufacturer · Maquet Critical Care AB · Röntgenvägen 2 SE-171 54 Solna · Sweden · +46 (0)10 335 73 00

Ihren lokalen Getinge-Vertriebspartner finden Sie unter der folgenden Adresse:

Getinge Deutschland GmbH · Kehler Str. 31 · 76437 Rastatt · Deutschland · +49 7222 932-0 · info.vertrieb@getinge.com

Getinge Österreich GmbH · Lemböckgasse 49 · 1230 Wien · Österreich · +43 1 8651487-0 · info-at@getinge.com

Getinge Schweiz AG · Quellenstrasse 41b · 4310 Rheinfelden · Schweiz · +41 71 335 03 03 · info@getinge.ch

www.getinge.de