

Mit Zwerchfellüberwachung

die maschinelle Beatmung verbessern

Die Atemunterstützung ist eine lebensrettende Maßnahme auf der ITS, aber ohne das richtige Gleichgewicht erhöht sich auch das Risiko negativer Ergebnisse. Hier kann die Zwerchfellüberwachung helfen, da sie das Vitalzeichen der Atmung und ein Marker für Ergebnisse wie Krankenhaussterblichkeit und längere Entwöhnung ist.

Die klinische Auswirkung einer Zwerchfellschädigung

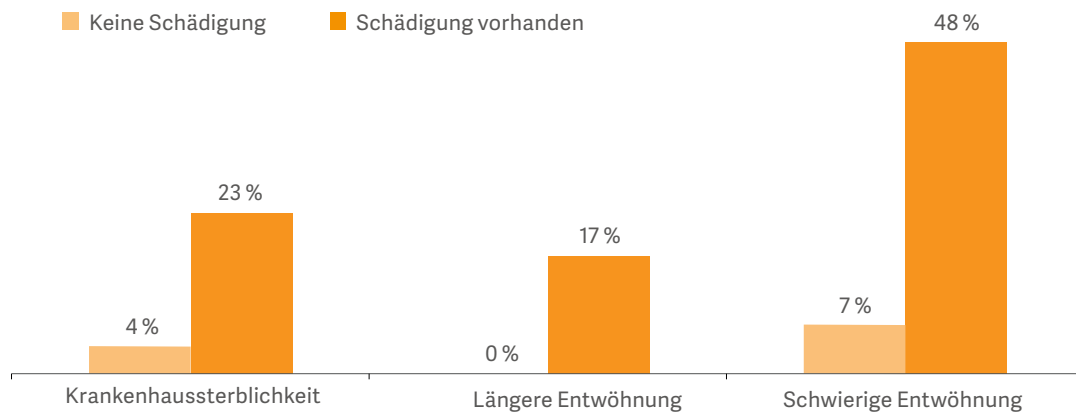


Abbildung 1

Eine Zwerchfellschädigung erhöht das Risiko für schlechtere Behandlungsergebnisse deutlich, wie z. B. schwierige Entwöhnung, längere Entwöhnungsdauer und höhere Krankenhaussterblichkeit.^{1,2} 23–84 % aller Patienten zeigen eine starke Schädigung des Zwerchfells beim ersten Spontanatmungsversuch.³ Einer Studie zufolge betrug die Beatmungsdauer bei Patienten mit Zwerchfellschädigung durchschnittlich 576 Stunden gegenüber 203 Stunden bei Patienten ohne Schädigung.⁴

Man geht davon aus, dass die Hauptursachen von zwei Faktoren herrühren. In einigen Fällen unternehmen die Patienten zu große Anstrengungen, um zu atmen, was zu einer Verdickung des Zwerchfells führt. In anderen Fällen ist die Atemanstrengung der Patienten aufgrund einer Atrophie zu gering. Beide Veränderungen haben negative Auswirkungen auf das Behandlungsergebnis, und die Mediziner stehen aktuell vor der Herausforderung, dass die gemeinhin verwendete Diagnosefunktion der Beatmungsgeräte diese Informationen nicht erfasst.

Warum die aktuellen Diagnosefunktionen der Beatmungsgeräte nicht ausreichend sind

Die Kurven von Beatmungsgeräten werden verwendet, um den Beatmungsbedarf eines Patienten zu interpretieren. Primär stellen sie aber eigentlich dar, welche Unterstützung das Gerät dem Patienten liefert. Dies erschwert die Erkennung von Asynchronität, zu starker Sedierung sowie übermäßiger oder unzureichender Unterstützung während der Spontanatmung. Beispielsweise erkennen nur 21 % der Ärzte eine Asynchronität, wenn sie in Form einer nicht beantworteten Einatembemühung auftritt.⁵ Ein Patient mit druckunterstützter Beatmung kann scheinbar spontane Atemzüge auslösen, wenn er in Wirklichkeit überhaupt keine spontanen Atemzüge auslöst. Die Zwerchfellüberwachung zeigt das Fehlen von vom Patienten ausgelösten Atemzügen für das übermäßig unterstützte Zwerchfell an.^{5,6}

Die Folge ist eine Unsicherheit, wie viel Atemarbeit ein Patient leistet und in welchem Maße er oder sie gefährdet ist, eine Zwerchfellschädigung zu erleiden.

So kann das Zwerchfell überwacht werden

Um das Zwerchfell bestmöglich zu schützen, müssen Sie das Risiko für eine potenzielle Schädigung beurteilen und die kontinuierliche Aktivität des Zwerchfells überwachen.

Ein Ultraschall hilft Ihnen bei der Bewertung der Zwerchfellfehlfunktion, indem Sie die Dicke und potenzielle Veränderungen der Dicke im Lauf der Zeit messen. Dank der jüngsten Fortschritte in der Bildgebung mit Ultraschall haben Mediziner mehr Möglichkeiten, um die Funktion des Zwerchfells zu bewerten und das Zwerchfell während der mechanischen Beatmung bestmöglich zu schützen.⁷

Für eine kontinuierliche Überwachung der Zwerchfellfunktion bei jedem Atemzug kann die elektrische Aktivität des Zwerchfells (Edi) herangezogen werden. Dieses bettseitige Diagnosewerkzeug nutzt eine spezielle Ernährungssonde. Das Spannungssignal wird zusätzlich zu den herkömmlichen Druck-/Durchflusskurven des Patienten als Kurve angezeigt und zeigt die Anwesenheit, Abwesenheit und die Art der Atmung.

Edi kann Ihnen dabei helfen, die Atemarbeit zu verstehen, Asynchronität zu erkennen und zu beurteilen, inwieweit übermäßige oder unzureichende Unterstützung und Sedierung die Atmungsfähigkeit beeinflussen.^{8,9} Sie können auch Änderungen der Atemanstrengungen nach einer Intervention feststellen. Beispiele hierfür sind die Änderung der Position des Patienten, die Verabreichung von Medikamenten wie Salbutamol oder, was entscheidend ist, die Reduzierung der Beatmungsunterstützung während der Entwöhnung.

Eine Kombination von Ultraschall und kontinuierlicher Zwerchfellüberwachung (Edi) ist wohl notwendig, um ein vollständiges Bild zu erhalten.

Wie die Zwerchfellüberwachung Ihnen helfen kann, den Patienten zu schützen und die Entwöhnung zu vereinfachen

Um eine beatmungsbedingte Lungenschädigung zu vermeiden, werden Sie verhindern wollen, dass es zu invasiver Beatmung, Asynchronität, übermäßiger und unzureichender Unterstützung sowie längeren Sedierungsphasen oder Zwerchfellinaktivität kommt. Patienten, die „gegen das Beatmungsgerät kämpfen“, verlieren meist. Eine stärkere Sedierung, eine längere Beatmungsdauer und eine Intubation sind häufig die Folge.

Die Zwerchfellüberwachung kann Sie unterstützen, diese Herausforderungen in den Griff zu bekommen.¹⁰⁻¹² Mit ihrer Hilfe können Sie die Atemanstrengung des Patienten bei jedem Atemzug erkennen. Und Sie können auch sehen, ob das Beatmungsgerät rechtzeitig reagiert und die angemessene Menge an Unterstützung liefert. Sie verfügen über einen objektiven, physiologischen Wert zur Orientierung.

Bei der nicht-invasiven Therapie kann dies hilfreich sein, das Timing und die Unterstützung des Beatmungsgeräts anzupassen, was die Notwendigkeit einer Intubation verringern kann. Eine gute Interaktion zwischen Patient und Beatmungsgerät ist einer der Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche NIV.¹¹

Die kontinuierliche Überwachung kann auch als Echtzeit-Indikator für die Atemarbeit genutzt werden. Mit ihrer Hilfe können Sie erkennen, wann eine Intubation wirklich notwendig ist. Sie kann Ihnen sogar dabei helfen, den Zeitpunkt für Spontanatmungsversuche zu optimieren und erfolgreicher und häufiger Fortschritte zu machen.



Die Zwerchfellüberwachung kann die Beatmungsdauer verkürzen

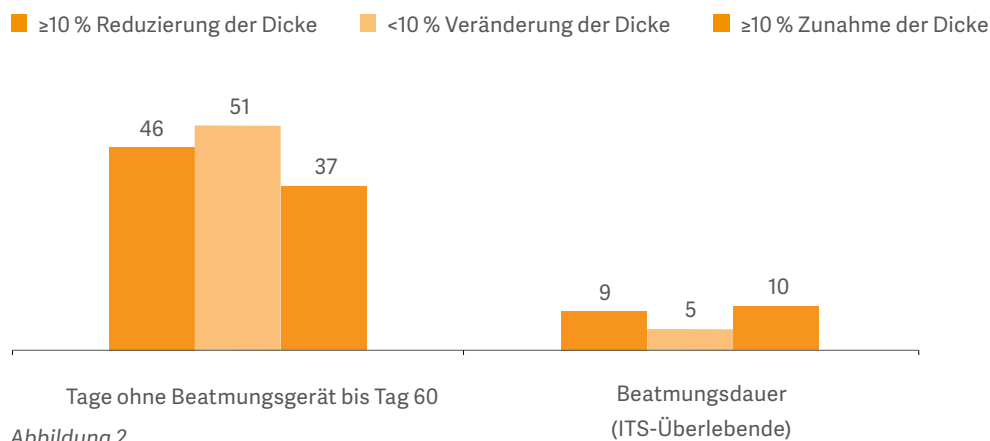


Abbildung 2

Goligher zeigte, dass eine frühzeitige Veränderung der Zwerchfelldicke ein Marker für die Aufenthaltsdauer auf der ITS sowie weiterer Komplikationen wie Reintubation, Tracheostomie, längerer maschineller Beatmung und Tod ist.¹ Es gibt Hinweise darauf, dass eine Verdickung im Bereich von 10–20 % der ideale Weg für die weitere Behandlung sein könnte. Somit kann die Dicke auf ein Patientenrisiko hinweisen und Sie bei einer optimalen Behandlung unterstützen. Für weitere Erkenntnisse darüber, ob die Vermeidung von Zwerchfellschädigungen zur Vermeidung von Komplikationen beitragen kann, wären randomisierte klinische Studien erforderlich.

Die Erfahrungen aus einem Krankenhaus in London decken sich jedoch mit den Aussagen in Abbildung 2. Durch eine Überwachung der Zwerchfellaktivität konnte eine signifikante Reduzierung der Beatmungsdauer festgestellt werden.¹³ Die nicht überwachte Patientengruppe wurde durchschnittlich 12 Tage lang mechanisch beatmet, während die überwachte Gruppe durchschnittlich 9 Tage lang beatmet wurde (103 von 493 Patienten).

Die Überwachung des Zwerchfells könnte auch beim Erkennen von Störungen, wie z. B. Undine-Syndrom oder Schädigung des Nervus phrenicus helfen.^{14, 15}

Die Zwerchfellüberwachung kann fundiertere Behandlungsentscheidungen unterstützen

Die Überwachung der Zwerchfellaktivität kann Ihnen dabei helfen, während der gesamten Behandlung fundiertere Entscheidungen für Ihren Patienten zu treffen, und an zahlreichen Entscheidungspunkten wertvolle Informationen liefern.

Überwachung und Trends bei der Atemarbeit

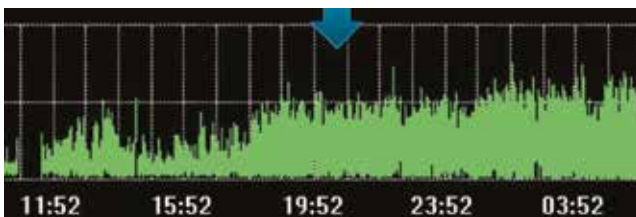


Abbildung 3

Aktuelle Berichte deuten darauf hin, dass die Zwerchfellüberwachung mit Edi hilfreiche Informationen für die Überwachung der Atemarbeit und der Interaktion zwischen Patient und Beatmungsgerät liefert.¹⁶ Natürlich ist der Nutzen der Edi-Überwachung als einzelner, isolierter Wert beschränkt. Wie andere physiologische Variablen muss der Wert in Verbindung mit anderen Messungen und im Kontext mit Veränderungen bei der Therapie betrachtet werden – ein Trend im Zeitverlauf, der Sie bei der Entscheidung unterstützen kann, ob sich Ihr Patient in die gewünschte Richtung entwickelt. Abbildung 3 zeigt zum Beispiel eine Zunahme der Zwerchfellarbeit zu einem Zeitpunkt, an dem der Arzt eine Ruhephase für den Patienten geplant hatte. Der Trend deutet darauf hin, dass es nicht dazu kam, und macht die größere Anstrengung des Patienten zu diesem Zeitpunkt sichtbar.

Identifizierung übermäßiger und unzureichender Unterstützung

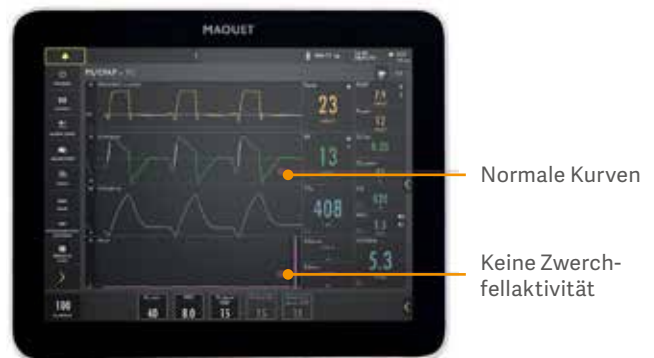


Abbildung 4

Um eine Schädigung des Zwerchfells des Patienten zu verhindern, muss das Zwerchfell eine angemessene Aktivität zeigen. Das ist ohne Zwerchfellüberwachung schwer zu erkennen. Ein Patient kann mit Druckunterstützung scheinbar spontan atmen, verwendet aber in Wahrheit sein Zwerchfell überhaupt nicht. Siehe Abbildung 4.

Das ist ein Beispiel dafür wie eine übermäßige Unterstützung die Funktion des Zwerchfells beeinträchtigen und zu einer Zwerchfellschwäche führen kann. Druck-, Flow- und Volumenkurven sehen normal aus, aber das violette Edi-Signal unten zeigt keinen Ausschlag, was auf ein inaktives Zwerchfell hinweist.

Für einen Patienten mit unzureichender Unterstützung kann die Herausforderung genau gegenteilig sein. Der Patient leistet zu viel Atemarbeit, was zu einer Verdickung des Zwerchfells führt. Das ist vermutlich die Folge einer Muskelfaserentzündung.¹

Eine extrem hohe Atemarbeit ist am Patienten möglicherweise leichter festzustellen, doch ohne objektiven Wert am Beatmungsgerät gibt es keine Sicherheit. Untersuchungen zeigen, dass eine Zwerchfellfehlfunktion häufig auftritt.¹



Asynchronität von Patient und Beatmungsgerät erkennen

Asynchronität wird mit besonders schlechten Behandlungsergebnissen bei der maschinellen Beatmung in Verbindung gebracht.¹⁶ In einer aktuellen Studie waren nur 21 % der Mediziner in der Lage, eine Asynchronität zu erkennen, die auf Grund einer nicht beantworteten Einatembemühung auftritt.⁵ Und es gibt viele weitere Arten von Asynchronität, die leicht übersehen werden können: unwirksame oder übermäßige Anstrengungen, verzögerte Atemarbeit, verzögertes Ende der Beatmung, doppelte Triggerung und Autotriggerung.



Zwerchfellaktivität (grau)

Abbildung 5

Abbildung 5 zeigt, wie die elektrische Aktivität des Zwerchfells (grau) die Druckkurve (gelb) überlagert. So können Unterschiede zwischen dem Bedarf des Patienten und dem Angebot des Beatmungsgeräts einfach erkannt werden.

Beatmungsform festlegen

Ihr Ziel sollte sein, dass der Patient eine optimale Atemarbeit aufrechterhält, die weder zu wenig noch zu viel Anstrengung erfordert.¹ Durch die kontinuierliche Überwachung der Zwerchfellaktivität erhalten Sie Hinweise darauf, wie groß die Anstrengungen sind, die der Patient unternimmt, wenn überhaupt. Bei hoher und steigender Zwerchfellaktivität müssen Sie eventuell die Beatmungsunterstützung erhöhen.^{17,18,19}

Bei geringer oder sinkender Aktivität können Sie die Beatmungsunterstützung möglicherweise reduzieren.¹⁷ Es ist wichtig, weitere diagnostische Parameter zu überwachen, bevor die Beatmungsform verändert wird. Die Zahl der Forschungen in diesem Bereich nimmt stetig zu. In Zukunft könnten neue Erkenntnisse über die Zwerchfellparameter die Beurteilung weiter verbessern.²⁰

Einen optimalen PEEP einstellen

Es gibt keine standardisierte Methode für die Einstellung des PEEP des Patienten während der Spontanatmung. Ein gut eingestellter PEEP kann jedoch Atelektasen sowie ein zyklisches Öffnen und Schließen der Atemwege verringern und Alveolen schützen. Dies wiederum optimiert die Lungenmechanik und verbessert die Oxygenierung.

Eine PEEP-Titration mit Zwerchfellüberwachung hat bei Neugeborenen eine eindeutige Verbesserung der Ergebnisse gezeigt. Die Babys können sich zwischen den Atemzügen angemessen erholen und eine Derekrutierung der Lunge kann vermieden werden.¹² Bei erwachsenen Patienten nutzte Passath eine Zwerchfell- und Sauerstoffüberwachung während PEEP-Veränderungen, um ein PEEP-Niveau zu identifizieren, bei dem eine Tidalatmung bei minimaler Anstrengung möglich ist.²¹ Eine übermäßige Senkung des PEEP führte zu einem Anstieg der Atemarbeit um 50 bis 60 %, die in Kombination mit einer Verschlechterung der Oxygenierung auch auf eine partielle Derekrutierung der Lunge schließen ließ.



Optimierung des Sedierungsmanagements

Der größte Vorteil der Überwachung der Zwerchfellaktivität in Bezug auf die Sedierung liegt im Versuch, das Zwerchfell so aktiv wie möglich zu halten.¹ Überwachen Sie einfach die Zwerchfellaktivität Ihres Patienten und seine Reaktion auf die Beatmung, um eine hinreichende Sedierung bei gleichzeitiger Zwerchfellaktivität zu finden.

Möglicherweise ist einige Übung erforderlich, um die Wirkung der Sedierung von anderen physiologischen Effekten unterscheiden zu können, die sich ebenfalls auf die Zwerchfellfunktion auswirken können. Edi ist jedoch während Sedierungspausen besonders effektiv, da Sie kontinuierlich beobachten können, wie sich die Anstrengung des Patienten verändert.

Erste Schritte bei der Zwerchfellüberwachung

Unabhängig davon, ob Sie Zwerchfellschädigung verhindern, Sedierung und übermäßige Beatmung reduzieren oder mehr Informationen über die Entwöhnung des Patienten vom Beatmungsgerät wünschen – die Zwerchfellüberwachung kann Ihnen dabei behilflich sein.



Für weiterführende Informationen scannen Sie bitte den QR-Code oder besuchen Sie getinge.com/contact

Überwachen Sie den Einfluss von Interventionen, Ruhe und Rehabilitation und erkennen Sie Trends

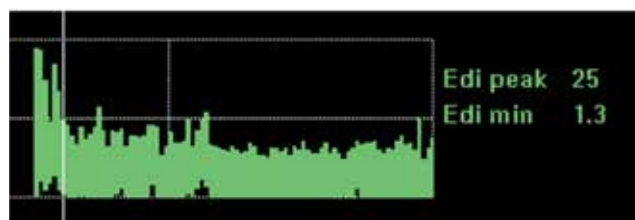


Abbildung 6

Eine Überwachung der Zwerchfellaktivität liefert zusätzliche Gewissheit, dass der Patient mit den von Ihnen angestoßenen Veränderungen umgehen kann. Die Zwerchfellaktivität wird durch zahlreiche physiologische Veränderungen beeinflusst, wie Ruhe, aufrechtem Sitzen, Gehen, Koffeinbehandlung und sogar allgemeine Rehabilitation und Genesung.

Wenn der Patient diese Veränderungen bewältigen kann, bleibt die Zwerchfellaktivität möglicherweise unverändert. Eine Verschlechterung der klinischen Situation und die Notwendigkeit größerer Atemarbeit wird höchstwahrscheinlich die Zwerchfellaktivität verstärken. Eine verbesserte Ruheposition verringert die Zwerchfellaktivität, die zur Auslösung von Atemzügen erforderlich ist.

Abbildung 6 zeigt die kontinuierliche Zwerchfellaktivität eines Patienten, der aufgrund von akutem Atemnotsyndrom nach einer Lungenentzündung kurz vor der Intubation stand. Durch die Überwachung der Zwerchfellaktivität konnte der Arzt jedoch die Beatmung optimieren und eine Wendung herbeiführen.



Überwachung und Trends bei der Entwöhnung

Wie unten in Abbildung 7 dargestellt, gibt es eine enge Beziehung zwischen einer Zwerchfellfunktions- und Schwierigkeiten bei der Entwöhnung.⁴ Eine Überwachung der Zwerchfellaktivität kann Ihnen helfen, die Entwöhnungsbereitschaft besser vorherzusagen und ihren Fortschritt zu überwachen²²⁻²⁴: von invasiver Beatmung über nicht-invasive Beatmung bis hin zur High-Flow-Therapie und der Entfernung jeglicher Unterstützung.

Aus der Fähigkeit Ihres Patienten, mit weniger Unterstützung auszukommen, wird binnen weniger Minuten ein Trend erstellt und dieser kann zur Fortsetzung oder Feineinstellung der Beatmung herangezogen werden. Es kann sein, dass Sie zu den vorherigen Einstellungen zurückkehren müssen, um einen Rückfall Ihres Patienten und die damit verbundenen Komplikationen zu verhindern.

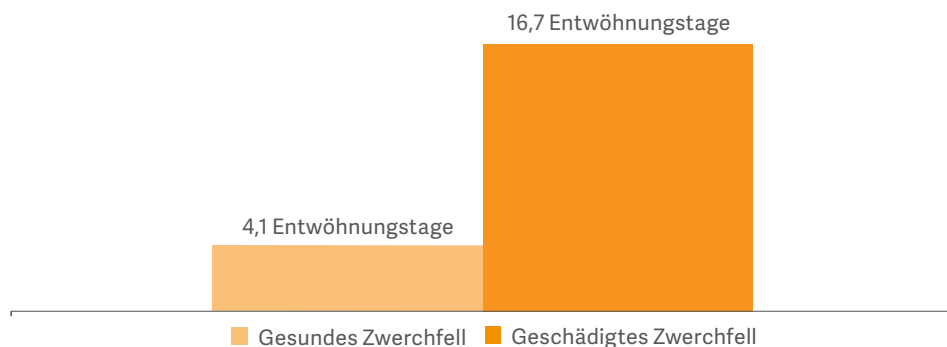


Abbildung 7

Literaturhinweise

1. Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, et al. Mechanical Ventilation-induced Diaphragm Atrophy Strongly Impacts Clinical Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018 Jan 15;197(2):204-213.
2. Dres M, Dubé BP, Mayaux J, et al. Coexistence and Impact of Limb Muscle and Diaphragm Weakness at Time of Liberation from Mechanical Ventilation in Medical Intensive Care Unit Patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017 Jan 1;195(1):57-66.
3. Dres M, Goligher EC, Heunks LMA, et al. Critical illness-associated diaphragm weakness. *Intensive Care Med.* 2017 Oct;43(10):1441-1452.
4. Kim WY, Suh HJ, Hong SB, Koh Y, et al. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2011 Dec;39(12):2627-30.
5. Colombo D, Cammarota G, Alemani M, et al. Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient-ventilator asynchrony. *Crit Care Med.* 2011 Nov;39(11):2452-7.
6. Goligher, E. Diaphragm dysfunction: monitoring and mitigation during mechanical ventilation. Lecture recording, at 23:50: www.criticalcarenews.com/webinars-symposia/diaphragm-weakness-clinical-outcomes-mechanical-ventilation/
7. Goligher EC, Schepens T. Using ultrasound to prevent diaphragm dysfunction. *ICU Management & Practice*, Volume 18 - Issue 4, 2018.
8. Emeriaud G, Larouche A, Ducharme-Crevier L, et al. Evolution of inspiratory diaphragm activity in children over the course of the PICU stay. *Intensive Care Med.* 2014 Nov;40(11):1718-26.
9. Bellani G, Pesenti A. Assessing effort and work of breathing. *Curr Opin Crit Care.* 2014 Jun;20(3):352-8.
10. Bellani G, Coppadoro A, Patroniti N, et al. Clinical assessment of autopoitive end-expiratory pressure by diaphragmatic electrical activity during pressure support and neurally adjusted ventilatory assist. *Anesthesiology.* 2014 Sep;121(3):563-71.
11. Doorduyn J, Sinderby CA, Beck J, et al. Automated patient-ventilator interaction analysis during neurally adjusted noninvasive ventilation and pressure support ventilation in chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care.* 2014 Oct 13;18(5):550.
12. Ducharme-Crevier L, Beck J, Essouri S, et al. Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) allows patient-ventilator synchrony during pediatric noninvasive ventilation: a cross-over physiological study. *Crit Care.* 2015 Feb 17;19:44.
13. A Skorko, D Hadfi eld, A Vercueil, et al. Retrospective review of utilisation and outcomes of diaphragmatic EMG monitoring and neurally adjusted ventilatory assist in a central London teaching hospital over a 3-year period. *Critical Care* 2013, 17(Suppl 2):P146.
14. Rahmani A, Ur Rehman N, Chedid F. Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) mode as an adjunct diagnostic tool in congenital central hypoventilation syndrome. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2013 Feb;23(2):154-6.
15. Stein H, Firestone K. Application of neurally adjusted ventilatory assist in neonates. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2014 Feb;19(1):60-9.
16. Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, et al. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2006 Oct;32(10):1515-22.
17. Colombo D, Cammarota G, Bergamaschi V, et al. "Physiologic response to varying levels of pressure support and neurally adjusted ventilatory assist in patients with acute respiratory failure," *Intensive Care Medicine*, vol. 34, no. 11, pp. 2010-2018, 2008.
18. Bellani G, Mauri T, Coppadoro A, et al. Estimation of patient's inspiratory effort from the electrical activity of the diaphragm. *Crit Care Med.* 2013 Jun;41(6):1483-91.
19. Liu L, Liu H, Yang Y, et al. Neuroventilatory efficiency and extubation readiness in critically ill patients. *Crit Care* 2012; 16:R143.
20. Jansen D, Jonkman AH, Roesthuis L, et al. Estimation of the diaphragm neuromuscular efficiency index in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care.* 2018 Sep 27;22(1):238.
21. Passath C, Takala J, Tuchscherer D, et al. Physiologic response to changing positive end-expiratory pressure during neurally adjusted ventilatory assist in sedated, critically ill adults. *Chest.* 2010 Sep;138(3):578-87.
22. Barwing J, Pedroni C, Olgemöller U, et al. Electrical activity of the diaphragm (EAdi) as a monitoring parameter in difficult weaning from respirator: a pilot study. *Crit Care.* 2013 Aug 28;17(4):R182.
23. Liu L, Liu H, Yang Y, et al. Neuroventilatory efficiency and extubation readiness in critically ill patients. *Crit Care*, 16 (2012), pp. R143.
24. Rozé H, Repousseau B, Perrier V, et al. Neuro-ventilatory efficiency during weaning from mechanical ventilation using neurally adjusted ventilatory assist. *Br J Anaesth*, 111 (2013), pp. 955-960.



Wir bei Getinge sind davon überzeugt, dass jede Person und jede Gesellschaft Zugang zur bestmöglichen Versorgung haben sollte. Daher bieten wir Krankenhäusern und Life-Science-Einrichtungen Produkte und Lösungen, welche die klinischen Ergebnisse verbessern und die Arbeitsabläufe optimieren sollen. Unser Angebot umfasst Produkte und Lösungen für die Intensivmedizin, kardiovaskuläre Eingriffe, Operationssäle, Sterilgutaufbereitung und Life Science. Getinge beschäftigt über 10.000 Mitarbeiter weltweit und die Produkte werden in mehr als 135 Ländern verkauft.

Manufacturer: Maquet Critical Care AB · 171 54 Solna, Sweden · Phone: +46 (0)10-335 00 00 · info@getinge.com

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 · Wilerstrasse 75 · 9200 Gossau · Schweiz · +41 71 335 03 03 · info@getinge.ch

www.getinge.de