

Fallstudie – Langzeitbeatmung mit Variable Pressure Support Ventilation

Vorfall: Ein 73 Jahre alter Patient, der in seinem Garten arbeitete, stürzte aus etwa 4 m Höhe von einer Leiter. Er wurde von seiner Ehefrau aufgefunden, die den Notarzt rief. Als der Notarzt eintraf, wurde eine Sauerstoffsättigung SpO_2 von 65 % gemessen und der Patient daraufhin intubiert und beatmet.



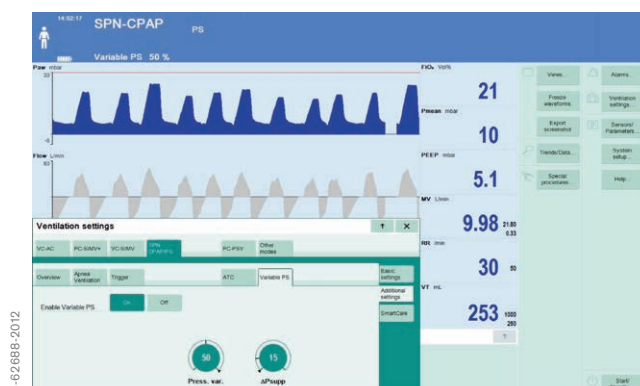
DIAGNOSE UND ERSTBEHANDLUNG

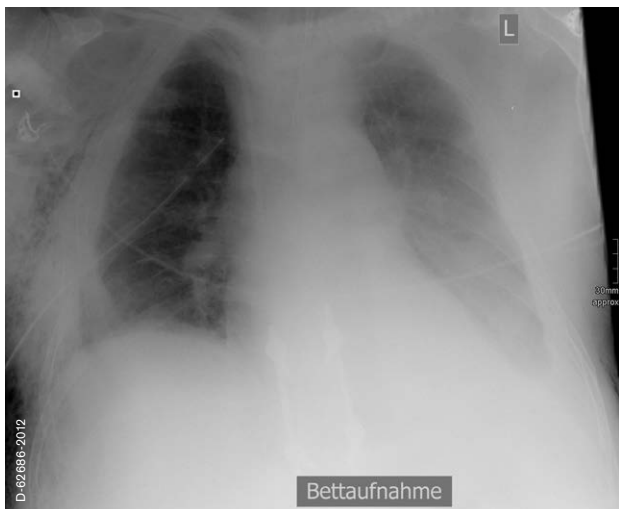
Bei dem Verdacht eines rechtsseitigen Spannungspneumothorax und instabilem Thorax wurde eine Thoraxsaugdrainage angelegt und der Patient in die Notaufnahme des Uniklinikums Dresden gebracht, wo eine radiologische Untersuchung durchgeführt wurde. Dabei wurden ein rechtsseitiger Hämatothorax, beidseitige Rippenserienfrakturen, sowie eine Sternumfraktur und Frakturen am 4. und 11. Brustwirbelkörper festgestellt. Nach chirurgischer Versorgung mit interner Stabilisierung des 11. Brustwirbelkörpers, wurde der Patient unter volumenkontrollierter Beatmung auf die anästhesiologische Intensivstation verlegt. Aufgrund von Pleuraergüssen, Atelektasen und einer Tracheobronchitis wurde der Patient respiratorisch insuffizient mit ausgeprägter Hypoxämie ($PaO_2/FiO_2 = 173$), wobei am 6. postoperativen Tag mit der assistierten Beatmung begonnen werden konnte. Diese war jedoch erheblich erschwert, da die multiplen Frakturen zu einem instabilen Thorax mit paradoxer Atmung führten.

METHODE

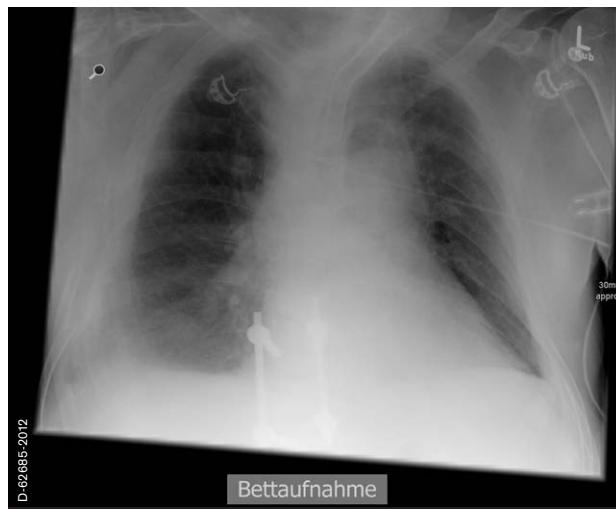
Die Spontanatmungsaktivität des Patienten wurde zunächst mit konventioneller Pressure Support Ventilation und einem konstanten Unterstützungsdruck von 10 cmH_2O , Flowtrigger= 3,0 l/min, PEEP= 12 cmH_2O und $FiO_2 = 0,4$ unterstützt. Dabei wurden ein mittleres Tidalvolumen von 514 ml und eine respiratorische Frequenz von 21/min erreicht, welche wiederum zu einem Minutenvolumen von 10,8 l/min, einem PaO_2/FiO_2 von 250 und einem $PaCO_2$ von 53,1 mmHg führten. Angesichts der reduzierten Variabilität des Tidalvolumens, welche ca. 10 % betrug und somit wesentlich niedriger als die Variabilität des Tidalvolumens bei spontanatmenden Probanden (ca. 26 %) ¹ war, sowie der Schwierigkeit, den passenden Unterstützungsdruck für den Patienten zu finden, welcher zeitgleich Komfort und adäquaten Gasaustausch erlaubte, wurde auf den Beatmungsmodus Variable Pressure Support gewechselt.

Fenster für die Aktivierung der Funktion Variable Pressure Support im Beatmungsgerät Evita Infinity V500. Neben der Einstellung des Unterstützungsdruckes (ΔP_{supp}), wie bei konventioneller Pressure Support Ventilation, kann die Variabilität des Pressure Support (Pressure Var.) in einem Bereich von 0-100% eingestellt werden. Pressure Var. (in Prozentanteil) bezieht sich auf den Bereich, in dem ΔP_{supp} variieren kann. Da die ΔP_{supp} Werte einer Normalverteilung unterliegen, beträgt der Variationskoeffizient bei einer Pressure Var = 50% ca. 17% ($50\%/3$).





Die Thoraxröntgenaufnahme zeigte einen linksseitigen Pleuraerguss mit angrenzenden Belüftungsstörungen, Belüftungsstörungen rechts basal, eine Thoraxsaugdrainage rechts mit der Spitze in Projektion auf das rechte Mittelfeld und Weichteilemysem rechts thorakal.



Sechs Wochen nach der vorherigen Aufnahme und assistierter Spontanatmung mit Pressure Support Ventilation verbesserten sich die Lungenverhältnisse und der Patient wurde in eine Rehabilitationsklinik verlegt.

Für die maschinelle Beatmung wurde ein Dräger Beatmungsgerät Evita Infinity V500 SW 2.n* verwendet. Das Beatmungsgerät ist mit der neuen Option Variable Pressure Support ausgestattet. Variable Pressure Support bietet die Möglichkeit stochastisch, d. h. nach dem Zufallsprinzip, verteilte Druckunterstützungen in definierten Grenzen zu applizieren, wie von Gama de Abreu und Mitarbeitern beschrieben.² Bei Variable Pressure Support werden neben den gewöhnlichen Parametern der Pressure Support Ventilation (z. B. Rampe, Cycle-off Kriterium, Trigger und Druckunterstützung) auch das gewünschte Maß an Variabilität von Druckunterstützung eingestellt. Daraus resultiert ein Atemmuster, in dem die Höhe des Pressure Support von Atemzug zu Atemzug variiert.

Die Variabilität des Unterstützungsdrucks wurde zunächst auf 90 % eingestellt (Bereich zwischen 0-100 % einstellbar). Bei einem Wert von beispielsweise 100 % würde die Druckunterstützung zwischen einem Minimum von 0 cmH₂O und einem Maximum vom zweifachen des Druckunterstützungswertes liegen, wobei die Extremwerte nur sehr selten vorkommen. Die eingestellte Variabilität des Pressure Support von 90 % führte zu einem Variationskoeffizienten von 30 % im Unterstützungsdruck. Grund dafür ist, dass bei einer normalen Verteilung diese beiden

Größen (Variabilität des Unterstützungsdrucks und Variationskoeffizient) in einem Verhältnis von ca. 3:1 stehen.

Da alle anderen Beatmungseinstellungen unverändert blieben resultierte diese Einstellung in einem Tidalvolumen von ca. 530 ml (Mittelwert).

ERGEBNIS

Bereits in der ersten Stunde wurde eine Verbesserung der Compliance um ca. 20 % erzielt, wobei die Gasaustauschparameter mit einem PaO₂/FiO₂ von 248 und einem PaCO₂ von 50 mmHg beinahe konstant blieben. Über einen Zeitraum von ca. sieben Stunden wurde die Variabilität der Druckunterstützung auf 60 % reduziert und auf diesem Niveau beibehalten.

Im weiteren Verlauf wurde der Patient über einen Zeitraum von zehn Tagen mit Variable Pressure Support, einer Druckunterstützung von 8 cmH₂O und Variabilität im Bereich von 40-60 % bei anhaltender Thoraxinstabilität erfolgreich behandelt. Vor Verlegung in eine Rehabilitationsklinik wurde der Patient tracheotomiert. Danach wurde konventionelle Pressure Support Ventilation nur intermittierend verwendet, um die Atemarbeit zu reduzieren, da sich die Atemmuskulatur nur langsam wieder erholte.

* Bestandteil der Infinity Acute Care System Workstation Critical Care

ZUSAMMENFASSUNG

Die wichtigste Erkenntnis aus diesem Fall ist die Tatsache, dass während der Anwendung der variablen Druckunterstützung unterschiedliche, zufällig generierte Druckunterstützungswerte während einer langzeitigen Entwöhnung appliziert werden konnten. Dies wurde möglich, obwohl die Variabilität der Spontanatmung des Patienten durch den instabilen Thorax beeinträchtigt war. Durch die Anwendung von Variable Pressure Support wurde vermieden, dass häufige Änderungen der Beatmungseinstellungen vorgenommen werden mussten damit sich der Patient komfortabel fühlte, der Gasaustausch adäquat war und sich die Compliance des respiratorischen Systems verbesserte.

Die wichtigsten Schlussfolgerungen:

- Variable Pressure Support führt zu einer erhöhten Variabilität des Tidalvolumens, welche der Variabilität Spontanatmung ähnelt.
- Mit Variable Pressure Support wurden weniger Anpassungen am Beatmungsgerät notwendig und somit das Personal entlastet.
- Mit Variable Pressure Support konnte ein breiter Bereich von Beatmungsdrücken abgedeckt werden, in dem der Gasaustausch optimiert und der Patientenkomfort erhöht wurde.

Erwartungen für die Zukunft bei weiteren Einsätzen von Variable Pressure Support

- Variable Pressure Support ermöglicht die Absenkung der Druckunterstützung im Vergleich zu traditioneller Pressure Support Ventilation und könnte dadurch ein schnelleres Weaning erlauben.
- Da verschiedene Druckunterstützungswerte erzeugt werden, könnten sich stets wechselnde Bedürfnisse des Patienten im Sinne des respiratorischen Supports besser erfüllen lassen.
- Variable Pressure Support könnte dazu beitragen, dass weniger Anpassungen der assistierten Beatmung vorgenommen werden.
- Variable Pressure Support könnte die traditionelle Pressure Support Ventilation ablösen.

Kurze Beschreibung der allgemeinen Studienlage

Experimentellen Studien zufolge führt Variable Pressure Support zu einer besseren Oxygenierung, niedrigeren Beatmungsdrücken und weniger beatmungsassoziierten Lungenschädigung im Vergleich zur traditioneller Pressure Support Ventilation. ^{2, 3, 4}

Darüber hinaus ist die Atemarbeit unter Variable Pressure Support niedriger als unter traditioneller Pressure Support Ventilation und Proportional Assist Ventilation (Proportional Pressure Support). ⁵

Erste klinische Erfahrungen weisen darauf hin, dass Variable Pressure Support einen breiten Bereich an Druckunterstützung abdecken kann, in dem sich der Bedarf des Patienten bewegt.

LITERATUR

- | | | | |
|----|--|----|--|
| 1. | Tobin MJ, Mador MJ, Guenther SM, Lodato RF, Sackner MA: Variability of resting respiratory drive and timing in healthy subjects. <i>Journal of Applied Physiology</i> 1988; 65: 309-317 | 4. | Carvalho AR, Spieth PM, Güldner A, Cuevas M, Carvalho NC, Beda A, Spieth S, Stroczyński C, Wiedemann B, Koch T, Pelosi P, de Abreu MG: Distribution of regional lung aeration and perfusion during conventional and noisy pressure support ventilation in experimental lung injury. <i>J Appl Physiol</i> 2011; 110: 1083-92 |
| 2. | Gama de Abreu M, Spieth P, Pelosi P, Carvalho AR, Walter C, Schreiber-Ferstl A, Aikele P, Neykova B, Hübler M, Koch T: Noisy pressure support ventilation: A pilot study on a new assisted ventilation mode in experimental lung injury. <i>Crit Care Med</i> 2008; 36: 818-827 | 5. | Spieth P, Güldner A, Beda A, Carvalho NC, Nowack T, Krause A, Rentzsch I, Suchantke S, Thal S, Engelhard K, Kasper M, Koch E, Pelosi P, Gama de Abreu M: Comparative effects of proportional assist and variable pressure support ventilation on lung function and damage in experimental lung injury. <i>Crit Care Med</i> ; in press |
| 3. | Spieth PM, Carvalho AR, Güldner A, Kasper M, Schubert R, Carvalho NC, Beda A, Dassow C, Uhlig S, Koch T, Pelosi P, Gama de Abreu M: Pressure support improves oxygenation and lung protection compared to pressure-controlled ventilation and is further improved by random variation of pressure support. <i>Crit Care Med</i> 2011; 39: 746-55 | | |



Prof. Dr. med. habil. Marcelo Gama de Abreu, DEAA

Geschäftsführender Oberarzt an der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie (Direktorin: Frau Prof. Dr. med. Thea Koch), Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden

Akademischer Werdegang

- Studium der elektronischen Ingenieurwissenschaft (Bundesuniversität von Rio de Janeiro – UFRJ)
- Studium der Humanmedizin (Universität vom Staat Rio de Janeiro – UERJ)
- Master in Science in Biomedical Engineering (Bundesuniversität von Rio de Janeiro – UFRJ)
- Promotion an der Universität Heidelberg
- Habilitation und Apl. Professur an der Technischen Universität Dresden

Beruflicher Werdegang

- Oberarzt an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus (ärztliche Direktorin: Prof. Dr. med. T. Koch)
- Leitender Oberarzt für Klinische und Experimentelle Forschung an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus (ärztliche Direktorin: Prof. Dr. med. T. Koch)
- Geschäftsführender Oberarzt an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus (ärztliche Direktorin: Prof. Dr. med. T. Koch)
- Mitglied des Führungskreises der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie des Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden
- Mitglied des Führungskreises II des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus (beratendes Gremium des medizinischen Vorstandes des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus)
- Gewähltes Mitglied des Research Committee der European Society of Anaesthesiology, Brüssel, Belgien
- Vorsitzender des Subcommittee Respiration (SC5) der European Society of Anaesthesiology, Brüssel, Belgien

UNTERNEHMENSZENTRALE
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53–55
23558 Lübeck, Deutschland

www.draeger.com

Hersteller:
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53–55
23558 Lübeck, Deutschland

DEUTSCHLAND
Dräger Medical
Deutschland GmbH
Moislinger Allee 53–55
23558 Lübeck
Tel 0800 882 882 0
Fax 0451 882 720 02
dsc@draeger.com

ÖSTERREICH
Dräger Austria GmbH
Perfektastraße 67
1230 Wien
Tel +43 1 609 04 0
Fax +43 1 699 45 97
office.austria@draeger.com

SCHWEIZ
Dräger Schweiz AG
Waldeggrasse 30
3097 Liebefeld
Tel +41 58 748 74 74
Fax +41 58 748 74 01
info.ch@draeger.com

Ihren Ansprechpartner vor
Ort finden Sie unter:
www.draeger.com/kontakt

