

Debate on pressure and volume during ventilator support: Did it reach an end?

Dr Yehia H Khater

Professor of Anaesthesiology and Surgical Intensive Care
Cairo University

Head of Egyptian Society of Anaesthesiologists EgSA

Head of Pan Arab Federation of Societies of Anaesthesiologists PAFSA

ykhater@pafsaonline.org

ykhater@egyptsa.org

Mechanical ventilation is a daily practice in anesthesia and ICU. The main objective of it is to provide ventilatory support in patients with compromised cardio-pulmonary/ neuromuscular systems. The ideal ventilatory strategies among such patients are controversial. Such controversy arises primarily from variability in patient's clinical condition, but it also includes the choice between available technology in the field of mechanical ventilation. We debated for long time whether the cause effect in VILI was Barotrauma or Volutrauma or extended to Biotrauma and Atelectrauma. We also debated which is more safe in the management of ventilated patients, a volume targeted or a pressure targeted ventilation. In spite there were no evidence based proof of the marked superiority of one mode over the other as related to outcome, yet some trials are favoring one of them in special patients and more surrogate action. The well established evidenced based decrease in mortality achieved with the application of the preventive ventilation strategy opened a new debate on the cause effect value was it the use of a small tidal volume (6 ml/Kg PBW) or a limitation of the plateau pressure, which of them is more beneficial and associated with fewer side effects in all patients receiving mechanical ventilation? It seems that every time we think we are closing a debate we open a new one, in the EBM era we cannot rely on suggestions but we shall have to wait until solid data based on trials are available.

Key words: Mechanical ventilation , Barotrauma , Volutrauma, ICU.

Introduction

- Mechanical ventilation is a daily practice in anesthesia and ICU.
- The ideal ventilatory strategies among such patients is controversial.
- Such controversy arise primarily from variability in patients clinical condition.

Barotrauma, volutrauma, biotrauma, Atelectrauma

- Choice between volume targeted versus pressure targeted ventilation
- Small V_T vs limitation of $P_{plateau}$

Volume targeted

- Constant flow
- guarantees adequate MV
- V_T will not change even if lung mechanics changes

Pressure targeted

- Variable flow.
- Easy to use (I:E). Oxygenation
- Can compensate for minor leaks
- higher mean airway pressure

Oxygenation

- If same V_t is used in both modes P mode is associated with lower P_{aw}
- lower P_{aw} means better distribution
- Protects against barotrauma



Volume vs Pressure

Small tidal volume

Limitation of P_{plat}

6 ml/kg PBW

Or ?

25 cmH₂O

Or?





Low Tidal volume in ALI/ARDS

• **Webb and Tierney (1974).**
"Experimental pulmonary edema due to IPPV with high inflation pressures. Am Rev Respir Dis.

6 ml/kg

• **Amato et al. (1998)** Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in ARDS. N Engl J Med,

• **Dreyfuss et al. (1988).**
"High inflation pressure pulmonary edema. Respective effects of high Paw, high V_T , and PEEP."
Am Rev Respir Dis

• **ARDS network(2000)** Ventilation with low V_T as compared with traditional V_T for ALI and ARDS
N Engl J Med,





V_T in ALI/ARDS

Systematic review 2007

- Meta-analysis of 6 trials involving 1297 patients ($V_t < 7 \text{ ml/Kg}$).
- Mortality at day 28 & hospital mortality was significantly reduced.
- long-term mortality are unknown, although the possibility of a clinically relevant benefit cannot be excluded.

Petrucci and Iacovelli (2007) Lung protective ventilation strategy for the ARDS. *Cochrane Database Syst Rev*



Should V_T 6 mL/KBW Be Used in Virtually All Patients with ARF



Following establishment of therapeutic benefit from low V_T in patients with ALI/ARDS. Author questioned whether a similar lung-protective ventilation strategy, could be used

In Patients at Risk for ALI

In Patients With Non-ALI ARF: COPD - CHF

Lack of Harm With Low V_T



Patient at Risk of ALI



Diagnosis of ARDS is at a time a challenge

PEEP affect: PaO_2/FiO_2 and radiography

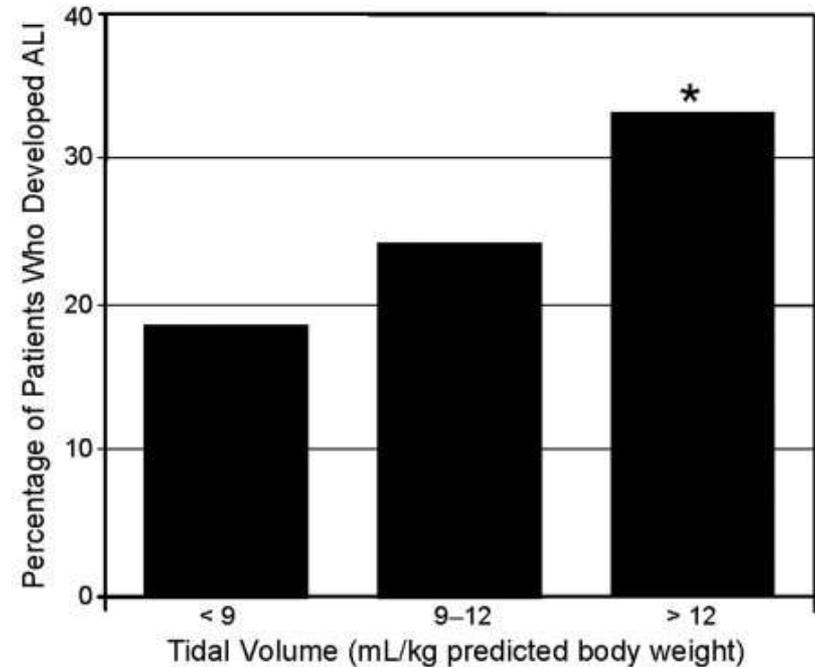
Diagnosis might not be clear at initiation but may develop later

Critical ill patient are at risk :VAP–transfusion-aspiration



Patient at Risk of ALI

- Gajic examined 332 patients without ALI for the development of ALI.
- Each ml/kg of V_T received greater than 6 ml/kg was associated with a 30% increase in the odds of developing ALI.
- Gajic in 3261 patients reported $V_T > 700\text{ml}$ and Peak $Paw > 30\text{ cmH}_2\text{O}$ independently produce ALI



Gajic et al. (2004) Ventilator-associated lung injury in patients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation. *Crit Care Med*

Gajic et al. (2005). Ventilator settings as a risk factor for acute respiratory distress syndrome in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*



COPD and CHF

Darioli & Perret. (1984)

Mechanical controlled hypoventilation in status asthmaticus.

Am Rev Respir Dis,

Paw was maintained < 50 cm H₂O & PaCO₂ were allowed to rise in cases of status asthmaticus .

All patients survived, which represented a marked decrease in mortality from that reported in previous studies.

↓ V_T , ↓ Intrathoracic volume and pressure, intrinsic PEEP

↑ Venous return, CO, BP





Lack of Harm With Low V_T

- Reducing V_T can be associated with 2 main concerns namely atelectasis and hypoxia.
- The use of PEEP can counteract atelectasis associated with low V_T
- In the ARDS net trial PaO_2/FiO_2 were lower in low V_T group, yet such group had better survival.







The smaller the better

Yehia Khater

Who said smaller is better

Tidal
volume
should be
6ml/kg



V_T Should **Not** Be 6 mL/kg PBW in Virtually All Patients With ARF



- Why Is 6 mL/kg the Target?
- Plateau Pressure Is the Best Indicator of Overdistension
- V_T and the Development of Lung Injury in Patients Without Lung Injury
- What Is an Appropriate V_T ?



Why Is 6 mL/kg the Target?



- ARDS net proved that small VT better than High VT but did not determine that 6 ml is the best. No other VT were evaluated

Villar et al . A high PEEP, low VT ventilatory strategy improves outcome in persistent ARDS. a RCT. Crit Care Med **2006**

- **7.3 ml + PEEP 2 cm above LIP had a better outcome than 10.2 ml VT + PEEP related to O2 response**

- Kacemarick et al. Am J Respir Crit Care Med **2006**

- **9.2 ml in a trial of partial liquid ventilation reported a mortality of 15%**

- ARDS net 2000 vs Kacemarick 2006

- **only common factor Pplat < 28cmH2O irrespective of VT and PEEP**



Plateau Pressure Is the Best Indicator of Overdistension



- **No data from any animal species indicate that VILI occurs if P_{plt} is <25cmH₂O provided PEEP is > 5cmH₂O**
- ARDS net the lower the P_{plat} the better the outcome in both the 6 and 12ml groups, but once P_{plat} is <25cmH₂O no significant mortality benefit exists.



Plateau Pressure Is the Best Indicator of Overdistension



•Cochrane meta-analysis of original trials and ARDS net. They found that small V_T is only effective if $P_{plat} > 31\text{cmH}_2\text{O}$ but if $P_{plat} < 31$. The low V_T had no impact on mortality.

Petrucci and Iacovelli .Cochrane Database Syst Rev 2004;

• Deans et al 2005. Analysis of 2587 patients that were not enrolled in ARDS Net : equal mortality 31% with 6ml group despite most probably a V_T of 10ml



VT and the Development of Lung Injury in Patients Without Lung Injury



- The 2 studies of Gajic 2004 and 2005 are retrospective studies cause effect difficult to prove
- Pplat data were not provided
- Patient with lower VT had Pplat above or below 25cmH₂O???





Patients with ARF without ALI/ARDS

- COPD and Cardiogenic pulmonary edema
- Postoperative healthy lung

Lack of Harm

Hypoxia

Atelectasis

Hypercarbia

Sedation

ARDS net

MacIntyre (permissible)

Protective if Vt is high Krogenou 2006

Kahn et al 2006





What Is an Appropriate VT?

- VT equal or > 12 ml unacceptable in acutely ill patients.
- All resting mammals breath with a VT of about 6.3 ml/kg
Tenney and Remmers 1963- Villar et al 2004
- What if the patients require a VT > 6 ml and his Pplat < 25 cmH₂O?

If **Pplat** < 25 cmH₂O and PEEP > 5 cmH₂O

VT up to **10** ml/kg

If **Pplat** between 25-30 cmH₂O

VT of **6-8** ml/kg

If **Pplat** > 30 cmH₂O

VT < 6 ml/kg

Villar and kacemareck 2005





კამათი წნევასა და მოცულობაზე ვენტილაციის ჩატარების დროს: დასრულდა თუ არა იგი?

“უახლესი ტენდენციები ხელოვნური სუნთქვის წარმოებისას” ი.ხატერი (კაირო, ეგვიპტე)

ხელოვნური ვენტილაცია ანესთეზიოლოგიასა და ქირურგიულ ინტენსიურ თერაპიაში ყოველდღიურად გამოიყენება. მისი ძირითადი დანიშნულებაა ვენტილაციით დახმარება გაუწიოს იმ პაციენტებს, რომლებიც კარდიო-პულმონარული ნევრო კუნთოვანი სისტემების რისკებს ქვეშ იმყოფებიან. ასეთი სრულყოფილი ვენტილაციის სტრატეგიები ასეთ პაციენტებში დავის საგანს წარმოადგენს. ასეთი აზრთა სხვადასხვაობა გამოწვეულია ძირითადად პაციენტთა კლინიკური მდგომარეობის განსხვავებულობის გამო, მაგრამ იგი ასევე მოიცავს არჩევანის გაკეთებას ხელოვნური ვენტილაციის სფეროში ხელმისაწვდომ ტექნოლოგიებს შორის. დიდი ხნის განმავლობაში მიმდინარეობდა კამათი იმის თაობაზე, მიღებული შედეგი ბაროტრაჟმა იყო თუ ვოლუტრაჟმა თუ გადადიოდა ბიოტრაჟმაში ასევე ვდავობდით, თუ რომელია უფრო უსაფრთხო ვენტილირებული პაციენტებისათვის, მოცულობაზე ორიენტირებული თუ წნევაზე ორიენტირებული ვენტილაცია. ამის მიუხედავად არ არსებობდა დასაბუთებული მტკიცებულება იმისა, რომ ერთი რეჟიმი მეორეზე პრიორიტეტულია, და მაინც გარკვეული ცდების საფუძველზე განსაკუთრებულ პაციენტებში უპირატესობა ენიჭება ერთ-ერთ მათგანს და მათ შემცვლელ ქმედებებს. ზუსტად დადგენილი, დადასტურებული სიკვდილიანობის შემცირება მიღწეულ იქნა პრევენციული ვენტილაციის სტრატეგიის დანერგვით, რამაც საფუძველი წარმოშვა ახალი დავებისათვის მიზეზზე ზემოქმედების შესახებ, არის თუ არა ეს მცირე დოზის გამოყენების (6მლ/კგ PBW) შედეგი თუ ზედაპირული წნევის შეზღუდვის შედეგი, რომელი მათგანი იძლევა უკეთეს შედეგს და ასოცირდება ნაკლებ გვერდით მოვლენებთან ხელოვნური ვენტილაციის მიმღებ ყველა პაციენტში? როგორც ჩანს, ყოველთვის, როცა ვფიქრობთ, რომ კამათი დასრულებულია, იწყება ახალი. მტკიცებულებებზე დაფუძნებული მედიცინის ერაში, პასუხს ვერ ვცემთ მოსაზრებებს, მაგრამ უნდა დავიცადოთ სანამ ხელმისაწვდომი არ იქნებაროგორც ჩანს, ყოველთვის, როცა ვფიქრობთ, რომ კამათი დასრულებულია, იწყება ახალი. მტკიცებულებებზე დაფუძნებული მედიცინის ერაში, პასუხს ვერ ვცემთ მოსაზრებებს, მაგრამ უნდა დავიცადოთ სანამ ხელმისაწვდომი არ იქნება მყარ მონაცემებზე დაყრდნობილი ცდები.





Thank You

Trust Me, I'm a Doctor