



stage 3



العناية المدركة



ARDS

اعداد الطالب محمد سعيد

قناة التليكرام

اضغط هنا

حساب التليكرام

اضغط هنا

ARDS متلازمة الضائقة التنفسية الحادة

The 'classic' pathophysiological features of ARDS result from the widespread loss of alveolar function due to alveolar consolidation and permeability derived pulmonary oedema leading to collapse of dependent areas of the lung.

تنتج السمات المرضية الفسيولوجية "الكلاسيكية" لمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة عن فقدان واسع النطاق لوظيفة الحويصلات الهوائية بسبب التصاق الحويصلات الهوائية والوذمة الرئوية الناتجة عن النفاذية والتي تؤدي إلى انهيار المناطق التابعة للرئة.

As a result, the lung compliance is generally but not always severely reduced, alveolar shunt and deadspace are high, while airway resistance is generally well preserved.

نتيجة لذلك، تقل مرونة الرئة بشكل عام ولكن ليس دائماً بشكل حاد، وتكون التحويلة السخية والفراغ الميت مرتفعين، في حين يتم الحفاظ على مقاومة مجرى الهواء بشكل جيد بشكل عام.

Variations in this 'classic' ARDS pathophysiology are seen depending on features such as the distribution of lung infiltrates (i.e., focal versus diffuse), whether the underlying aetiological risk factors are pulmonary versus extrapulmonary.

تظهر الاختلافات في هذه الفسيولوجيا المرضية "الكلاسيكية" لمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة اعتماداً على سمات مثل توزيع التسلمات الرئوية (أي البؤرية مقابل المنتشرة)، وما إذا كانت عوامل الخطر المسببة الأساسية رئوية أم خارج رئوية.

These latter two entities frequently differ in terms of pathology with a more pronounced alveolar collapse, fibrinous exudative material, oedema of the alveolar walls and an increased collagen content described in pulmonary versus extrapulmonary ARDS

تختلف الكيانان الأخيران غالباً من حيث علم الأمراض مع انهيار الحويصلات الهوائية بشكل أكثر وضوحاً، ومادة إفرازية ليفية، ووذمة جدران الحويصلات الهوائية وزيادة محتوى الكولاجين الموصوف في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة خارج الرئة في الرئتين.

Insights in the complex interaction between alveolar epithelium, endothelium, coagulation, and immune system have been highlighted by presentations of ARDS induced by vitamin E acetate from vaping constituents and COVID-19 pandemic.

تم تسليط الضوء على رؤى حول التفاعل المعقد بين ظهارة الحويصلات الهوائية، والبطانة، والتخثر، والجهاز المناعي من خلال عروض متلازمة الضائقة التنفسية الحادة الناجمة عن أسيتات فيتامين هـ من مكونات التدخين الإلكتروني وجائحة كوفيد-19.

Recent advances in lung imaging and the biology of patients with ARDS allowed to better define ARDS based on (a) lung imaging criteria (i.e.. focal versus non-r

سمحت التطورات الأخيرة في تصوير الرئة وعلم الأحياء لدى المرضى المصابين بمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة بتعريف متلازمة الضائقة التنفسية الحادة بشكل أفضل بناءً على (أ) معايير تصوير الرئة (أي البؤري مقابل غير البؤري)



Focal or diffuse) that associate to a different ability to clear alveolar fluid and that Differently correlate with outcome and (b) the presence of inflammatory biomarkers (i.e., hyperinflammatory phenotype 2 versus phenotype 1) that differently associate to treatment (i.e., fluid and PEEP strategies) and outcome. One pathophysiologic feature may predominate, such as shunt (e.g. Bronchopneumonia)

بؤري أو منتشر) يرتبط بقدرة مختلفة على تصريف السائل السنخي والذي يرتبط بشكل مختلف بالنتيجة و(ب) وجود علامات حيوية التهابية (أي النمط الظاهري فرط الالتهاب 2 مقابل النمط الظاهري 1) ترتبط بشكل مختلف بالعلاج (أي استراتيجيات السوائل وضغط نهاية الزفير الإيجابي) والنتيجة. قد تسود سمة مرضية واحدة، مثل التحويلة (مثل الالتهاب الرئوي القصبي)

increased airways resistance (e.g. acute exacerbation of Asthma), reduced elastic recoil with dynamic hyperinflation (Asthma, COPD). Importantly, pathophysiologic features that predominate in ARDS, such as low lung compliance, are less frequently encountered, which may have important implications for ventilatory management

زيادة مقاومة مجاري الهواء (مثل التفاقم الحاد للربو)، وانخفاض الارتداد المرن مع فرط التضخم الديناميكي (الربو، مرض الانسداد الرئوي المزمن). ومن المهم أن السمات المرضية الفسيولوجية السائدة في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة، مثل انخفاض امتثال الرئة، أقل شيوعاً، وقد يكون لها آثار مهمة على إدارة التهوية.

Invasive Mechanical Ventilation: From 'Protective' to 'Personalized'

التهوية الميكانيكية الغازية: من "الحماية" إلى "التخصيص"

Invasive MV is lifesaving in patients failing other forms of advanced respiratory support, it can worsen ARDS severity, with high tidal volumes increasing shear stress in stiff lungs, causing volutrauma, barotrauma, and biotrauma Lung ventilation strategies that limit tidal volume to 6-8 mls/Kg predicted body weight and plateau pressures below 30 cm H2O increase patient survival in ARDS

التهوية الميكانيكية الغازية منقذة للحياة في المرضى الذين يفشلون في الحصول على أشكال أخرى من الدعم التنفسي المتقدم، ويمكن أن تزيد من شدة متلازمة الضائقة التنفسية الحادة، مع زيادة أحجام المد والجزر العالية في إجهاد القص في الرئتين المتصلبتين، مما يتسبب في حدوث صدمة حجمية وصدمة ضغطية وصدمة بيولوجية. استراتيجيات تهوية الرئة التي تحد من حجم المد والجزر إلى 6-8 مل/كجم، ويتوقع أن يزيد وزن الجسم وضغوط الهضبة أقل من 30 سم مكعب من الماء من بقاء المريض في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة.

However, the approach to optimizing the settings for other ventilation parameters, such as oxygen titration (conservative versus liberal), PEEP (lower versus higher), and lung recruitment strategies (open versus closed lung) in ARDS patients are less clear.

ومع ذلك، فإن النهج المتبع لتحسين الإعدادات لمعلمات التهوية الأخرى، مثل معايرة الأكسجين (المحافظ مقابل الليبرالي)، وضغط نهاية الزفير الإيجابي (الأدني مقابل الأعلى)، واستراتيجيات تجنيد الرئة (الرئة المفتوحة مقابل الرئة المغلقة) في مرضى متلازمة الضائقة التنفسية الحادة أقل وضوحاً.

Future progress with optimization of ventilation in ARDS patients may include developing strategies to individualise ventilator settings at the bedside.

قد يتضمن التقدم المستقبلي في تحسين التهوية لدى مرضى متلازمة الضائقة التنفسية الحادة تطوير استراتيجيات لتخصيص إعدادات جهاز التنفس الصناعي عند السرير.

In regard to optimal setting of PEEP, the response in terms of oxygenation and/or lung compliance to an upward PEEP titration appears to hold promise.

فيما يتعلق بالإعدادات الأمثل لضغط نهاية الزفير الإيجابي، يبدو أن الاستجابة من حيث الأكسجين و/أو امتثال الرئة لمعايرة ضغط نهاية الزفير الإيجابي التصاعدي واعدة.

The potential for personalized' ventilation in ARDS is highlighted in the LIVE study, patients were randomized to two ventilation strategies based on whether they had focal versus diffuse ARDS infiltrates versus a control group receiving a standardized 'protective ventilation approach.

تم تسليط الضوء على إمكانية التهوية "الشخصية" في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة في دراسة LIVE، حيث تم توزيع المرضى عشوائياً على استراتيجيتين للتهوية بناءً على ما إذا كان لديهم تسلمات بؤرية أو منتشرة لمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة مقابل مجموعة تحكم تتلقى "نهج تهوية وقائي" موحد.

While no outcome difference was seen in the primary analysis, there was a high rate of misclassification which when reclassified, resulted in a benefit in the personalized ventilation arm.

وبينما لم يُلاحظ أي فرق في النتائج في التحليل الأساسي، كان هناك معدل مرتفع من التصنيف الخاطئ والذي عند إعادة التصنيف، أدى إلى فائدة في ذراع التهوية الشخصية.

These data suggest the need to titrate lung ventilation parameters to the underlying lung physiology, rather than adopting 'one size fits all' ventilation strategy Accordingly, the use of dynamic indices such as driving pressure to guide titration

تشير هذه البيانات إلى الحاجة إلى معايرة معلمات تهوية الرئة وفقاً لفسولوجيا الرئة الأساسية، بدلاً من تبني استراتيجية تهوية "مقاس واحد يناسب الجميع" وفقاً لذلك، اكتسب استخدام المؤشرات الديناميكية مثل ضغط القيادة لتوجيه معايرة

of tidal volume at the bedside has gained widespread popularity in recent years.

حجم المد والجزر عند السرير شعبية واسعة النطاق في السنوات الأخيرة.

The optimal approach to invasive MV in patients with uAHRF is even less well understood, as the evidence base here is limited.

إن النهج الأمثل للتهوية بالحجم المدي الغازي في المرضى المصابين بـ uAHRF أقل فهماً، حيث أن قاعدة الأدلة هنا محدودة.

While high tidal volume ventilation is injurious even in previously normal lungs, and should clearly be avoided in uAHRF patients, the best approach to titrate tidal volume in this group is not known.

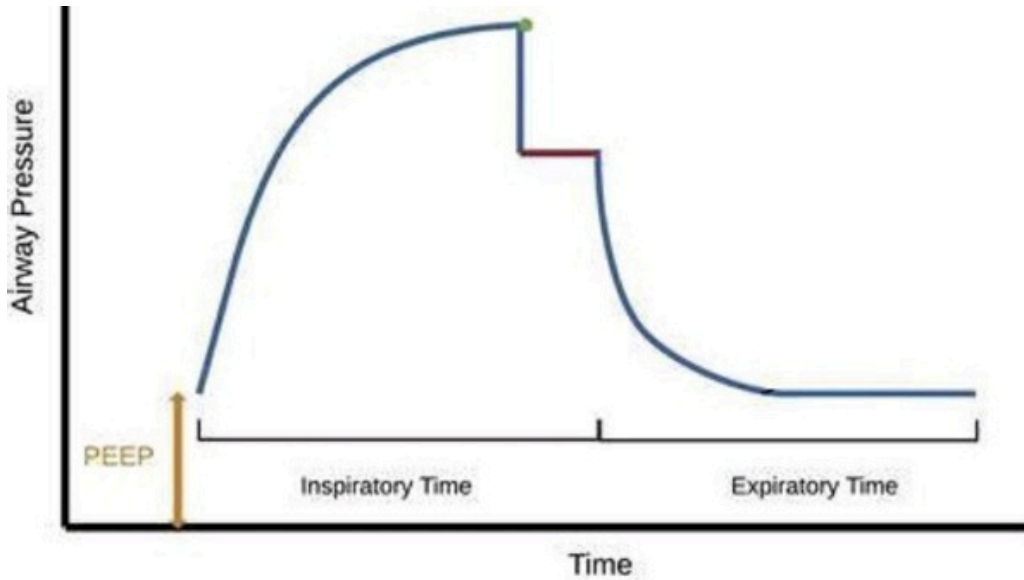
في حين أن التهوية بالحجم المدي العالي ضارة حتى في الرئتين الطبيعيين سابقاً، ويجب تجنبها بوضوح في مرضى uAHRF، فإن أفضل نهج لمعايرة الحجم المدي في هذه المجموعة غير معروف.

There may be no additional advantage to very low tidal volumes in patient with uAHRF, and the accompanying measures required to ensure patient tolerance for these approaches (e.g. sedation) especially where compliance is maintained.

قد لا تكون هناك ميزة إضافية لحجم المد المنخفض للغاية لدى المرضى الذين يعانون من uAHRF، والتدابير المصاحبة المطلوبة لضمان تحمل المريض لهذه الأساليب (على سبيل المثال التخدير) خاصة حيث يتم الحفاظ على الامتثال.

Indeed, even in the ARMA study, patients with ARDS in the highest quartile of lung compliance had no mortality benefit from the ARDSnet lung protective strategy.

في الواقع، حتى في دراسة ARMA، لم يكن لدى المرضى المصابين بمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة في الربع الأعلى من الامتثال للرئة أي فائدة في معدل الوفيات من استراتيجية حماية الرئة ARDSnet.



المكملات الغذائية للتهوية Adjuncts to Ventilation

Prone positioning of invasively ventilated patients with confirmed moderate to severe ARDS is supported by a clear evidence base and represents standard of care.

إن وضعية الانبطاح للمرضى الذين يخضعون للتهوية الغازية والذين يعانون من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة المتوسطة إلى الشديدة مدعومة بقاعدة أدلة واضحة وتمثل معيارًا للرعاية.

Despite this, the use of prone positioning remains low in this patient cohort. A recent innovation during the COVID pandemic has been extending prone positioning to awake patients receiving non-invasive respiratory support, which has been demonstrated in a large meta-trial to reduce the need for invasive ventilation.

على الرغم من ذلك، يظل استخدام وضعية الانبطاح منخفضًا في هذه المجموعة من المرضى. كان أحد الابتكارات الحديثة أثناء جائحة كوفيد هو توسيع وضعية الانبطاح لتشمل المرضى المستيقظين الذين يتلقون دعمًا تنفسيًا غير جراحي، وقد تم إثبات ذلك في تجربة كبيرة لتقليل الحاجة إلى التهوية الغازية.

The role of awake prone positioning in non-COVID patient with UAHRF or ARDS, and the role of prone positioning in invasively ventilated uAHRF patients remain to be determined.

لا يزال دور وضعية الانبطاح المستيقظ في المرضى غير المصابين بكوفيد والذين يعانون من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة أو متلازمة الضائقة التنفسية الحادة، ودور وضعية الانبطاح في مرضى متلازمة الضائقة التنفسية الحادة الذين يخضعون للتهوية الغازية غير محدد.

The use of neuromuscular blockade in patients with moderate to severe ARDS is supported by some but not all studies, although differences in methodology may explain the divergent findings. There is no data available regarding the use of muscle relaxants in UAHRF.

إن استخدام الحصار العصبي العضلي في المرضى الذين يعانون من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة المتوسطة إلى الشديدة مدعوم ببعض الدراسات ولكن ليس كلها، على الرغم من أن الاختلافات في المنهجية قد تفسر النتائج المتباينة. لا توجد بيانات متاحة بشأن استخدام مرخيات العضلات في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة.

إعداد ضغط نهاية الزفير الإيجابي في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة PEEP Setting in ARDS

مقدمه Introduction

PEEP is considered a keystone ventilatory treatment for the management of ARDS in critically ill patients. Ashbaugh and colleagues reported the first formal description of the beneficial effect of PEEP in reversing hypoxemia in Acute Respiratory Ristress Syndrome (ARDS) in 1967

يعتبر ضغط نهاية الزفير الإيجابي علاجًا تنفسيًا أساسيًا لإدارة متلازمة الضائقة التنفسية الحادة في المرضى المصابين بأمراض خطيرة. أبلغ أشباه وزملاؤه عن أول وصف رسمي للتأثير المفيد لضغط نهاية الزفير الإيجابي في عكس نقص الأكسجين في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS) في عام 1967.

Overall, PEEP increases the intrathoracic pressure, which is variably distributed to the lung and to the chest wall according to their respective compliance

بشكل عام، يزيد ضغط نهاية الزفير الإيجابي من الضغط داخل الصدر، والذي يتم توزيعه بشكل متغير على الرئة وجدار الصدر وفقًا لامثالهما.

Pathophysiology: Beneficial Effects of PEEP

الفسيولوجيا المرضية: التأثيرات المفيدة ل PEEP

In ARDS, PEEP allows to prevent part of the alveolar collapse by counteracting elevated surface tension caused by surfactant impairment, superimposed pressure due to increased lung weight and the chest wall recoil.

في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة، يسمح PEEP بمنع جزء من انهيار الحويصلات الهوائية من خلال مواجهة التوتر السطحي المرتفع الناجم عن ضعف المادة الخافضة للتوتر السطحي، والضغط المفروض بسبب زيادة وزن الرئة وارتداد جدار الصدر

These effects avoid alveolar overdeflation during expiration and then reduce intrapulmonary shunt. Technically, the role of PEEP is the prevention of the alveolar derecruitment, while recruitment is an "inspiratory phenomenon." At the same time, since an increase in PEEP is typically associated to an increased inspiratory pressure, the two phenomena (recruitment and avoidance of derecruitment) are often coupled

تتجنب هذه التأثيرات فرط انكماش الحويصلات الهوائية أثناء الزفير ثم تقلل من التحويل داخل الرئة. من الناحية الفنية، يتمثل دور PEEP في منع انكماش الحويصلات الهوائية، في حين أن الانكماش هو "ظاهرة شهيق". في الوقت نفسه، نظرًا لأن الزيادة في PEEP ترتبط عادةً بزيادة الضغط الشهيق، فإن الظاهرتين (الانكماش وتجنب الانكماش) غالبًا ما يتم ربطهما

Alternatively, Recruitment Maneuvers (RM) may be applied in combination with PEEP titration under the rationale that the pressure required to open an alveolus is higher than the pressure which avoids derecruitment (hysteresis).

بدلاً من ذلك، قد يتم تطبيق مناورات الانكماش (RM) بالاشتراك مع معايرة ضغط نهاية الزفير الإيجابي (PEEP) بناءً على المنطق القائل بأن الضغط المطلوب لفتح الحويصلات الهوائية أعلى من الضغط الذي يتجنب انكماش الحويصلات الهوائية (الهستيريسيس).

When PEEP is applied, the participation of some alveoli to the gas exchange is restored and the end-expiratory lung volume (EELV) increases.

عند تطبيق ضغط نهاية الزفير الإيجابي، يتم استعادة مشاركة بعض الحويصلات الهوائية في تبادل الغازات ويزداد حجم الرئة في نهاية الزفير (EELV).

This usually leads to the decrease of the lung strain and to an improvement of the respiratory system compliance. وهذا يؤدي عادة إلى انخفاض إجهاد الرئة وتحسين امتثال الجهاز التنفسي.

In turn, the driving pressure is then reduced for the same tidal volume: this is desirable because of the robust association between a lower DP and a higher survival rate.

بدوره، يتم تقليل ضغط الدفع لنفس الحجم المدي. وهذا أمر مرغوب فيه بسبب الارتباط القوي بين انخفاض ضغط الدم الرئوي وارتفاع معدل البقاء على قيد الحياة.

Furthermore, PEEP can minimize ventilator induced lung injury (VILI) by reducing atelectrauma (i.e. the cyclic alveolar opening and closing during tidal ventilation) and reducing lung heterogeneity and stress, leading to a more homogeneous ventilation with less stress raisers, that are neighbor regions to the lung units with different elastic interfaces.

علاوة على ذلك، يمكن أن يقلل ضغط نهاية الزفير الإيجابي من إصابة الرئة الناجمة عن جهاز التنفس الصناعي (VILI) عن طريق تقليل الصدمة الكهربائية (أي فتح وإغلاق الحويصلات الهوائية الدورية أثناء التهوية المدية) وتقليل عدم تجانس الرئة والإجهاد، مما يؤدي إلى تهوية أكثر تجانساً مع عوامل إجهاد أقل، وهي مناطق مجاورة لوحداث الرئة ذات واجهات مرنة مختلفة.

الفسيولوجيا المرضية: التأثيرات الضارة لضغط نهاية الزفير الإيجابي Pathophysiology: Harmful Effects of PEEP

If PEEP is set inappropriately, it can exert harmful effects on both the respiratory and the cardiovascular systems.

إذا تم ضبط ضغط نهاية الزفير الإيجابي بشكل غير مناسب، فقد يمارس تأثيرات ضارة على كل من الجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي.

High levels of PEEP can increase the right atrial pressure significantly. This can determine a decrease of the pressure gradient to venous return.

يمكن أن تؤدي المستويات العالية من ضغط نهاية الزفير الإيجابي إلى زيادة ضغط الأذين الأيمن بشكل كبير. يمكن أن يؤدي هذا إلى انخفاض في تدرج الضغط إلى العودة الوريدية.

Consequently, this leads to a reduction of the right preload-as first and consequently of the left preload with the final decrease of cardiac output. As any other pressure, PEEP tends to affect the lung regions with a higher compliance.

وبالتالي، يؤدي هذا إلى انخفاض التحميل المسبق الأيمن أولاً ثم التحميل المسبق الأيسر مع الانخفاض النهائي في الناتج القلبي. مثل أي ضغط آخر، يميل ضغط نهاية الزفير الإيجابي إلى التأثير على مناطق الرئة ذات الامتثال الأعلى.

Typically, in ARDS, while consolidated areas difficultly reopen regardless high PEEP settings, the non-dependent areas open and well ventilated are prone to overdistend, which can promote alveolar inflammation and injury

عادةً، في حالات متلازمة الضائقة التنفسية الحادة، بينما يصعب إعادة فتح المناطق المتماسكة بغض النظر عن إعدادات ضغط نهاية الزفير الإيجابي المرتفعة، فإن المناطق غير المعتمدة المفتوحة وجيدة التهوية تكون عرضة للتمدد الزائد، مما قد يعزز الالتهاب والإصابة السنخية

Moreover, depending on the balance between recruitment and overdistension, PEEP may increase pulmonary vascular resistance, and hence increases the right afterload with risk of cor pulmonale. Finally, if alveolar pressure higher exceeds the capillary pressure, this may increase alveolar dead space because of the occlusion of capillaries, causing an impaired clearance of carbon dioxide.

وعلاوة على ذلك، واعتماداً على التوازن بين التجنيد والتمدد الزائد، قد يزيد ضغط نهاية الزفير الإيجابي من مقاومة الأوعية الدموية الرئوية، وبالتالي يزيد من الحمل اللاحق الأيمن مع خطر الإصابة بأمراض القلب الرئوية. أخيراً، إذا تجاوز الضغط السنخي الضغط الشعري، فقد يؤدي هذا إلى زيادة المساحة الميتة السنخية بسبب انسداد الشعيرات الدموية، مما يتسبب في ضعف تصفية ثاني أكسيد الكربون.

Respiratory Mechanics: Compliance and Driving Pressure of the Respiratory System (Cpl,rs)

ميكانيكا الجهاز التنفسي: الامتثال وضغط الدفع للجهاز التنفسي (Cpl,rs)

Compliance of the respiratory system has been proposed as a target for PEEP titration since 1975 when, in two separate studies Suter and Falke reported that the increase of PEEP was associated with increases of FRC, Cpl,rs, and oxygenation

تم اقتراح امتثال الجهاز التنفسي كهدف لمعايرة ضغط نهاية الزفير الإيجابي منذ عام 1975، عندما أفاد Suter و Falke في دراستين منفصلتين أن زيادة ضغط نهاية الزفير الإيجابي كانت مرتبطة بزيادة في FRC و Cpl,rs والأكسجين

However, the use of Cpl,rs as a target to optimize PEEP setting is based on the assumption that the increase in Cpl,rs reflects increased lung volume due to alveolar recruitment, while overdistension leads to a loss in compliance. This mainly depends on the amount of the lung recruitable volume and on the opening pressures of the poorly inflated and not inflated lung areas

ومع ذلك، فإن استخدام Cpl,rs كهدف لتحسين ضبط ضغط نهاية الزفير الإيجابي يعتمد على افتراض أن الزيادة في Cpl,rs تعكس زيادة في حجم الرئة بسبب تجنيد الحويصلات الهوائية، في حين يؤدي التمدد الزائد إلى فقدان الامتثال. يعتمد هذا بشكل أساسي على مقدار حجم الرئة القابل للتجنيد وعلى ضغوط الفتح لمناطق الرئة المنتفخة بشكل سيئ وغير المنتفخة

Moreover, this assumes that the chest wall and abdominal mechanics are unaffected by PEEP application. Furthermore, another potential misleading factor is the intra-tidal alveolar opening and closing that may overestimate the contribution of PEEP on the increased Cpl,rs

علاوة على ذلك، يفترض هذا أن جدار الصدر وميكانيكا البطن لا تتأثر بتطبيق ضغط نهاية الزفير الإيجابي. وعلاوة على ذلك، فإن عامل تضليل محتمل آخر هو فتح وإغلاق الحويصلات الهوائية داخل المد والجزر والذي قد يبالغ في تقدير مساهمة ضغط نهاية الزفير الإيجابي في زيادة Cpl,rs.

More recently, it was proposed a PEEP optimization based on the driving pressure (DP), which equals the ratio between the tidal volume and the Cpl.rs

في الآونة الأخيرة، تم اقتراح تحسين ضغط نهاية الزفير الإيجابي (PEEP) استنادًا إلى ضغط الدفع (DP)، والذي يساوي النسبة بين الحجم المدي Cpl.rs

Cpl,rs is proportional to EELV and hence to the "baby lung" size. In summary, DP is a proxy of the tidal volume delivered over the aerated lung, and it is independently associated with mortality

Cpl,rs يتناسب مع EELV وبالتالي مع حجم "رئة الطفل". باختصار، DP هو وكيل لحجم المد المسلم عبر الرئة المهواة، وهو مرتبط بشكل مستقل بالوفيات

Furthermore, in a recent reanalysis of the ALVEOLI and ExPress trial, Yehya and coworkers compared the association between mortality and the changes in PaO2/FiO2 and DP following protocolized ventilator changes

وعلاوة على ذلك، في إعادة تحليل حديثة لتجربة ALVEOLI وExPress، قارن يحيى وزملاؤه الارتباط بين معدل الوفيات والتغيرات في PaO2/FiO2 و DP بعد التغييرات التي أجريت على أجهزة التنفس الصناعي.

The investigators observed a more robust association with mortality according to changes in DP compared to changes in oxygenation, suggesting the primary associative role of DP with mortality

لاحظ الباحثون ارتباطًا أكثر قوة مع معدل الوفيات وفقًا للتغيرات في DP مقارنة بالتغيرات في الأكسجين، مما يشير إلى الدور الترابطي الأساسي لـ DP مع معدل الوفيات.

Pressure-Volume (PV) Curve and Lung Volume Measurements

منحنى الضغط والحجم (PV) وقياسات حجم الرئة

Some authors proposed the use of the lower inflection point of the pressure- volume curve as a threshold above which PEEP should be set. This should minimize the atelectrauma.

اقترح بعض المؤلفين استخدام نقطة الانعطاف السفلية لمنحنى الضغط والحجم كعتبة يجب ضبط ضغط نهاية الزفير الإيجابي فوقها. وهذا من شأنه أن يقلل من الصدمة الكهربائية

The main limitations of this strategy are the need for deep sedation and (likely) neuromuscular blocking, the uncertainty in identification of inflection point in some patients and the fact that the opening pressures are located on the entire inspiratory limb of the PV curve.

تتمثل القيود الرئيسية لهذه الاستراتيجية في الحاجة إلى التخدير العميق و(على الأرجح) الحجب العصبي العضلي، وعدم اليقين في تحديد نقطة الانعطاف لدى بعض المرضى وحقيقة أن ضغوط الفتح تقع على الطرف الشهيقي بالكامل لمنحنى البطن الرئوي.

As the alveolar closing pressure are lower than the opening pressure the PV loop shows a relevant hysteresis and provide a rationale for the application of a recruitment maneuver before increasing PEEP.

نظرًا لأن ضغط إغلاق الحويصلات الهوائية أقل من ضغط الفتح، فإن حلقة البطن الرئوي تظهر تباطؤًا مناسبًا وتوفر أساسًا منطقيًا لتطبيق مناورة التجنيد قبل زيادة ضغط نهاية الزفير الإيجابي.

Other investigators proposed the use of the expiratory limb to titrate PEEP. This seems more physiologically sound as compared to the use of the inspiratory limb.,

اقترح محققون آخرون استخدام الطرف الزفيري لمعايرة ضغط نهاية الزفير الإيجابي. ويبدو هذا أكثر صحة من الناحية الفسيولوجية مقارنة باستخدام الطرف الشهيقي.

However, the lungs of ARDS start to collapse at high pressure levels following a gravitational gradient (i.e. from the dependent to the non-dependent lung regions)

ومع ذلك، تبدأ رئات مرضى الضائقة التنفسية الحادة في الانهيار عند مستويات ضغط عالية بعد تدرج الجاذبية (أي من مناطق الرئة التابعة إلى مناطق الرئة غير التابعة).

Change in lung volume during PEEP titration may also allow to assess the gain in aerated volume following a PEEP change

قد يسمح التغيير في حجم الرئة أثناء معايرة ضغط نهاية الزفير الإيجابي أيضًا بتقييم المكسب في الحجم الموهى بعد تغيير ضغط نهاية الزفير الإيجابي.

Dilutional gas techniques (including helium or nitrogen washin/washout) have been used to measure EELV

تم استخدام تقنيات الغاز المخفف (بما في ذلك غسيل/غسل الهيليوم أو النيتروجين) لقياس EELV.

When PEEP is increased, EELV will necessarily increase (even without any recruitment), proportionally with compliance

عند زيادة ضغط نهاية الزفير الإيجابي، سيزداد ضغط نهاية الزفير الإيجابي بالضرورة (حتى بدون أي توظيف)، بشكل متناسب مع الامتثال

If the increase of EELV exceeds the value predicted (as the product of compliance by PEEP change), the extra volume is considered to reflect the aeration of new lung units

إذا تجاوزت زيادة ضغط نهاية الزفير الإيجابي القيمة المتوقعة (كحاصل الامتثال لتغيير ضغط نهاية الزفير الإيجابي)، يُعتبر الحجم الإضافي انعكاسًا لتهوية وحدات الرئة الجديدة

Recently, Chen and proposed a method based on an abrupt PEEP decrease from 15 to 5 cmH₂O

مؤخرًا، اقترح تشين وطريقة تعتمد على انخفاض ضغط نهاية الزفير الإيجابي المفاجئ من 15 إلى 5 سم من الماء.

If the increased exhaled volume was higher than the expected (based in compliance), the difference

"among these volumes would correspond to the "PEEP recruited volume

إذا كان حجم الزفير المتزايد أعلى من المتوقع (بناءً على الامتثال)، فإن الفرق بين هذه الأحجام يتوافق مع "حجم ضغط نهاية الزفير الإيجابي".

The ratio between the compliance of the recruited volume and the compliance at low PEEP was termed

"recruitment to inflation ratio," a tool that may characterize lung recruitability at bedside

تمت تسمية النسبة بين امتثال حجم التوظيف والامتثال عند ضغط نهاية الزفير الإيجابي المنخفض بـ "نسبة التوظيف إلى التضخم"، وهي أداة قد تميز قابلية لتوظيف الرئة عند سرير المريض.

STRESS INDEX (SI)

مؤشر الاجهاد SI

the Stress Index (SI)

The Stress Index (SI) is used to assess the lung mechanics and the potential for lung injury during mechanical ventilation

يستخدم مؤشر الإجهاد (SI) لتقييم آليات الرئة واحتمالية إصابة الرئة أثناء التهوية الميكانيكية.

It helps identify if the ventilator settings are causing overdistension or insufficient ventilation of the lungs, based on the shape of the pressure-time curve during inspiration

يساعد في تحديد ما إذا كانت إعدادات جهاز التنفس الصناعي تسبب تمددًا مفرطًا أو تهوية غير كافية للرئتين، بناءً على شكل منحنى الضغط والوقت أثناء الشهيق.

Interpretation of below image:

1. Curve-Flow: منحنى التدفق:

D This panel represents the inspiratory flow waveform, indicating constant flow during inspiration, as seen in volume-controlled ventilation.

تمثل هذه اللوحة شكل موجة التدفق الشهيق، مما يشير إلى التدفق المستمر أثناء الشهيق، كما هو الحال في التهوية التي يتم التحكم في حجمها

Each breath starts with a rapid increase in flow, remains constant during inspiration, and then drops back during expiration.

يبدأ كل نفس بزيادة سريعة في التدفق، ويبقى ثابتاً أثناء الشهيق، ثم ينخفض مرة أخرى أثناء الزفير.

2. Curve Pressure-Time: منحنى الضغط-الزمن

- This represents the airway pressure (Paw) over time during inspiration.
• يمثل هذا ضغط مجرى الهواء (Paw) بمرور الوقت أثناء الشهيق.
- The shape of the curve varies depending on the Stress Index (SI)
• يختلف شكل المنحنى وفقاً لمؤشر الإجهاد (SI)

value:

SI<1:

The pressure curve is concave downward (flatter), indicating a slow rise in airway pressure.

منحنى الضغط مقعر للأسفل (أكثر تسطحاً)، مما يشير إلى ارتفاع بطيء في ضغط مجرى الهواء.

This suggests alveolar collapse or poor lung compliance, where the airways are closing or there is insufficient pressure to keep them open.

يشير هذا إلى انهيار الحويصلات الهوائية أو ضعف امتثال الرئة، حيث يتم إغلاق مجاري الهواء أو يكون الضغط غير كافٍ لإبقائها مفتوحة.

Interpretation: The ventilator settings might need to be adjusted to avoid underinflation.

التفسير: قد يلزم تعديل إعدادات جهاز التنفس الصناعي لتجنب نقص التضخم.

SI=1:

The pressure curve is linear, indicating a normal rise in pressure.

منحنى الضغط خطي، مما يشير إلى ارتفاع طبيعي في الضغط.

This suggests optimal lung compliance, with no signs of overdistension or collapse. The ventilator is delivering appropriate tidal volumes without excessive stress on the lungs.

يشير هذا إلى امتثال مثالي للطور، مع عدم وجود علامات على فرط التمدد أو الانهيار. يوفر جهاز التنفس الصناعي أحجاماً مدية مناسبة دون إجهاد مفرط للرئتين.

Interpretation: This is the ideal condition for lung protection, meaning the ventilation strategy is safe.

التفسير: هذه هي الحالة المثالية لحماية الرئة، مما يعني أن استراتيجية التهوية آمنة.

SI>1:

The pressure curve is convex upward (steep), indicating a rapid rise in airway pressure.

منحنى الضغط محدب للأعلى (شديد الانحدار)، مما يشير إلى ارتفاع سريع في ضغط مجرى الهواء.

This suggests overdistension of the alveoli, where the lungs are being overstretched, potentially leading to lung injury.

يشير هذا إلى فرط تمدد الحويصلات الهوائية، حيث يتم شد الرئتين بشكل مفرط، مما قد يؤدي إلى إصابة الرئة.

Interpretation: The ventilator settings may need adjustment (e.g., reducing tidal volume or pressure) to prevent barotrauma or volutrauma.

التفسير: قد تحتاج إعدادات جهاز التنفس الصناعي إلى التعديل (على سبيل المثال، تقليل حجم المد أو الضغط) لمنع حدوث صدمة ضغطية أو صدمة حجمية.

Stress Index Calculation: حساب مؤشر الإجهاد:

The SI is calculated based on the slope of the airway pressure curve during constant-flow ventilation:
يتم حساب مؤشر الإجهاد بناءً على ميل منحنى ضغط مجرى الهواء أثناء التهوية ذات التدفق الثابت:

SI=1 indicates normal lung compliance. يشير مؤشر الإجهاد إلى امتثال الرئة الطبيعي.

SI > 1 indicates lung overdistension (overinflation of alveoli).

يشير $SI > 1$ إلى فرط تمدد الرئة (تضخم الحويصلات الهوائية بشكل مفرط).

SI < 1 suggests alveolar collapse or inadequate pressure to open airways.

يشير $SI < 1$ إلى انهيار الحويصلات الهوائية أو عدم كفاية الضغط لفتح مجاري الهواء.

Clinical Implications: الآثار السريرية:

SI < 1: May require higher pressures or adjustments in positive end- expiratory pressure (PEEP) to prevent atelectasis (alveolar collapse).

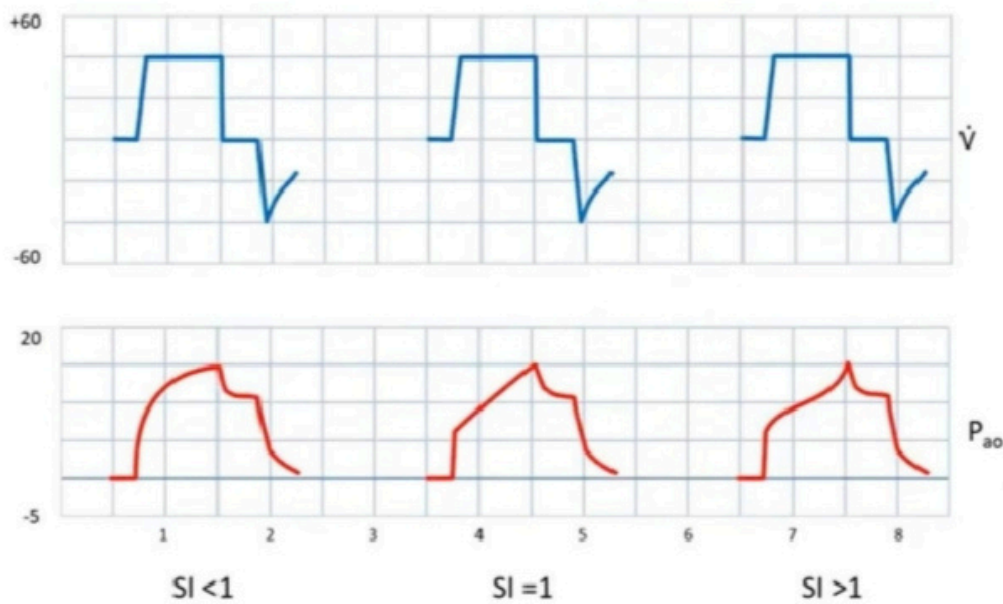
$SI < 1$: قد يتطلب ضغوطًا أعلى أو تعديلات في ضغط نهاية الزفير الإيجابي (PEEP) لمنع انخماص الرئة (انهيار الحويصلات الهوائية)

SI > 1: Indicates the need to reduce ventilator pressures to prevent lung injury caused by overdistension.

$SI > 1$: يشير إلى الحاجة إلى تقليل ضغوط جهاز التنفس الصناعي لمنع إصابة الرئة الناجمة عن فرط التمدد

SI = 1: Represents ideal ventilation settings for minimizing lung stress and injury during mechanical ventilation.

$SI = 1$: يمثل إعدادات التهوية المثالية لتقليل إجهاد الرئة والإصابة أثناء التهوية الميكانيكية



Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) VS Acute Lung Injury (ALI)

متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS) مقابل إصابة الرئة الحادة (ALI)

Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) and Acute Lung Injury (ALI) are interconnected conditions that result in acute respiratory failure, but they differ markedly in severity and clinical management approaches.

متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS) وإصابة الرئة الحادة (ALI) هما حالتان مترابطتان تؤديان إلى فشل تنفسي حاد، لكنهما تختلفان بشكل ملحوظ في شدتهما وأساليب الإدارة السريرية.

ARDS is characterized by severe lung injury, with widespread inflammation and significant impairment in gas exchange, often triggered by factors such as pneumonia, sepsis, aspiration, trauma, or multiple blood transfusions.

تتميز متلازمة الضائقة التنفسية الحادة بإصابة رئوية حادة، مع التهاب واسع النطاق وضعف كبير في تبادل الغازات، وغالبًا ما يكون ذلك ناتجًا عن عوامل مثل الالتهاب الرئوي أو الإنتان أو الشفط أو الصدمة أو عمليات نقل الدم المتعددة.

The Berlin Definition outlines the criteria for diagnosing ARDS, which includes an acute onset of symptoms, the presence of bilateral opacities on chest imaging, and a critical level of impaired oxygenation indicated by a $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio of less than 300 mmHg.

يحدد تعريف برلين معايير تشخيص متلازمة الضائقة التنفسية الحادة، والتي تتضمن ظهور الأعراض بشكل حاد، ووجود تعقيمات ثنائية في تصوير الصدر، ومستوى حرج من ضعف الأكسجين كما هو موضح بنسبة $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ أقل من 300 ملم زئبق.

Conversely, ALI represents a less severe form of lung injury, diagnosed when the $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio falls between 200 and 300 mmHg.

وعلى العكس من ذلك، يمثل ALI شكلًا أقل حدة من إصابة الرئة، ويتم تشخيصه عندما تنخفض نسبة $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ بين 200 و300 ملم زئبق.

Although ALI can arise from similar etiological factors as ARDS, the degree of respiratory compromise is not as profound, which often results in a comparatively better prognosis.

على الرغم من أن ALI يمكن أن ينشأ من عوامل مسببة مماثلة لمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة، فإن درجة الخلل التنفسي ليست عميقة بنفس القدر، مما يؤدي غالبًا إلى تشخيص أفضل نسبيًا.

Management strategies for both ARDS and ALI primarily focus on supportive care and addressing the underlying causes. However, ARDS typically necessitates more intensive interventions, particularly mechanical ventilation..

تركز استراتيجيات الإدارة لكل من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة وALI في المقام الأول على الرعاية الداعمة ومعالجة الأسباب الكامنة. ومع ذلك، تتطلب متلازمة الضائقة التنفسية الحادة عادةً تدخلات أكثر كثافة، وخاصة التهوية الميكانيكية.

In mechanical management of ARDS, lung-protective ventilation strategies are paramount. These involve using lower tidal volumes to reduce the risk of ventilator-induced lung injury, alongside maintaining appropriate positive end- expiratory pressure (PEEP) levels to improve oxygenation and prevent alveolar collapse.

في الإدارة الميكانيكية لمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة، تعد استراتيجيات التهوية التي تحمي الرئة ذات أهمية قصوى. وتتضمن هذه الاستراتيجيات استخدام أحجام مدية أقل لتقليل خطر إصابة الرئة الناجمة عن جهاز التنفس الصناعي، إلى جانب الحفاظ على مستويات الضغط الزفيري الإيجابي المناسب لتحسين الأكسجين ومنع انهيار الحويصلات الهوائية.

In addition, careful monitoring and adjustments are made to optimize ventilation while minimizing potential complications, such as barotrauma or volutrauma. The use of prone positioning has also gained attention as a technique to improve oxygenation and reduce mortality in severe ARDS cases

بالإضافة إلى ذلك، يتم إجراء مراقبة وتعديلات دقيقة لتحسين التهوية مع تقليل المضاعفات المحتملة، مثل الصدمة الضغطية أو الصدمة الحجمية. كما اكتسب استخدام وضعية الانبطاح الاهتمام كتقنية لتحسين الأكسجين وتقليل الوفيات في حالات متلازمة الضائقة التنفسية الحادة الشديدة

For ALI, while mechanical ventilation may still be necessary, the interventions are often less aggressive, and many patients can achieve adequate oxygenation with less invasive support. Continuous positive airway pressure (CPAP) or non-invasive ventilation may be employed depending on the severity of the respiratory compromise.

بالنسبة لـ ALI، على الرغم من أن التهوية الميكانيكية قد لا تزال ضرورية، إلا أن التدخلات غالبًا ما تكون أقل عدوانية، ويمكن للعديد من المرضى تحقيق الأكسجين الكافي بدعم أقل تدخلًا. يمكن استخدام ضغط مجرى الهواء الإيجابي المستمر (CPAP) أو التهوية غير الجراحية اعتمادًا على شدة الخلل التنفسي.

Prognostically, ARDS is associated with higher mortality rates and longer recovery times, reflecting its critical nature, while ALI typically offers a better outlook. albeit with significant morbidity potential.

من الناحية التنبؤية، يرتبط مرض الضائقة التنفسية الحادة بمعدلات وفيات أعلى وأوقات تعافي أطول، مما يعكس طبيعته الحرجة، في حين يقدم التهاب الرئة الحاد عادةً توقعات أفضل. وإن كان مع إمكانية كبيرة للإصابة بالأمراض.

Understanding the distinctions between ARDS and ALI is essential for healthcare providers, as this knowledge informs appropriate diagnosis, treatment, and management tailored to the severity of each condition. إن فهم التمييز بين مرض الضائقة التنفسية الحادة والتهاب الرئة الحاد أمر ضروري لمقدمي الرعاية الصحية، حيث تساعد هذه المعرفة في التشخيص والعلاج والإدارة المناسبين وفقًا لشدة كل حالة.

This differentiation not only impacts immediate clinical decisions but also plays a crucial role in determining long-term outcomes for patients, emphasizing the importance of targeted and effective mechanical management strategies.

لا يؤثر هذا التمييز على القرارات السريرية الفورية فحسب، بل يلعب أيضًا دورًا حاسمًا في تحديد النتائج طويلة المدى للمرضى، مما يؤكد على أهمية استراتيجيات الإدارة الميكانيكية المستهدفة والفعالة.

Management of Refractory Hypoxemia in Acute Respiratory Distress Syndrome

إدارة نقص الأكسجين المقاوم في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة

Young male, height-175 cm, no comorbidity presents with rapidly worsening respiratory failure. No other organ involvement. On controlled mechanical ventilation. V, 420 mL. FIO-1.0, PEEP 18 cm H₂O, Pplat 34 cm H₂O (under paralysis). ABG analysis shows: PO-45 mm Hg. PCO, 89 mm Hg. pH 7.14. HCO-28. How do we proceed?

ذكر شاب، طوله 175 سم، لا يعاني من أمراض مصاحبة، يعاني من فشل تنفسي متفاقم بسرعة. لا يوجد تورط في أي عضو آخر. تحت التهوية الميكانيكية الخاضعة للرقابة. V، 420 مل. FIO-1.0، PEEP 18 سم H₂O، Pplat 34 سم H₂O (تحت الشلل). يظهر تحليل غازات الدم الشرياني: PO-45 مم زئبق. PCO، 89 مم زئبق. درجة الحموضة 7.14. HCO-28. كيف نمضي قدمًا؟

Patients who meet the Berlin definition criteria of ARDS and are supported with convention lung protective ventilation strategies have been shown to have improved oxygenation, lesser mechanical ventilation days and lower ICU mortality.

لقد ثبت أن المرضى الذين يستوفون معايير تعريف برلين لمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة والذين يتم دعمهم باستراتيجيات التهوية الوقائية التقليدية للرئة لديهم أكسجين أفضل وأيام تهوية ميكانيكية أقل ومعدل وفيات أقل في وحدة العناية المركزة. However, despite these strategies, lung injury may persist and/or worsen leading to refractory hypoxemia. Mortality in ARDS is around 35-40%, which is usually due to multiorgan failure.

ومع ذلك، على الرغم من هذه الاستراتيجيات، قد تستمر إصابة الرئة و/أو تتفاقم مما يؤدي إلى نقص الأكسجين المقاوم. تبلغ نسبة الوفيات في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة حوالي 35-40%، والتي ترجع عادةً إلى فشل الأعضاء المتعددة.

However, 10-15% of patients die due to refractory hypoxemia. There is no standard definition of refractory hypoxemia so far. However in patients on lung protective ventilation, majority of clinicians define refractory hypoxemia as:

ومع ذلك، يموت 10-15% من المرضى بسبب نقص الأكسجين المقاوم للعلاج. ولا يوجد تعريف موحد لنقص الأكسجين المقاوم للعلاج حتى الآن. ومع ذلك، في المرضى الذين يخضعون للتهوية الوقائية للرئة، يحدد غالبية الأطباء نقص الأكسجين المقاوم للعلاج على النحو التالي:

P/F < 100 or SaO₂ < 88% or PaO₂ < 60 mm Hg with FiO₂ > 0.8 and Pplat > 30 cm H₂O

Table 7.1 Reversible causes of hypoxemia **الجدول 7.1 الأسباب القابلة للعكس لنقص الأكسجين في الدم**

New (and potentially reversible) causes of hypoxemia	أسباب جديدة (أو أسباب قابلة للعكس) لنقص الأكسجين في الدم
Mechanical ventilator failure or disconnection	فشل أو فصل جهاز التنفس الصناعي
Pneumothorax	استرواح الصدر
Mucous plugging and/or lobar collapse	انسداد المخاط و/أو انهيار لوهار
Large pleural effusion	انصباب جنبي كبير
Acute pulmonary embolism	انسداد رئوي حاد
New onset left ventricular failure	فشل بطيني أيسر جديد
New pulmonary infectious complication (VAP)	مضاعفات معدية رئوية جديدة

Step 1: Initiate Resuscitation and Identify the Reason for Deterioration

الخطوة 1: بدء الإنعاش وتحديد سبب التدهور

Perform quick physical examination and initiate basic investigations such as arterial blood gas and the chest X-ray to arrive at probable cause for deterioration in respiratory status.

قم بإجراء فحص جسدي سريع وابدأ في إجراء التحقيقات الأساسية مثل غازات الدم الشرياني وأشعة الصدر للوصول إلى السبب المحتمل لتدهور الحالة التنفسية.

- Prior to labelling patients as refractory hypoxemia, it is important to rule out reversible causes of hypoxemia (Table 7.1).

قبل تصنيف المرضى على أنهم يعانون من نقص الأكسجين المقاوم، من المهم استبعاد الأسباب القابلة للعكس لنقص الأكسجين (الجدول 7.1).

Prior to thinking of rescue therapies it is essential to optimise simple measures like patient ventilator synchrony with proper sedation and analgesia and appropriate fluid management strategies

قبل التفكير في علاجات الإنقاذ، من الضروري تحسين التدابير البسيطة مثل تزامن جهاز التنفس الصناعي للمريض مع التخدير المناسب وتسكين الآلام واستراتيجيات إدارة السوائل المناسبة

Step 2: Identifying the Therapies for Refractory Hypoxemia in a Given Setting

الخطوة 2: تحديد العلاجات لنقص الأكسجين المقاوم في بيئة معينة

Once reversible causes of refractory hypoxemia are ruled out, identify the availability of rescue therapies in the given resource setting and patient needs.

بمجرد استبعاد الأسباب القابلة للعكس لنقص الأكسجين المقاوم، حدد مدى توفر علاجات الإنقاذ في بيئة الموارد المحددة واحتياجات المريض.

After initial stabilisation in resource limited medical setup, referral to tertiary care setting should be considered. Broadly therapies for refractory hypoxemia (based on

بعد الاستقرار الأولي في بيئة طبية محدودة الموارد، يجب النظر في الإحالة إلى بيئة الرعاية الثالثة. بشكل عام، العلاجات لنقص الأكسجين المقاوم بناءً على

1. Therapies requiring minimal resources: 1. العلاجات التي تتطلب الحد الأدنى من الموارد:

Recruitment manoeuvres مناورات التوظيف
Prone ventilation التهوية في وضع الاستلقاء
Neuro-muscular blockade الحصار العصبي العضلي

2. Therapies requiring high end gadgets: 2. العلاجات التي تتطلب أجهزة متطورة:

- Inhaled pulmonary vasodilators موسعات الأوعية الدموية الرئوية المستنشقة.
- HFOV التهوية التذبذبية عالية التردد (HFOV)
- Transpulmonary pressure guided mechanical ventilation التهوية الميكانيكية الموجهة بالضغط عبر الرئة.
- Extracorporeal membrane based techniques تقنيات تعتمد على الغشاء خارج الجسم

Step 3: Understanding to Goals of Mechanical Ventilation in ARDS

الخطوة 3: فهم أهداف التهوية الميكانيكية في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة

One has to be understand that irrespective of modalities used to improve oxygenation in refractory hypoxemia the goals of mechanical ventilation in ARDS stays the same.

يتعين علينا أن نفهم أنه بغض النظر عن الوسائل المستخدمة لتحسين الأكسجين في نقص الأكسجين المقاوم فإن أهداف التهوية الميكانيكية في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة تظل كما هي.

1_ Oxygenation goal: PaO₂ 55-80 mm Hg or SaO₂ 88-95%.

هدف الأكسجين: PaO₂ 55-80 مم زئبق أو SaO₂ 88-95%.

2_ Plateau pressure (Pplat): <30 cm H₂O. ضغط (Pplat): >30 سم مكعب من الماء.

3_ Driving Pressure < 14 cm H₂O. ضغط > 14 سم مكعب من الماء.

4_ pH goal: 7.20-7.45 (Permissive Hypercapnoea).

هدف الرقم الهيدروجيني: 7.20-7.45 (فرط ثاني أكسيد الكربون المسموح به).

Step 4: Consider Recruitment Manoeuvres

Alveolar recruitment using PEEP as a modality to improve oxygenation has been described since the description of ARDS. لقد تم وصف توظيف الحويصلات الهوائية باستخدام ضغط نهاية الزفير الإيجابي كوسيلة لتحسين الأكسجين منذ وصف متلازمة الضائقة التنفسية الحادة.

Unfortunately, large numbers of studies have demonstrated only temporary improvement in oxygenation but no improvement of survival in ARDS population.

لسوء الحظ، أظهرت أعداد كبيرة من الدراسات تحسناً مؤقتاً فقط في الأكسجين ولكن لم تظهر أي تحسن في معدلات البقاء على قيد الحياة في مرضى متلازمة الضائقة التنفسية الحادة.

Application of PEEP based on ARDSnet protocol has been widely used. There is no strong evidence based rescue protocol to improve oxygenation in case of failure of ARDS net protocol without worsening ventilator associated lung injury.

لقد تم استخدام تطبيق ضغط نهاية الزفير الإيجابي على أساس بروتوكول شبكة ARDSnet على نطاق واسع. لا يوجد بروتوكول إنقاذ قوي قائم على أدلة لتحسين الأكسجين في حالة فشل بروتوكول شبكة ARDS دون تفاقم إصابة الرئة المرتبطة بجهاز التنفس الصناعي.

Recruitment manoeuvre is application of a high level of sustained airway pressure to open up the collapsed alveoli and then apply appropriate PEEP to prevent the collapse of the recruited alveoli. مناورة التجنيد هي تطبيق مستوى عالٍ من ضغط مجرى الهواء المستمر لفتح الحويصلات الهوائية المنهارة ثم تطبيق ضغط نهاية الزفير الإيجابي المناسب لمنع انهيار الحويصلات الهوائية الموظفة.

There is still insufficient evidence to use recruitment manoeuvres routinely and electively in all patients of severe ARDS. Recent ART trial has even shown that it increases mortality.

لا يزال هناك دليل غير كافٍ لاستخدام مناورات التوظيف بشكل روتيني واختياري في جميع مرضى متلازمة الضائقة التنفسية الحادة الشديدة. حتى أن تجربة العلاج المضاد للفيروسات القهقرية الأخيرة أظهرت أنها تزيد من معدل الوفيات.

So it should not be used routinely and use only with caution in selected patients. The possible indications, pre-requisites, methods and complications are discussed below. (Table 7.2).

لذلك لا ينبغي استخدامها بشكل روتيني واستخدامها بحذر فقط في المرضى المختارين. تتم مناقشة المؤشرات المحتملة والمتطلبات الأساسية والطرق والمضاعفات أدناه. (الجدول 7.2).

Indications دواعي الاستعمال

1. كعلاج إنقاذي مؤقت لتحسين الأكسجين. As a temporary rescue therapy to improve oxygenation.
2. بعد فصل دائرة التنفس الصناعي (ولكن في مثل هذه الحالات يكون من المفيد إغلاق الشفط). After disconnection of ventilator circuit (however in such cases it would be worthwhile to have closed suction).

Pre-requisites المتطلبات الأساسية

- يجب أن يكون المريض تحت التخدير الجيد/مشلولاً. Patient should be well sedated/paralysed.
- يجب أن يكون المريض مستقراً من الناحية الديناميكية الدموية. Patient should be hemodynamically stable.
- يجب أن يكون المريض رطباً جيداً ولا يعاني من نقص حجم الدم. Patient should be well hydrated and not hypovolemic.
- تجنبه في المرضى الذين يعانون من مرض الانسداد المزمن في مجرى الهواء، أو السكتة الدماغية ارتفاع ضغط الدم والحمل. Avoid in patients with chronic obstructive airway disease, intracranial hypertension and pregnancy.

Patient with early diffuse ARDS are generally good recruiters, but patients with late ARDS (>1 week) and patients with focal ARDS generally do not respond well.

المرضى الذين يعانون من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة المنتشرة المبكرة هم بشكل عام من المجندين الجيدين، ولكن المرضى الذين يعانون من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة المتأخرة (< 1 أسبوع) والمرضى الذين يعانون من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة البؤرية لا يستجيبون بشكل جيد بشكل عام.



Table 7.2 Recruitment maneuvers

الجدول 7.2 مناورات التوظيف

Steps الخطوات

Method 1: الطريقة 1:

Keep the patient in CPAP mode and deliver 40 cm H₂O pressure for up to 30 s at FiO₂ of 1.0

Method 2: إبقاء المريض في وضع CPAP وتوصيل ضغط 40 سم من الماء لمدة تصل إلى 30 ثانية عند FiO₂ 1.0

Put patient in pressure control mode وضع المريض في وضع التحكم في الضغط

FiO₂ of 1.0

Inspiratory pressure 40-50 cm H₂O ضغط الشهيق 40-50 سم من الماء

PEEP 20-30 cm H₂O PEEP 20-30 سم من الماء

Rate 8-20/min

Inspiratory time 1-3 s

Duration 1-2 min

Start with lower inspiratory pressure (40) and PEEP (20) and if there is no response go to

ابدأ بضغط الشهيق المنخفض (40) و PEEP (20) وإذا لم يكن هناك استجابة انتقل إلى

higher pressure ضغط أعلى

Complications المضاعفات

1. Hypotension (mean arterial pressure < 60 mmHg)

1. انخفاض ضغط الدم (متوسط ضغط الدم الشرياني > 60 مم زئبق)

2. Desaturation (SpO₂ < 85%) انخفاض تشبع الدم بالأكسجين (SpO₂ < 85%)

3. Cardiac arrhythmias عدم انتظام ضربات القلب

4. Barotrauma (pneumothorax, pneumomediastinum, new air leak)

4. الصدمة الضغطية (استرواح الصدر، استرواح المنصف، تسرب هواء جديد)

Irrespective of initial improvement of oxygenation with recruitment, all patients should be considered for prone ventilation as soon as arrangements can be made.

بغض النظر عن التحسن الأولي للأكسجين مع التجنيد، ينبغي النظر في إمكانية حصول جميع المرضى على التهوية الاصطناعية بمجرد إمكانية إجراء الترتيبات.

الخطوة 5: فكر في التهوية في وضع الاستلقاء **Step 5: Consider Prone Ventilation**

Prone ventilation is not a mode of ventilation but actually refers to ventilation in prone position. Prone position alters the physiology of gas exchange and also the lung mechanics and thus results in improved oxygenation.

التهوية في وضع الاستلقاء ليست طريقة للتهوية ولكنها في الواقع تشير إلى التهوية في وضع الاستلقاء. تعمل التهوية في وضع الاستلقاء على تغيير فسيولوجيا تبادل الغازات وكذلك ميكانيكا الرئة وبالتالي تؤدي إلى تحسين الأكسجين.

الفسيولوجيا **Physiology**

- Prone ventilation reduces ventral-dorsal transpulmonary pressure difference.
تعمل التهوية أثناء الاستلقاء على تقليل فرق الضغط الرئوي بين البطن والظهر.
- Reduces lung compression (gravitational readjustment of edema fluid).
تقلل من ضغط الرئة (إعادة ضبط سائل الوذمة بالجاذبية).
- Improves ventilation perfusion mismatch.
تحسن من عدم تطابق التهوية والتروية.
- Improves bronchial drainage.
تحسن من تصريف القصبات الهوائية.
- Reversal of acute cor pulmonale.
عكس القلب الرئوي الحاد.

Most clinical trials have shown consistent improvement in oxygenation with prone ventilation. With PROSEVA trial prone ventilation has shown significant improvement in oxygenation and survival.

أظهرت أغلب التجارب السريرية تحسناً ثابتاً في الأكسجين مع التهوية في وضع الاستلقاء. مع تجربة PROSEVA، أظهرت التهوية في وضع الاستلقاء تحسناً كبيراً في الأكسجين والبقاء على قيد الحياة.

There was no increase in the incidence of complications with prone ventilation. Prone ventilation in fact should now be standard of care in moderate to severe ARDS.

لم يكن هناك زيادة في حدوث المضاعفات مع التهوية في وضع الاستلقاء. في الواقع، يجب أن تكون التهوية في وضع الاستلقاء الآن معياراً للرعاية في حالات متلازمة الضائقة التنفسية الحادة المتوسطة إلى الشديدة.

دواعي الاستعمال **Indications**

P/F150 with PEEP > 10 cm H₂O. مع ضغط نهاية الزفير الإيجابي < 10 سم ماء.

Within 36 h of onset of ARDS. في غضون 36 ساعة من بداية متلازمة الضائقة التنفسية الحادة.

التوقيت والمدة **Timing and Duration**

- Each prone session of 16-20 h duration/day. كل جلسة استلقاء لمدة 16-20 ساعة/يوم.

- To be stopped only when improvement in oxygenation ($P/F > 150$ with $PEEP < 10$ and $FiO_2 < 0.6$) persists over next 4 h after supining the patient.

• يجب إيقافه فقط عند استمرار تحسن الأكسجين ($P/F > 150$ مع ضغط نهاية الزفير الإيجابي > 10 و $FiO_2 < 0.6$) على مدار الأربع ساعات التالية بعد وضع المريض في وضع الاستلقاء على ظهره.

- Prone ventilation may be stopped if further worsening oxygenation on proning or worsening hemodynamic instability.
- يمكن إيقاف التهوية في وضع الاستلقاء إذا تفاقم الأكسجين في وضع الاستلقاء على ظهره أو تفاقم عدم استقرار الدورة الدموية.

The magnitude of oxygenation improvement to first session of proning has no correlation to survival in PROSEVA Trial. The major contributing factor to improved survival seems to be prevention to ventilator associated lung injury.

لا يوجد ارتباط بين حجم التحسن في الأكسجين في الجلسة الأولى من التنفس أثناء الاستلقاء والبقاء على قيد الحياة في تجربة PROSEVA. ويبدو أن العامل الرئيسي المساهم في تحسين البقاء على قيد الحياة هو الوقاية من إصابة الرئة المرتبطة بجهاز التنفس الصناعي.

Thus if patient does not show improvement in oxygenation in first session, it should not deter to initiate subsequent session of prone ventilation.

وبالتالي، إذا لم يُظهر المريض تحسناً في الأكسجين في الجلسة الأولى، فلا ينبغي أن يمنع ذلك من بدء جلسة لاحقة من التنفس أثناء الاستلقاء.

Contraindications موانع الاستعمال

Life-threatening shock (mean arterial pressure < 65 mmHg with or without vasopressors).

صدمة تهدد الحياة (ضغط الدم الشرياني المتوسط > 65 ملم زئبقي مع أو بدون مضيقات الأوعية الدموية).

Raised intracranial pressure more than 30 mmHg, or cerebral perfusion pressure less than 60 mmHg. ارتفاع الضغط داخل الجمجمة أكثر من 30 ملم زئبقي، أو ضغط تدفق الدم الدماغي أقل من 60 ملم زئبقي.

- Spinal instability or any unstable fracture. عدم استقرار العمود الفقري أو أي كسر غير مستقر.

Recent thoracoabdominal surgery. جراحة صدرية بطنية حديثة.

- Open wound or burns on ventral body surface. جرح مفتوح أو حروق على سطح الجسم البطني.

- Massive hemoptysis. نفث دموي كثيف.

- Arrhythmias. عدم انتظام ضربات القلب.

Steps to Proning

خطوات الاستلقاء على البطن

- Proning needs trained staff; it requires 4-6 persons.
الاستلقاء على البطن يحتاج إلى طاقم مدرب؛ ويتطلب 4-6 أشخاص.
- Have a central and arterial line in place..
• وضع خط مركزي وشريري في مكانه..

Arrange for cushions. ترتيب الوسائد.

Fix tube and lines well. تثبيت الأنبوب والخطوط جيدًا.

Empty the nasogastric tube. إفراغ الأنبوب الأنفي المعدي.

Sedate well and paralyze if required. تهدئة المريض جيدًا وشلله إذا لزم الأمر.

Cover eyes. تغطية العينين.

• Place electrocardiograph (ECG) electrodes on the back. وضع أقطاب تخطيط القلب على الظهر.

• One person stands at the head end and holds the ETT with one hand and the head
يقف شخص واحد عند نهاية الرأس ويمسك أنبوب التنبيب الكهربي بيد واحدة والرأس

مع الآخر.

• Disconnect monitoring. افصل المراقبة.

• Bring the patient on the edge of the bed. ضع المريض على حافة السرير.

• Turn the patient by three persons and place on supporting cushions under chest
• اقلب المريض على ثلاثة أشخاص وضعه على وسائد داعمة أسفل الصدر

والحوض السفلي.

• Immediately reconnect monitors and take BP, SpO2.

• أعد توصيل أجهزة المراقبة على الفور وقياس ضغط الدم ونسبة الأكسجين في الدم.

• Auscultate chest. استمع إلى الصدر.

Make sure abdomen is free (for respiration). One should be able to pass hands between abdomen and mattress..

تأكد من خلو البطن (للتنفس). يجب أن يكون الشخص قادرًا على تمرير يديه بين البطن والفرش..

• Extracushion pads for genitalia, axilla, ears, breasts, knees, foot.

• وسائد إضافية للأعضاء التناسلية والإبط والأذنين والثديين والركبتين والقدم.

• Check ABG within 30 min.

• افحص نسبة السكر في الدم في غضون 30 دقيقة.

• Turn the head alternately to right and left every 2 h.

• أدر الرأس بالتناوب إلى اليمين واليسار كل ساعتين.

المضاعفات Complications

قرحة الضغط على الوجه والبطن. Pressure ulcers on face abdomen.

• وذمة الوجه. Facial edema.

الإخراج غير المقصود للأنبوب. Inadvertent extubation.

• خلع القسطرة أو الخطوط Dislodgement of catheters or lines

Step 6: Consider Adjunctive Neuromuscular Blockade

الخطوة 6: النظر في الحصار العصبي العضلي الإضافي

Neuromuscular blockade has been postulated to facilitate lung protective low volume ventilation by improving patient ventilator synchrony.

لقد افترض أن الحصار العصبي العضلي يسهل التهوية الوقائية للرئة من خلال تحسين تزامن جهاز التنفس الصناعي للمريض.

It limits the risk of asynchrony related alveolar collapse and regional alveolar pressure increase with overdilation of alveoli. إنه يحد من خطر الانهيار السنخي المرتبط بعدم التزامن وزيادة الضغط السنخي الإقليمي مع فرط تمدد الحويصلات الهوائية.

It is also postulated to cause decrease in lung inflammation. Benefit with neuromuscular blockade have been documented in early ARDS with $P/F < 150$ (infusion for 48 h).

كما افترض أنه يسبب انخفاضاً في التهاب الرئة. وقد تم توثيق فائدة الحصار العصبي العضلي في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة المبكرة مع $P/F < 150$ (التسريب لمدة 48 ساعة).

This benefit has been shown with cisatracurium. It may also be used as an adjunct in patient having severe patient ventilator asynchrony despite heavy sedation.

لقد تم إثبات هذه الفائدة باستخدام سيساتراكوريوم. ويمكن استخدامه أيضاً كمساعد في المرضى الذين يعانون من عدم تزامن شديد في جهاز التنفس الصناعي على الرغم من التخدير الشديد.

Neuromuscular blockade should be used judiciously considering that, its use is associated with critical illness neuromyopathy and is a confounder to neurological assessment.

يجب استخدام الحصار العصبي العضلي بحكمة نظراً لأن استخدامه مرتبط باعتلال الأعصاب العضلي الحرج وهو عامل مربك للتقييم العصبي.

In patient with refractory hypoxemia with ARDS not improving despite adequate sedation, paralysis, recruitment manoeuvres, prone ventilation and ongoing primary disease treatment efforts, patient referral to higher centre for further advanced rescue therapies should be considered.

في حالة المرضى الذين يعانون من نقص الأكسجين المقاوم مع عدم تحسن حالة متلازمة الضائقة التنفسية الحادة على الرغم من التخدير الكافي والشلل ومناورات التجنيد والتهوية الانبساطية وجهود علاج المرض الأساسي المستمرة، يجب النظر في إحالة المريض إلى مركز أعلى لمزيد من العلاجات الإنقاذية المتقدمة.

Further choice of rescue therapy for refractory hypoxemia in severe ARDS is predominantly directed by availability of resources, expertise to use these therapies and patients medical condition. يعتمد اختيار العلاج الإنقاذي لنقص الأكسجين المقاوم في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة الشديدة بشكل أساسي على توافر الموارد والخبرة في استخدام هذه العلاجات والحالة الطبية للمرضى.

Step 7: Transpulmonary Pressure Guided Mechanical Ventilation

الخطوة 7: التهوية الميكانيكية الموجهة بالضغط عبر الرئة

ARDSnet protocol recommends targeting $P_{plat} < 30$ cm H₂O. Unfortunately plateau pressure does not tell us about lung compliance, but is a composite measure of lung and chest wall compliance.

يوصي بروتوكول ARDSnet باستهداف $P_{plat} < 30$ سم H₂O. لسوء الحظ، لا يخبرنا ضغط الهضبة عن امتثال الرئة، ولكنه مقياس مركب لامثال الرئة وجدار الصدر.

Without partitioning the respiratory system components, it is not possible to identify the factors that contribute to low pulmonary compliance as evident by high P_{plat} .

بدون تقسيم مكونات الجهاز التنفسي، من غير الممكن تحديد العوامل التي تساهم في انخفاض امتثال الرئة كما يتضح من ارتفاع P_{plat} .

In patients with obesity, thick chest wall, abdominal compartment syndrome, ascites, bums etc. it may be difficult to exactly quantify pulmonary compliance from P_{plat} measurements.

في المرضى الذين يعانون من السمنة، وجدار الصدر السميك، ومتلازمة الحيز البطني، والاستسقاء، والأرداف وما إلى ذلك، قد يكون من الصعب تحديد امتثال الرئة بدقة من قياسات P_{plat} .

Airway pressures in these conditions are not reflective of distending pressures of lung. Transpulmonary pressure can be calculated as difference between airway pressure and pleural pressure .

لا تعكس ضغوط مجرى الهواء في هذه الظروف الضغوط المتمددة للرئة. يمكن حساب الضغط عبر الرئة على أنه الفرق بين ضغط مجرى الهواء والضغط الجنبى.

Oesophageal pressure can be used as a surrogate of pleural pressure and can be easily measured with specially designed oesophageal catheters.

يمكن استخدام ضغط المريء كبديل للضغط الجنبى ويمكن قياسه بسهولة باستخدام قسطرة مريئية مصممة خصيصًا.

PEEP can be titrated to target end expiratory transpulmonary pressure between 0 to 10 cm H₂O to prevent cyclic alveolar collapse.

يمكن معايرة ضغط نهاية الزفير الإيجابي لاستهداف ضغط الرئة في نهاية الزفير بين 0 إلى 10 سم ماء لمنع الانهيار السنخي الدوري.

Tidal volume can be titrated to maintain end inspiratory transpulmonary pressure < 25 cm H₂O to prevent cyclic alveolar overdistension. This strategy can thus decrease VALI by preventing cyclic alveolar collapse and overdistension.

يمكن معايرة الحجم المدي للحفاظ على ضغط الرئة في نهاية الشهيق > 25 سم ماء لمنع فرط تمدد السنخ الدوري. وبالتالي يمكن لهذه الاستراتيجية أن تقلل من VALI عن طريق منع الانهيار السنخي الدوري والتمدد المفرط.

Esophageal pressure guided strategy has been shown to improve oxygenation but still there are no trials demonstrating mortality benefit.

لقد ثبت أن استراتيجية الضغط المريئي تعمل على تحسين الأكسجين ولكن لا تزال هناك تجارب لا تثبت فائدة الوفيات.

However in certain cases of ARDS where there are concerns that airway pressures are not actually representative of actual lung compliance, it can be used to optimise mechanical ventilation

ومع ذلك، في حالات معينة من متلازمة الضائقة التنفسية الحادة حيث توجد مخاوف من أن ضغوط مجرى الهواء لا تمثل في الواقع امتثال الرئة الفعلي، يمكن استخدامها لتحسين التهوية الميكانيكية