Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Syrian Private University
Faculty of Medicine



مشروع تخرج اعد لنيل درجة الإجازة في الطب البشري
بعنوان

"دراسة تأثير انماط التهوية الغازية على الإنذار السريري لدى مرضى القصور التنفسي الحاد"

“Prognostic effect of invasive ventilation modes in acute respiratory failure”

بإشراف الأستاذ الدكتور
حسام البردان

إعداد الطلاب
تالا الكسم **محمد يحيى سلطان**

للعام الدراسي
2025-2026

فهرس المحتويات

القسم النظري **1**

مقدمة 1

الفيزيولوجيا التنفسية 2

الفيزيولوجيا المرضية لقصور التنفس 6

أنماط قصور التنفس 8

ARDS 10

الصمة الرئوية 12

اعراض وعلامات نقص الأكسجة 15

استطباب إعطاء الاوكسيجين 17

التهوية الآلية 20

التهوية الغير غازية NIV 22

التهوية الغازية IV 23

أنماط التهوية الآلية 24

المعايير المستخدمة في المنفسة 29

القيم المرضية لوضع المريض على المنفسة 30

NAVA 32

الفطام والحماية 34

القسم العملي 36

معايير الدراسة 36

معايير اختيار المرضى 36
معايير الاستبعاد 37
التقييم السريري للمرضى 37
المواد والطرق 38
التقييم والدراسات 39
التحليل الاحصائي 40
النتائج 45
المناقشة 49
الخلاصة 52
الاستنتاجات والتوصيات 53

المراجع References 55

فهرس الجداول

نمط التهوية المفضل للصمة 14
القيم الطبيعية لغازات الدم الشريانية 16
مقارنة بين التهوية الغازية والغير غازية 21
المعايير المستخدمة في المنفسة 30
أنماط التهوية الآلية 30
الخصائص الديموغرافية للمرضى 41
توزع نمط القصور التنفسي 41
مدة التهوية حسب المسبب 41
نتائج الفطام والوفيات 42
نمط القصور التنفسي ونتيجة الفطام 42
مدة التهوية الآلية حسب الفطام 42
التحسن المبكر ونتائج الفطام 42
Driving Pressure ونتائج المرضى 42
العوامل المرتطبة بفشل الفطام 43
أسباب قبول ICU 43
أنماط التهوية المستخدمة 44
معايير الفطام المعتمدة 44
نسبة عودة التنبيب خلال 72 ساعة 44
المضاعفات المرتبطة بالتهوية الآلية 45

فهرس المخططات

منحنى افتراق الاوكسيجين 14
نسبة فشل او نجاح الفطام تبعاً لعدد المرضى 47
نسبة فشل او نجاح الفطام تبعاً لمرضى COPD 48
نسبة فشل او نجاح الفطام تبعاً لعدد أيام التهوية 48
نسبة التحسن أول 72 ساعة 49

ملخص الدراسة:

- تُعدّ التهوية الآلية (Mechanical Ventilation) من أهم وسائل الدعم الحيوي في وحدات العناية المركزة، وتُستخدم في تدبير حالات متعددة من القصور التنفسي الحاد والمزمن. وعلى الرغم من دورها المحوري في إنقاذ الحياة، إلا أن استخدامها يرتبط بتحديات سريرية متعددة، تشمل اختيار نمط التهوية المناسب، مدة التهوية، ومخاطر الاختلاطات المرتبطة بها، إضافةً إلى صعوبة الفطام عن المنفسة في بعض المرضى.
- أُجريت هذه الدراسة الوصفية التحليلية على عينة مكوّنة من (70) مريضًا أُدخلوا إلى وحدة العناية المركزة وتطلّبوا التهوية الآلية لأسباب مرضية مختلفة. تم جمع البيانات المتعلقة بالخصائص الديموغرافية، سبب القبول، نوع القصور التنفسي، نمط التهوية المستخدم، مدة التهوية الآلية، نجاح أو فشل الفطام، وحدوث المضاعفات المرتبطة بالتهوية. أُجري التحليل الإحصائي باستخدام أساليب إحصائية وصفية وتحليلية مناسبة لتحديد العوامل المرتبطة بنتائج التهوية والفطام.
- أظهرت النتائج أن القصور التنفسي كان السبب الرئيسي للتهوية الآلية، مع predominance للقصور التنفسي من النمط الأول. استُخدمت أنماط مختلفة من التهوية الآلية، وكان نمط التهوية الضاغطة والأنماط المحمية للرئة الأكثر شيوعًا. سُجّل معدل مقبول لنجاح الفطام، في حين ارتبطت مدة التهوية الطويلة وحدوث بعض المضاعفات بانخفاض فرص الفطام الناجح وزيادة المراضة.
- تؤكد نتائج هذه الدراسة على أهمية التقييم السريري المبكر، واختيار نمط التهوية المناسب، وتطبيق استراتيجيات الحماية الرئوية، لما لها من دور أساسي في تحسين نتائج المرضى وزيادة فرص الفطام الناجح عن التهوية الآلية.

- **أهمية الدراسة:**

تكمن أهمية هذه الدراسة في تسليط الضوء على واقع استخدام التهوية الآلية في وحدة العناية المركزة، وتحليل نتائجها السريرية ومضاعفاتها في عينة مرضى محلية. كما تساهم في:

1. تقييم أنماط التهوية المستخدمة ومقارنتها بنتائج الفطام.
2. تحديد العوامل المرتبطة بنجاح أو فشل الفطام عن التهوية الآلية.
3. دعم الممارسات السريرية المبنية على الدليل العلمي في مجال التهوية الآلية.
4. توفير قاعدة بيانات يمكن مقارنتها بدراسات إقليمية وعالمية مستقبلًا.

- **أهداف البحث:**

1. تقييم نتائج التهوية الآلية والعوامل المؤثرة على نجاح الفطام لدى المرضى المنوّمين في وحدة العناية المركزة.
2. دراسة الخصائص السريرية للمرضى الخاضعين للتهوية الآلية.
3. تحديد أسباب القبول ونوع القصور التنفسي لدى المرضى.
4. تحليل أنماط التهوية الآلية المستخدمة ومدة تطبيقها.
5. تقييم معدل نجاح الفطام عن التهوية الآلية والعوامل المرتبطة به.
6. دراسة المضاعفات المرتبطة بالتهوية الآلية وتأثيرها على النتائج السريرية.

القسم النظري

مقدمة

- يُعد القصور التنفسي الحاد (Acute Respiratory Failure) من أخطر الحالات السريرية التي تستدعي تدخلاً عاجلًا في وحدات العناية المركزة، نظرًا لارتباطه بارتفاع معدلات المراضة والوفيات. ويُعرَّف القصور التنفسي الحاد على أنه عجز الجهاز التنفسي عن المحافظة على تبادل غازي كافٍ لتلبية المتطلبات الأيضية للجسم، مما يؤدي إلى نقص الأكسجة في الدم (Hypoxemia)، أو زيادة ثاني أكسيد الكربون (Hypercapnia)، أو كليهما معًا (1).
- تتنوع الأسباب المؤدية إلى القصور التنفسي الحاد وتشمل طيفًا واسعًا من الاضطرابات الرئوية وغير الرئوية، مثل الالتهابات الرئوية الشديدة، متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS)، نوبات الربو الحادة، تفاقم مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD)، الانصمام الرئوي، الإصابات الدماغية، والتدهور الحاد للأمراض المزمنة. وتؤدي هذه الحالات إلى اضطراب في التهوية السنخية أو الإرواء الرئوي، أو كليهما، مما ينعكس سلبًا على كفاءة التبادل الغازي (2).
- في الحالات التي لا تستجيب للعلاج المحافظ أو التهوية غير الغازية (Non-invasive ventilation)، يصبح اللجوء إلى التهوية الغازية عبر التنبيب الرغامي (Invasive Mechanical Ventilation) ضرورة علاجية. وتُعد التهوية الغازية أسلوبًا داعمًا للحياة، حيث يتم ربط المريض بجهاز تنفس صناعي يوفّر تحكمًا جزئيًا أو كاملًا بعملية التنفس، بهدف تقليل جهد التنفس، تحسين الأكسجة، تصحيح احتباس ثاني أكسيد الكربون، والمحافظة على توازن الحموضة والقلوية (3).
- إلا أن التهوية الغازية، وعلى الرغم من فوائدها الإنقاذية، لا تخلو من مضاعفات محتملة، تشمل الالتهاب الرئوي المرتبط بجهاز التنفس (Ventilator-associated pneumonia)، إصابة الرئة الناتجة عن التهوية (Ventilator-induced lung injury)، اضطرابات الديناميكا الدموية، وصعوبات الفطام عن جهاز التنفس. وتزداد هذه المخاطر تبعًا لنمط التهوية المستخدم، الإعدادات التنفسية، ومدة التهوية (4).

- لذلك، يُعد **اختيار نمط التهوية الغازية المناسب** (مثل التحكم الحجمي، التحكم الضغطي، أو الأنماط المساعدة) قرارًا محوريًا في الخطة العلاجية، لما له من تأثير مباشر على **الإنذار السريري، معدلات الشفاء، مدة الإقامة في العناية المركزة، ونسبة الوفيات** .وقد أظهرت الدراسات أن سوء اختيار نمط التهوية أو الإعدادات غير الملائمة قد يسهم في تفاقم الإصابة الرئوية ويؤثر سلبًا على المآل النهائي للمريض، مما يبرز الأهمية prognostic لاختلاف أنماط التهوية الغازية في حالات القصور التنفسي الحاد (5)

الفيزيولوجيا التنفسية

- تتمثل الوظيفة الأساسية للجهاز التنفسي في **تبادل الغازات**، أي إدخال الأكسجين (O_2) إلى الدم وإخراج ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج عن العمليات الاستقلابية. ويعتمد هذا التبادل على تكامل أربع مراحل فيزيولوجية مترابطة، يؤدي اضطراب أي منها إلى خلل في التهوية والأكسجة وقد يفضي إلى القصور التنفسي الحاد(5)

التهوية:

- تشير التهوية إلى حركة الهواء من وإلى الرئتين عبر الشهيق والزفير، وتُعد الخطوة الأولى في عملية التبادل الغازي. تتم عملية الشهيق نتيجة **انقباض الحجاب الحاجز والعضلات الوربية الخارجية**، مما يؤدي إلى زيادة حجم القفص الصدري وانخفاض الضغط داخل الرئتين مقارنة بالضغط الجوي، فيدخل الهواء إلى الحويصلات الهوائية. أما الزفير فيحدث غالبًا بشكل سلبي نتيجة ارتخاء هذه العضلات، مما يقلل حجم القفص الصدري ويرفع الضغط داخل الرئتين، فيخرج الهواء إلى الخارج(6)
- تلعب كفاءة التهوية دورًا محوريًا في الحفاظ على الضغط الجزئي الطبيعي للأكسجين وثاني أكسيد الكربون داخل الحويصلات. وأي اضطراب في هذه الآلية، سواء بسبب ضعف عضلات التنفس، انسداد الطرق الهوائية، أو خلل في التحكم العصبي، قد يؤدي إلى احتباس CO_2 أو نقص التهوية السنخية، وهو ما يُعد أساسًا في تطور الفشل التنفسي(6)

الانتشار:

- يتم الانتشار داخل الحويصلات الهوائية عبر الغشاء السنخي الشعيري، حيث ينتقل الأكسجين من الهواء السنخي إلى الدم، بينما ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الهواء السنخي. وتعتمد هذه العملية على **تدرج الضغط الجزئي للغازات(Pressure gradient)** ، إضافة إلى سلامة وسماكة الغشاء السنخي ومساحة سطح التبادل الغازي(6)
- تتأثر عملية الانتشار في العديد من الحالات المرضية مثل الالتهابات الرئوية، الوذمة الرئوية، والتليف الرئوي، حيث يزداد سمك الغشاء أو تقل مساحة التبادل، مما يؤدي إلى نقص الأكسجة حتى في حال وجود تهوية كافية، وهو ما يُلاحظ في متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS).(6)

نقل الغازات:

- بعد دخول الأكسجين إلى الدم، يتم نقله إلى الأنسجة بشكل رئيسي عبر **الهيموغلوبين**، حيث يرتبط حوالي 98% من الأكسجين بالهيموغلوبين، بينما تذوب نسبة ضئيلة منه في البلازما. أما ثاني أكسيد الكربون فيُنقل بثلاث آليات: مذابًا في البلازما، أو مرتبطًا بالهيموغلوبين، أو على شكل بيكربونات، والتي تمثل النسبة الأكبر (حوالي 70%)(5)
- وتُعد كفاءة نقل الغازات ضرورية للحفاظ على التوازن الحمضي القاعدي، حيث إن أي خلل في طرح CO_2 يؤدي إلى **الحماض التنفسي**، وهو من المضاعفات الشائعة في حالات القصور التنفسي الحاد غير المعالج بشكل مناسب(6)

التنظيم العصبي والكيميائي للتنفس:

- يخضع التنفس لتنظيم دقيق من خلال مراكز تنفسية تقع في **جذع الدماغ (النخاع المستطيل والجسر)**، والتي تستقبل إشارات من مستقبلات كيميائية مركزية ومحيطية. تستجيب المستقبلات المركزية بشكل أساسي لتغيرات pH الناتجة عن ارتفاعCO_2 ، بينما تستجيب المستقبلات المحيطية (في الأجسام السباتية والأبهريّة) لتغيرات O_2 و CO_2في الدم(6)

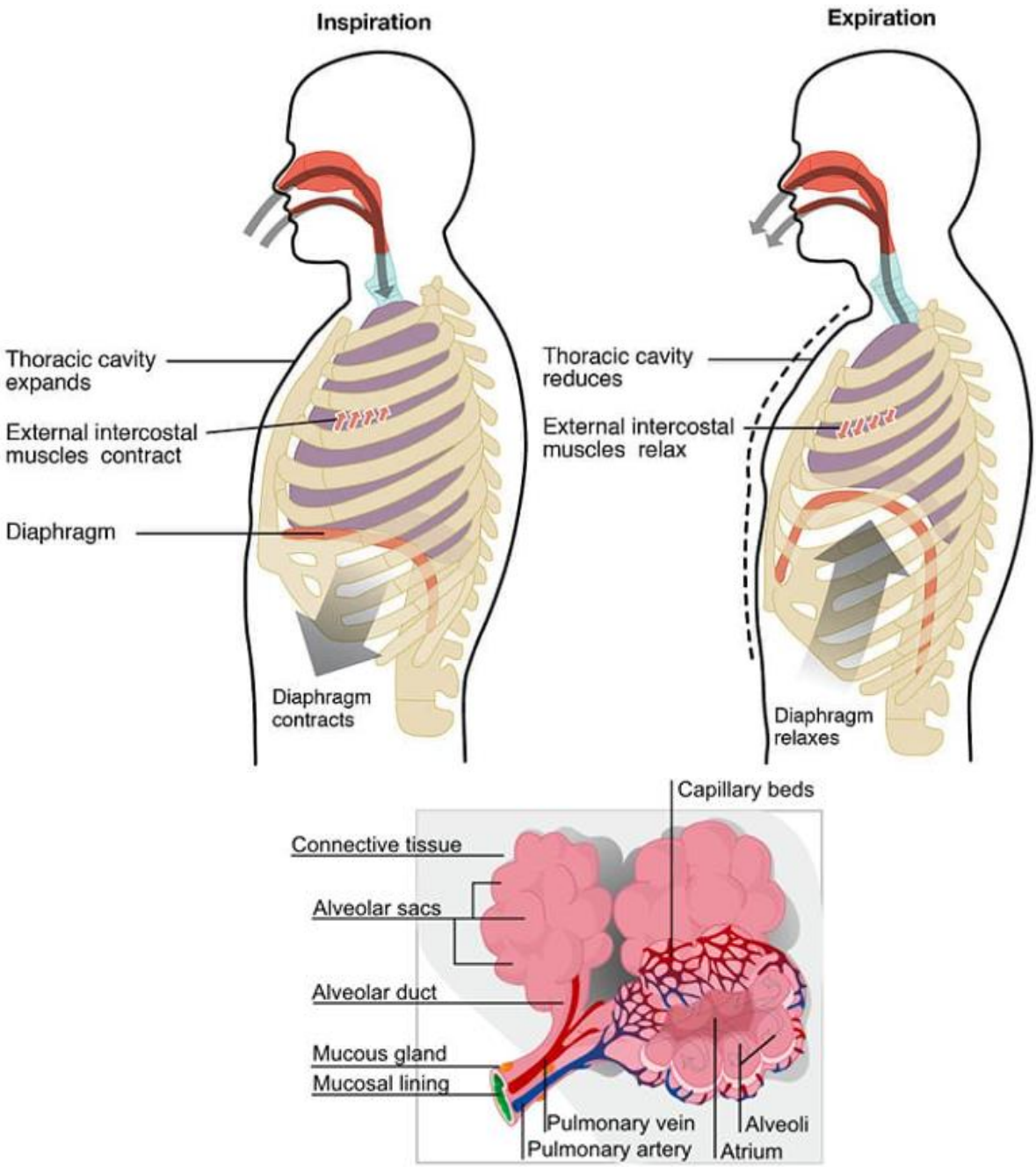
- عند ارتفاع مستويات CO_2 أو انخفاضpH ، يزداد معدل وعمق التنفس كآلية تعويضية. أما في الحالات التي يفشل فيها هذا التنظيم، سواء بسبب إصابة دماغية، أدوية مثبطة للتنفس، أو إجهاد تنفسي شديد، فقد تتطلب الحالة دعمًا تنفسيًا اصطناعيًا عبر التهوية الغازية(6)

التوازن الحمضي القاعدي:

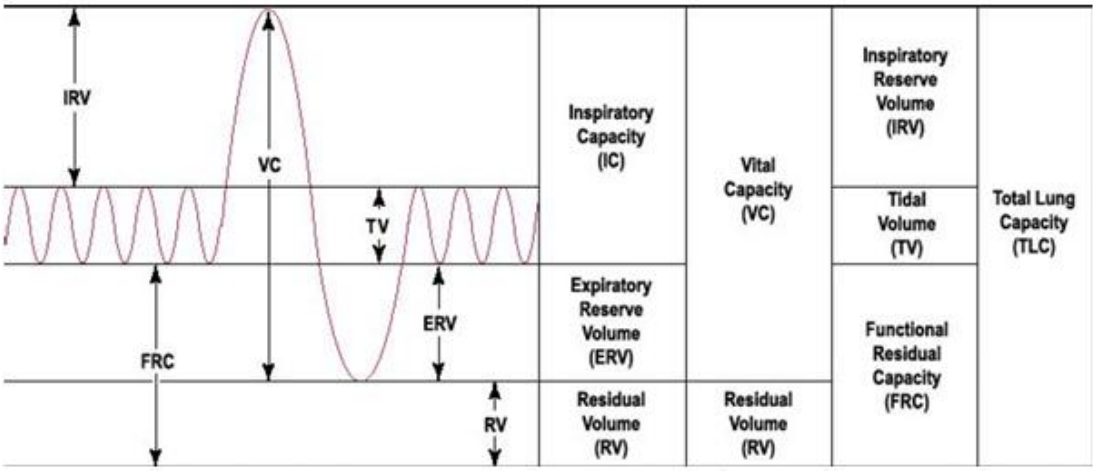
- يلعب الجهاز التنفسي دورًا رئيسيًا في تنظيم **التوازن الحمضي القاعدي (Acid–Base Balance)** من خلال التحكم بطرح ثاني أكسيد الكربون. يؤدي نقص التهوية إلى احتباس CO_2 وحدوث حماض تنفسي، بينما يؤدي فرط التهوية إلى قلاء تنفسي. ويُعد هذا التوازن عاملًا حاسمًا في تقييم شدة القصور التنفسي وتحديد الحاجة إلى التهوية الغازية ونمطها المناسب(5)

الحجوم الرئوية:

- **الحجم المدي (Tidal Volume – TV):** هو حجم الهواء الذي يتم استنشاقه أو زفيره مع كل نَفَس طبيعي .يبلغ حوالي **0.5لتر** لدى الذكور البالغين، ويكون أقل بنسبة 20–25% لدى الإناث.
- **الحجم الشهيقي الاحتياطي (Inspiratory Reserve Volume – IRV):** هو حجم الهواء الإضافي الذي يمكن استنشاقه بعد شهيق طبيعي .يبلغ حوالي **3.0لتر** لدى الذكور.
- **الحجم الزفيري الاحتياطي (Expiratory Reserve Volume – ERV):** هو أقصى حجم من الهواء يمكن زفيره (إخراجه) بعد زفير طبيعي .يبلغ حوالي **1.0لتر** لدى الذكور.
- **الحجم المتبقي (Residual Volume – RV):** هو كمية الهواء التي تبقى داخل الرئتين بعد أقصى عملية زفير (لا يمكن إخراجه) .يبلغ حوالي **1.5لتر** لدى الرجال الشباب



الشكل 1-2: مكونات السنخ وآلية الحجاب الحاجز في التنفس



الشكل 3. الحجوم الرئوية والسعات التنفسية

الفيزيولوجيا المرضية للقصور التنفسي

- يحدث **القصور التنفسي الحاد** عندما تفشل الرئتان في المحافظة على التوازن الطبيعي لتبادل الغازات، مما يؤدي إلى **نقص الأكسجة في الدم (Hypoxemia)** و/أو **ارتفاع ثاني أكسيد الكربون (Hypercapnia)** خلال فترة زمنية قصيرة. ويعكس هذا الاضطراب خللًا في واحدة أو أكثر من الوظائف الأساسية للجهاز التنفسي، ويُعد نتيجة مباشرة لاضطراب الآليات الفيزيولوجية المسؤولة عن التهوية والتبادل الغازي

اختلال التهوية/التروية (Ventilation–Perfusion Mismatch):

- يُعد اختلال التهوية/التروية **(V/Q mismatch)** السبب الأكثر شيوعًا لنقص الأكسجة في القصور التنفسي الحاد. يحدث هذا الاضطراب عندما لا يتناسب تدفق الهواء إلى الحويصلات الهوائية مع تدفق الدم في الشعيرات الرئوية، مما يؤدي إلى مناطق ذات تهوية غير كافية مقابل تروية جيدة أو العكس. يُلاحظ هذا الخلل في العديد من الحالات السريرية مثل **الالتهاب الرئوي، الوذمة الرئوية، نوبات الربو، ومرض الانسداد الرئوي المزمن**، ويؤدي إلى انخفاض فعالية التبادل الغازي رغم وجود تهوية كلية للرئة(1)

التحويل الدموي (shunt):

- يحدث **التحويل الدموي** عندما يمر الدم الوريدي عبر الرئة دون أن يتعرض للتهوية السنخية المناسبة، أي عندما تكون الحويصلات الهوائية مروّاة ولكن غير مهواة. يؤدي ذلك إلى نقص أكسجة شديد لا يتحسن بشكل كافٍ حتى مع إعطاء الأكسجين بتركيزات عالية. يُعد التحويل الدموي من السمات البارزة في حالات **متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS)** والانخماص الرئوي، ويُسهم بشكل كبير في شدة القصور التنفسي وسوء الإنذار السريري(1)

ضعف الانتشار:

- ينتج ضعف الانتشار عن زيادة سماكة الغشاء السنخي الشعيري أو نقصان مساحة سطح التبادل الغازي، مما يعيق انتقال الأكسجين من الهواء السنخي إلى الدم. ويُلاحظ هذا الاضطراب في أمراض مثل **التليف الرئوي، الالتهابات الرئوية الشديدة، والوذمة الرئوية** .ويؤدي ضعف الانتشار إلى نقص الأكسجة بشكل خاص أثناء الجهد أو في الحالات الحادة التي تتطلب زيادة في استهلاك الأكسجين(1-2)

نقص التهوية الحويصلية:

- يشير نقص التهوية الحويصلية إلى انخفاض التهوية الفعالة للحويصلات، مما يؤدي إلى احتباس ثاني أكسيد الكربون وارتفاع $PaCO_2$ وحدوث الحماض التنفسي. قد ينتج هذا الاضطراب عن أمراض الجهاز العصبي المركزي، الاضطرابات العصبية العضلية، تثبيط المركز التنفسي بالأدوية المهدئة، أو الإجهاد الشديد لعضلات التنفس .ويُعد نقص التهوية سببًا رئيسيًا للقصور التنفسي من النمط الثاني(Hypercapnic respiratory failure) (1)

زيادة الحيز الميت:

- تعني زيادة المساحة الميتة وجود تهوية للجزء من الرئة دون تروية دموية كافية، مما يقلل من كفاءة التبادل الغازي. تُلاحظ هذه الحالة في أمراض مثل **الانصمام الرئوي ومرض الانسداد الرئوي**

المزمن، حيث يُهدر جزء من التهوية دون فائدة فعلية في أكسجة الدم. تسهم زيادة المساحة الميتة في تفاقم القصور التنفسي وزيادة جهد التنفس(2)

- تؤدي هذه الاضطرابات الفيزيولوجية إلى خلل في الأكسجة، اضطراب التوازن الحمضي القاعدي، وتأثر الوظائف الحيوية للأعضاء المختلفة، ولا سيما الدماغ والقلب. وفي الحالات الشديدة أو غير المستقرة، يصبح اللجوء إلى **التهوية الغازية** أمرًا ضروريًا للحفاظ على التبادل الغازي واستقرار الحالة السريرية للمريض(2)

أنواع القصور التنفسي

قصور تنفسي نمط أول (ناقص الاوكسيجين)

- يُعرف القصور التنفسي من النمط الأول، أو **القصور التنفسي ناقص الأكسجة (Hypoxemic respiratory failure)**، بوجود **نقص في الضغط الجزئي للأكسجين في الدم الشرياني (PaO_2 < 60 mmHg)** مع ضغط طبيعي أو منخفض لثاني أكسيد الكربون. ينتج هذا النمط بشكل رئيسي عن اضطراب في التبادل الغازي على مستوى الحويصلات الهوائية، مع بقاء التهوية الكلية كافية نسبيًا(5)
- الأسباب الشائعة: (6)
  - ✓ الالتهاب الرئوي الشديد
  - ✓ متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS)
  - ✓ الوذمة الرئوية القلبية وغير القلبية
  - ✓ الانصمام الرئوي
  - ✓ الانخماص الرئوي الواسع
- يُعد هذا النمط الأكثر شيوعًا في وحدات العناية المركزة، وغالبًا ما يتطلب دعمًا تنفسيًا متقدمًا، وقد يستدعي التهوية الغازية في حال فشل العلاج بالأكسجين أو التهوية غير الغازية(6)

قصور تنفسي نمط ثاني (الاحتباسي)

- يُعرف القصور التنفسي من النمط الثاني باسم **القصور التنفسي فرط الكربون (Hypercapnic respiratory failure)**، ويتميّز بارتفاع الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون ($PaCO_2$ > 45 mmHg) مع أو بدون نقص في الأكسجة. ينتج هذا النمط عن **نقص التهوية الحويصلية** نتيجة فشل المضخة التنفسية أو زيادة العبء على الجهاز التنفسي (7)
- الأسباب الشائعة: (7)
  - ✓ مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD) في مراحله المتقدمة
  - ✓ نوبات الربو الشديدة
  - ✓ الأمراض العصبية العضلية (مثل الوهن العضلي، متلازمة غيلان–باريه)
  - ✓ تثبيط المركز التنفسي بسبب الأدوية (المهدئات، الأفيونات)
  - ✓ تشوهات جدار الصدر أو السمنة المفرطة (Obesity hypoventilation syndrome)
- يتميز هذا النمط بخطر حدوث **الحماض التنفسي**، وقد يتطلب تدخلًا عاجلًا بالتهوية الغازية عند فشل التعويض الفسيولوجي

القصور التنفسي الجراحي

- يشير القصور التنفسي الجراحي إلى الفشل التنفسي الذي يحدث **بعد العمليات الجراحية**، خاصة الجراحات الكبرى في البطن والصدر. ينتج هذا النمط عن تضافر عوامل متعددة تشمل التخدير العام، الألم، ضعف التهوية، وتأثيرات الوضعية الجراحية على الرئتين (8)
- الأسباب الشائعة: (8)
  - ✓ نقص التهوية الحويصلية بعد التخدير
  - ✓ الانخماص الرئوي بعد الجراحة
  - ✓ الألم المانع للتنفس العميق والسعال
  - ✓ الشفط الرئوي (Aspiration)
  - ✓ المضاعفات الإنتانية بعد الجراحة

- ويرتبط القصور التنفسي الجراحي بزيادة مدة الإقامة في العناية المركزة وارتفاع معدلات المراضة، مما يستوجب مراقبة دقيقة وتدخلًا مبكرًا عند ظهور علامات الفشل التنفسي

القصور التنفسي في سياق الصدمة

- يحدث القصور التنفسي في سياق الصدمة نتيجة **اضطراب الإرواء النسيجي** وانخفاض إيصال الأكسجين إلى الأنسجة، حتى في حال سلامة الرئتين مبدئيًا. تؤدي الصدمة إلى خلل في التوازن بين العرض والطلب على الأكسجين، إضافة إلى تأثيرات التهابية جهازية تؤثر على وظيفة الرئة (8)
- الأسباب الشائعة: (8)
  - ✓ الصدمة الإنتانية (Septic shock)
  - ✓ الصدمة النزفية
  - ✓ الصدمة القلبية
  - ✓ الصدمة العصبية
- في المراحل المتقدمة، قد تتطور الحالة إلى **ARDSثانوي للصدمة**، مما يزيد الحاجة إلى التهوية الغازية ويؤثر سلبًا على الإنذار السريري ومعدل الوفيات

متلازمة الضائقة التنفسية الحادة ARDS

- هي حالة سريرية حرجة تتميز بفشل تنفسي حاد نتيجة التهاب واسع في الرئة وزيادة نفاذية الحويصلات الهوائية، مما يؤدي إلى تراكم السوائل في الحويصلات وانخفاض الأكسجة. الأسباب الأكثر شيوعًا تشمل الالتهاب الرئوي الحاد، صدمة (Sepsis)، إصابات الرئة المباشرة أو غير المباشرة، استنشاق مواد سامة، وعدوى فيروسية أو بكتيرية شديدة. التشخيص يعتمد على المعايير السريرية والشعاعية، حيث يشمل ظهور ضيق تنفس حاد خلال أسبوع من العامل المسبب، وجود انخفاض أكسجة مقاوم للأكسجين، وتغيرات شعاعية على الأشعة السينية أو الأشعة المقطعية تظهر تسرب سائل في الرئة دون وجود احتقان قلبية يُفسر الحالة. المعايير التشخيصية وفق Berlin Definition تشمل: (9)

1. بداية حادة خلال أسبوع من عامل مسبب معروف.
2. صور شعاعية تظهر تظاهرات ثنائية الرئة مثل انسداد الحويصلات أو التظليل المنتشر.
3. استبعاد فشل القلب الاحتقاني كسبب رئيسي للتظليل الرئوي.
4. شدة نقص الأكسجة حسب نسبة PaO_2/FiO_2: خفيف (200–300)، متوسط (100–200)، وشديد (<100) مع PEEP ≥5 سم ماء.

- **<u>العلاج</u>** يعتمد على دعم الجهاز التنفسي ودرجة الأكسجة، ويشمل التهوية الميكانيكية بأسلوب حماية الرئة (Low tidal volume ventilation)، استخدام PEEP مناسب، التحكم في السوائل لتجنب التحميل الزائد، وعلاج السبب المسبب (مثل المضادات الحيوية في حالة الالتهاب). الإنذار مرتبط بشدة نقص الأكسجة، وجود صدمة، وعمر المريض، حيث تصل معدلات الوفيات إلى 30–40%، وقد تزيد عند الحالات الشديدة أو المصاحبة لأمراض مزمنة. (9)



الشكل 4. الارتشاحات الرئوية ثنائية الجانب في ARDS

الصمة الرئوية[1]

✦ تعتبر الصمة الرئوية أحد اهم الأسباب الرئيسية للتداخل على الطريق الهوائي

المسببات وعوامل الخطورة (31):

- **خثار الأوردة العميقة (DVT)**: المصدر الرئيسي للصمة الرئوية هو تجلط الدم في الأوردة العميقة للساقين أو الحوض.
- **الخمول وقلة الحركة**: الجلوس لفترات طويلة (مثل السفر الطويل) أو المكوث في السرير بعد الجراحة.
- **الجراحة والإصابات**: الكسور الكبيرة أو العمليات الجراحية (خاصة في العظام أو الحوض).
- **عوامل أخرى**: التدخين، السمنة، الحمل، استخدام حبوب منع الحمل، والسرطان.

التشخيص: (31)

- **تحليل D-dimer**: فحص دم يبحث عن مادة تفرز عند تحلل الجلطات (ارتفاعه يشير لزيادة احتمال وجود جلطة).
- التصوير المقطعي المحوسب للشرايين الرئوية (**CTPA**): وهو المعيار الذهبي للتشخيص، حيث يظهر مكان الانسداد بوضوح باستخدام الصبغة.
- تخطيط صدى القلب (**ECHO**): لتقييم مدى تأثر عضلة القلب (البطين الأيمن) بالإجهاد الناتج عن الجلطة.
- مسح التهوية والتروية (V/Q Scan): يُستخدم في حال وجود موانع لاستخدام الصبغة (مثل قصور الكلى).

العلاج: (31)

- **مضادات التخثر (Anticoagulants)**: مثل الهيبارين (Heparin) أو الوارفارين، وهي العلاج الأساسي.

[1] davidson essentials of medicine

- **مذيبات الخثرة (Thrombolytics)**: تُستخدم فقط في الحالات الشديدة والمهددة للحياة لإذابة الجلطة بسرعة.
- التدخل الجراحي أو القثطرة: لإزالة الجلطة ميكانيكياً في الحالات المعقدة.
- مرشح الوريد الأجوف السفلي (IVC Filter): يوضع في حالات خاصة لمنع انتقال الجلطات من الساقين إلى الرئة.

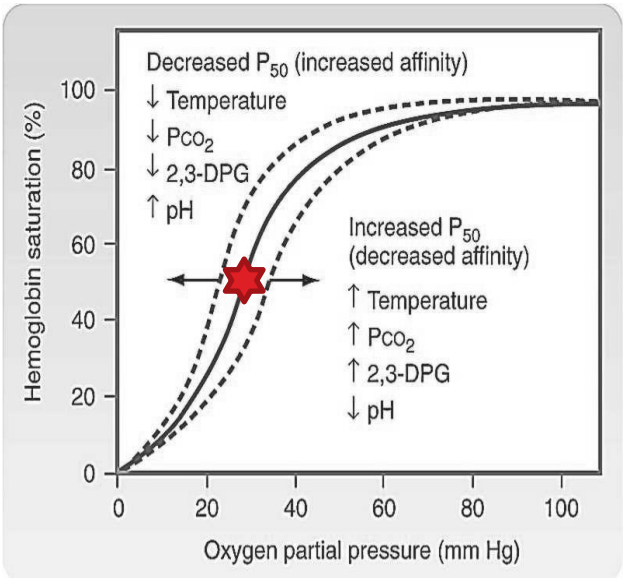
متى يحتاج مريض الصمة للتهوية الآلية: (31)

- **القشور التنفسي الحاد (النمط الأول)** :عندما تسبب الصمة نقصاً شديداً في الأكسجة لا يتحسن بالأكسجين التقليدي، وهو استطباب للتهوية الغازية.
- **الصدمة القلبية** :**(Obstructive Shock)** في حالات الصمة الرئوية الكبيرة (Massive PE) التي تؤدي إلى فشل القلب أو الصدمة المرافقة لنقص أكسجة شديد، يُنصح بالبدء بالتهوية الغازية.
- **نقص الأكسجة المتوسط** :يمكن استخدام التهوية غير الغازية (NIV) في بعض حالات نقص الأكسجة الحاد الناتج عن الصمة، بشرط أن يكون المريض مستقراً هيموديناميكياً.
- **حماية مجرى الهواء** :إذا أدت الصمة الرئوية إلى غياب الوعي بسبب نقص تروية الدماغ، تصبح التهوية الغازية ضرورية لتأمين مجرى الهواء.
- رغم أن التهوية الآلية تنقذ الحياة، إلا أنها تمثل تحدياً خاصاً لمريض الصمة الرئوية بسبب التأثيرات الجانبية:
  - ✓ **تأثير الضغط الإيجابي**: تؤدي التهوية الغازية إلى زيادة الضغط داخل الصدر، مما قد يسبب انخفاض نتاج القلب وهبوط ضغط الدم.
  - ✓ **إجهاد البطين الأيمن**: مريض الصمة يعاني أصلاً من ضغط مرتفع في الشريان الرئوي، والتهوية بضغوط عالية قد تزيد من إجهاد القلب الأيمن، وهو ما يُصنف ضمن "المضاعفات القلبية والديناميكية الدموية" للتهوية الغازية.
  - ✓ **خطر الاسترواح الصدري**: بسبب تغيرات الضغط، قد يصاب المريض بـ "الباروتروما" أو استرواح الصدر كاختلاط ميكانيكي.

جدول 1. يوضح نمط التهوية المفضل للصمة

الحالة السريرية للصمة	نوع التهوية المفضل	السبب
مستقرة مع نقص أكسجة بسيط	أكسجين عادي أو NIV	تحسين الأكسجة دون تدخل جراحي.
صدمة دورانية أو غياب وعي	تهوية غازية (Invasive)	حماية مجرى الهواء ودعم الحياة الكامل.
فشل تنفسي مع إجهاد عضلي	تهوية غازية (Invasive)	إراحة عضلات التنفس وتقليل استهلاك الأكسجين.

منحنى افتراق الاوكسيجين والهيموغلوبين[2]



- يمثل هذا المنحنى العلاقة بين PaO2 و SaO2
- حيث تمثل النجمة P50، أي الضغط الذي يشبع 50% من الهيموغلوبين وهي في الحالة التقريبية 27 ملم.
- حيث يمثل الانحراف نحو اليسار زيادة الولع بالاوكسيجين ونحو الميين نقصان الولع بالاوكسيجين (31)

مخطط 1. يوضح منحى افتراق الاوكسيجين

[2] davidson essentials of medicine

أعراض وعلامات نقص الاكسجة[3]

الجهاز العصبي: (31)

- تتدرّج بين الصداع والدوخة والتخليط الذهني وفقدان الوعي.
- تحدث الأذية الدماغية إذا تجاوز توقّف الدوران 3 دقائق حيث تصبح الأذية غير قابلة للتراجع
- يحدث ارتفاع التوتر داخل القحف الناجم عن توذّم الدماغ بسبب توسّع الأوعية الدموية فيه.

الجهاز القلبي: (31)

- في البداية يحدث تسرّع نبض Tachycardia وارتفاع الضغط الشرياني Hypertension؛
- بسبب زيادة الفعالية الوديّة نتيجة تنبه المستقبلات الكيماوية لنقص الأكسجة.
- وباستمرار نقص الأكسجة تنكسر المعاوضة ويُصاب القلب بالقصور، فيتباطأ النبض Bradycardia، ويحدث هبوط الضغط الشرياني Hypotension والوهط الوعائي بسبب توسّع الأوعية الدموية أيضاً.

الجهاز التنفسي: (31)

- يتسرّع التنفّس وتحدث زلّة تنفّسيّة في البدء، وبتطوّر نقص الأكسجة يتطور تباطؤ وتوقّف تنفّس.
- تتقبض الأوعية الشعرية الرئوية بنقص الأكسجة على العكس من الأوعية الشعرية المحيطية، حيث يحدث تقبّض الأوعية الشعرية في المناطق ناقصة التهوية باتجاه المناطق ذات التهوية العالية، وذلك كآلية للمعاوضة حتى يتم تصريف الدم للأسناخ المهواة بشكل أكبر والحصول على الأوكسجين بشكل أفضل.

[3] davidson essentials of medicine

غازات الدم الشريانية:

	القيم الشريانية الطبيعية	الأهمية السريرية	حالات خاصة	
PO2	80-100 mmHg	يمثل الأوكسجين المنحل في البلازما	يدل إذا كان أقل من 60 ملم.ز على قصور تنفّسي	
SaO2	95-100%9	إشباع الهيموغلوبين بالأوكسجين	-	
PCO2	35-45 mmHg	· يحدد مدى كفاية التهوية السنخية. · يمثل العنصر التنفسي في التوازن الحمضي القلوي.	يشير ارتفاعه فوق 50 ملم.ز إلى حدوث قصور تنفّسي وحماض استقلابي	
pH	7.35-7.45	تحديد التوازن الحمضي القلوي	يعني انخفاضه عن 7.35 احمضاضاً إما تنفّسياً أو استقلابياً	
HCO3	22-26 mEq/l	يمثل العنصر الاستقلابي في التوازن الحمضي القلوي	· وتبقى طبيعية في حال وجود حماض أو قلاء تنفّسي حاد. · بينما تحدث فيه تغيرات في حال كان القلاء أو الحماض استقلابياً.	

جدول 2. يوضح القيم الطبيعية لغازات الدم الشريانية

نقص الاوكسيجين الأساسي: (31)

- نقص الوارد المُستنشق تركيز الأوكسجين المُستنشق Fractional Inspired Oxygen FiO2
- انخفاض نسبة تركيزه في غازات التخدير لأخطاء فنية.
- نقص الضغط الجوي في المرتفعات.
- نقص الأوكسجين بالانتشار Hypoxia Diffusion، ويحدث في نهاية التخدير الإنشاقي بسبب حلول غاز أوكسيد الآزوت Oxide Nitrous الخارج من الأنسجة في الأسناخ بدل الأوكسجين: (31)

✓ عند صحو المريض وإزالة التنبيب الرغامي يخرج N2O الموجود في الدم إلى الأسناخ حسب ممال الضغط ليحلّ محلّ الأوكسجين.

✓ فيصبح تركيزه في الأسناخ أكبر من تركيز الأوكسجين؛ لذلك في نهاية التخدير وعند

✓ الصحو نعطي المريض O2 لمدة 10 دقائق حتى نتأكد من خروج .N2O

نقص التهوية السنخي: (31)

- بسبب مركزي عصبي رضوض الرأس، أورام، نزوف دماغية.
- تأثير الأدوية المثبّطة للتنفّس بجرعات زائدة
- تأثير الأدوية المُرخية لعضلات التنفّس أدوية حصار الوصل العصبي العضلي

أمراض البرانشيم الرئوي: (31)

- ذات الرئة، وذمة الرئة، التليّف الرئوي، ومتلازمة الشدة التنفّسية .ARDS
- الصُمّة الرئوية، الانخماص الرئوي، الريح الصدرية، انصباب الجنب.
- تشنّج الحنجرة الحاد الذي قد يحدث عند الصحو، الأجسام الأجنبية، الاختناق.

[4] davidson essentials of medicine

- تشنّج القصبات الحاد والربو القصبي والتهاب القصبات.

التسمم باحادي أوكسيد الكربون: (31)

- يملك أول أوكسيد الكربون وَلعاً شديداً بخضاب الدم14 أقوى بـ 250 مرة من ارتباط
- الأوكسجين بالخضاب، ويشكل معه الكاربوكسي هيموغلوبين، ممّا يُعيق إيصال الأوكسجين إلى الأنسجة.
- يحرف منحنى افتراق الأوكسي هيموغلوبين إلى اليسار.
- يتميّز بانخفاض إشباع الهيموغلوبين بالأوكسجين (SaO2) مع بقاء الضغط القسمي للأوكسجين (PaO2) في الدم طبيعياً.
- **التدبير**: إنشاق الأوكسجين 100% والأفضل إنشاق الأوكسجين مفرط التوتر
- العمر النصفي لطرح CO في هواء الغرفة (21%) هو 250 دقيقة، وينخفض إلى 50 دقيقة بإنشاق أوكسجين بتركيز 100%، وقد ينخفض إلى 15–10 دقيقة بإنشاق الأوكسجين مفرط التوتر.
- هو السّبب المباشر للوفيات في حوادث الحرائق.

اختلاطات المعالجة بالاوكسيجين[5]

انخفاض التهوية والوسن باحتباس CO2: (31)

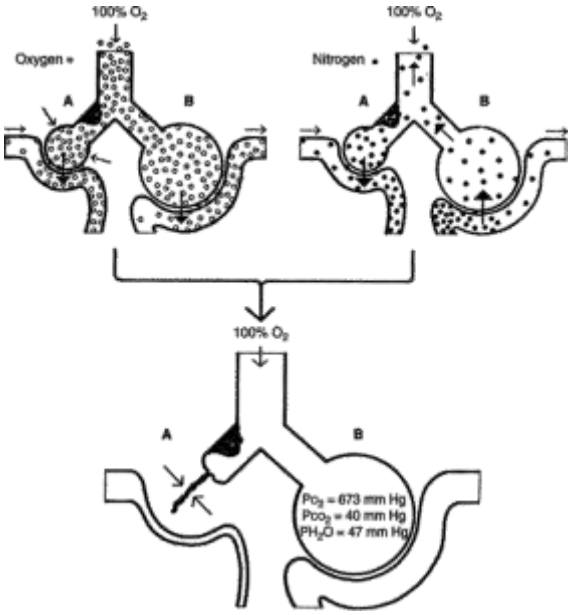
- يحدث عند مرضى COPD ارتفاع مزمن في الضغط الجزئي لـ CO2 الدم
- PCO2 > 45 mmHg، بحيث لا يستجيب له مركز التنفّس، لذلك يعتمد تحريض التنفّس على نقص الأكسجة المُعتدل طبعاً بحيث لا يُسبّب له أذياتٍ غير عكوسة.
- إذاً إعطاء الأوكسجين بتراكيز عالية عند مرضى COPD يثبط مركز التنفس ويؤدّي إلى نقص التهوية Hypoventilation وازدياد ارتفاع كربون الدم وربما توقّف التنفّس .Apnea
- لذا يُوصى بإعطاء الأوكسجين بتراكيز أقل من 30%19 مع مراقبة المريض.

[5] davidson essentials of medicine

- في حال عدم استفادة المريض وعدم تحسن أكسجته نضطر لتحويله إلى التهوية الإجبارية.

الانخماص الامتصاصي: (31)

- عندما يتمُّ امتصاص أوكسجين الأسناخ إلى الدم تنخمص هذه الأسناخ، ولكنّ النتروجين الذي يُعتبر غازاً غير منحل نسبياً يبقى في الأسناخ ممّا يمنعها من الانخماص الكُلي.
- وبإعطاء تراكيز عالية من الأوكسجين تصل حتى 100% يقلّ أو ينعدم النتروجين في الأسناخ؛
- ممّا يُؤهّب لانخماص الأسناخ عند امتصاص الأوكسجين إلى الدم وخاصةً في المناطق قليلة التهوية بالأصل والتي لا تصلها تهوية كافية والنتروجين فيها هو ما يحافظ على قوام السنخ



الشكل 5. الانخماص الامتصاصي

التليف خلف الشبكية: (31)

- تنقبض أوعية الشبكية الشعرية غير الناضجة، مما يؤدّي إلى انفصال الشبكية والعمى.
- يتعلق الأذى بتركيز الضغط القسمي الشرياني للأوكسجين في الدم PaO2، ولا يتعلق بتركيز الأوكسجين المستنشق FiO2.
- من الضروري الحفاظ على PaO2 بين 80–60 ملم.ز.
- تحدث عادةً عند الخدج.

الانسمام بالاوكسيجين: (31)

- يحدث إذا تجاوزت نسبة تركيز الأوكسجين المُستنشق الـ 50-60% ولمدة طويلة أكثر من24-48 ساعة، أو إذا كانت 100% لأكثر من 12 ساعة

التهوية الآلية

تقسم التهوية الآلية لنوعين [1,10,11]:

التهوية غير الغازية NIV:

- تعتمد هذه التقنية على تقديم دعم ضغطي للمجاري التنفسية عبر واجهة خارجية (Mask) دون الحاجة لإدخال أنبوب رغامي.
- **الآلية والأنماط**: تعتمد بشكل أساسي على نمطين: (1)
- **CPAP**: ضغط هوائي إيجابي مستمر للحفاظ على الحويصلات الهوائية مفتوحة.
- **BiPAP**: ضغط ثنائي المستوى يساعد في عملية الشهيق والزفير، وهو فعال جداً في طرد ثاني أكسيد الكربون.
- **دواعي الاستخدام**: تُستخدم كخط دفاع أول في حالات تفاقم الانسداد الرئوي المزمن (COPD)، وذمة الرئة الحادة، وفشل التنفس الخفيف إلى المتوسط. (1،10)
- **المميزات**: (11)
  - ✓ تقليل مخاطر العدوى المرتبطة بجهاز التنفس (VAP).
  - ✓ الحفاظ على قدرة المريض على التحدث والبلع.
  - ✓ تقليل الحاجة للتخدير (Sedation).

التهوية الغازية IV:

- يتم اللجوء إليها عندما يفشل التنفس التلقائي تماماً أو عندما تصبح التهوية غير الغازية غير كافية أو غير آمنة للمريض.

طرق الإيصال: (1)

- الأنبوب الرغامي (Endotracheal Tube): للتدخلات الحادة والقصيرة المدى.
- خزع الرغامى (Tracheostomy): في حالات الاحتياج الطويل الأمد للتهوية (عادةً بعد 10-14 يوماً من التنبيب).

الأهداف السريرية: (10)

- تأمين مجرى الهواء (Airway Protection).
- تصحيح نقص الأكسجة الحاد والحماض التنفسي.
- إراحة عضلات التنفس المنهكة لتقليل استهلاك الأكسجين من قبل الجسم.
- **المخاطر المحتملة:** تتطلب مراقبة دقيقة لتجنب إصابات الرئة الناجمة عن الضغط (Barotrauma) أو العدوى المكتسبة في المستشفى. (10)

وجه المقارنة	*التهوية غير الغازية (NIV)*	*التهوية الغازية (Invasive)*
التدخل	خارجي (قناع)	داخلي (أنبوب)
مستوى الوعي	يجب أن يكون المريض واعيًا ومتعاونًا	يمكن استخدامها مع المرضى غائبي الوعي
المضاعفات	تقرحات جلدية بسيطة، جفاف الأنف	التهاب رئوي (VAP)، إصابة الأوتار الصوتية
الهدف الأساسي	تجنب التنبيب (Intubation)	الحفاظ على الحياة في الفشل التنفسي الكامل

جدول 3. يوضح مقارنة بين التهوية الغازية وغير غازية

التهوية الغير غازية NIV

استطبابات التهوية الغير غازية: (10، 11)

- **التفاقم الحاد لمرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD)**: خاصة عند حدوث فشل تنفسي مع فرط ثاني أكسيد الكربون، وتحديداً إذا كانت قيمة الـ pH تتراوح بين 7.25 و 7.35.
- **الوذمة الرئوية القلبية الحادة**: تهدف العملية هنا إلى تحسين الأكسجة وتقليل الجهد والحمل الواقع على القلب.
- **حالات نقص الأكسجة الحاد**: تُستخدم في حالات معينة بشرط عدم وجود فشل تنفسي متقدم أو عدم استقرار في الحالة الديناميكية للمريض.
- **الفطام التدريجي (Weaning)**: تُعتمد كخطوة انتقالية عند فصل المرضى المختارين عن أجهزة التهوية الغازية.
- **الأمراض المناعية أو العصبية**: مثل الوهن العضلي الوبيل أو متلازمة غيلان باريه، في حال كان الضعف التنفسي متوسطاً ولم يصل لمرحلة القصور الشديد.

مضادات الاستطباب للتهوية الغير غازية: (10، 11)

- **توقف التنفس التلقائي**: أو فقدان المريض للقدرة على حماية مجرى الهواء الخاص به.
- **الاضطرابات الوعائية الشديدة**: مثل حالات الغيبوبة أو اضطراب الوعي العميق.
- **عدم الاستقرار الديناميكي الدموي**: ويشمل ذلك حالات الصدمة (Shock).
- **العوامل النفسية والسلوكية**: مثل رفض المريض للعلاج أو عدم قدرته جسدياً على تحمل وجود القناع على وجهه.

المضاعفات المحتملة للتهوية الغير غازية: (11)

- قد يواجه المريض بعض الآثار الجانبية نتيجة استخدام هذه التقنية، منها:

- **إصابات جلدية** :تهيج الجلد أو ظهور قرحات انضغاطية على الوجه أو جسر الأنف بسبب ضغط القناع.
- **مشاكل هضمية** :انتفاخ المعدة نتيجة تسرب الهواء إليها.
- **الجفاف** :الشعور بجفاف شديد في الأنف أو الفم.

التهوية الغازية IV

استطبابات التهوية الغازية: (10)

- **<u>القصور التنفسي الحاد</u>**: بنوعيه (النمط الأول أو الثاني) في حال عدم الاستجابة للعلاج المحافظ أو للتهوية غير الغازية.
- **<u>اضطراب معدل التنفس</u>**: حالات توقف التنفس التام أو الانخفاض الحاد والخطير في معدل التهوية السنخية.
- **<u>حماية مجرى الهواء</u>**: الحاجة الماسة لتأمين مجرى الهواء العلوي، خاصة في حالات اضطراب الوعي أو فقدان المنعكسات الحيوية مثل السعال والبلع.
- **<u>الفشل القلبي والدوراني</u>**: في حالات فشل القلب أو الصدمة التي تترافق مع نقص أكسجة شديد.
- **<u>دعم ما بعد الجراحة</u>**: لدعم التنفس بعد العمليات الجراحية الكبرى (مثل جراحات الدماغ، الصدر، أو البطن العلوي) عندما تكون هناك خطورة مرتفعة لحدوث قصور تنفسي.

مضادات استطباب التهوية الغازية: (11)

- بشكل عام، لا توجد مضادات استطباب مطلقة للتهوية الغازية عندما يتعلق الأمر بإنقاذ حياة المريض في الحالات الإسعافية. ومع ذلك، قد تشمل مضادات الاستطباب النسبية أو الأخلاقية ما يلي:
  - ✓ وجود وصية مسبقة موثقة من المريض برفض التنبيب (DNR – Do Not Resuscitate).

✓ الحالات الطبية المتقدمة التي لا يُرجى برؤها، حيث يكون الإجراء غير مجدٍ طبياً ولن يحسن من جودة حياة المريض أو بقائه.

مخاطر التهوية الغازية:

- **مضاعفات ميكانيكية:** تشمل تعرض الرغامي أو الحنجرة للإصابة، وحدوث "باروتروما" (إصابة ناتجة عن الضغط العالي)، أو استرواح الصدر. (10)
- **مضاعفات رئوية:** تشمل الالتهاب الرئوي المرتبط بالمنفسة (VAP)، وأذية الرئة الناجمة عن التهوية نفسها (VALI). (10)
- **مضاعفات قلبية وديناميكية:** قد تؤدي إلى انخفاض نتاج القلب وهبوط في ضغط الدم. (11)
- **مضاعفات عضلية وعصبية:** تشمل ضعف عضلات التنفس، واعتلال الأعصاب والعضلات المرتبط بالإقامة في وحدة العناية المركزة. (11)

وجه المقارنة	*التهوية غير الغازية (NIV)*	*التهوية الغازية (Invasive)*
وسيلة الإيصال	قناع وجه أو أنفي	أنبوب رغامي أو خزع رغامي
حماية مجرى الهواء	لا توفر حماية (خطر الاستنشاق)	توفر حماية كاملة لمجرى الهواء
حالة الوعي	تتطلب مريضاً واعياً ومتعاوناً	تُستخدم حتى مع غياب الوعي التام
المضاعفات الرئيسية	قروح جلدية وانتفاخ معدة	التهاب رئوي (VAP) وإصابات ضغط

أنماط التهوية الآلية

Pressure Controlled (PC) – التهوية المحكومة بالضغط:

- **التعريف** :جهاز التنفس يحدد **ضغطًا مستهدفًا** ويستمر فيه لفترة زمنية ثابتة. الحجم الناتج يتغير بحسب امتثال (compliance) المريض ومقاومة المجاري التنفسية.
- **الاستخدام** :مفيد في المرضى ذوي امتثال رئوي غير منتظم أو غير جيد) مثل ARDS لتقليل ذروة الضغط. (12)
- **المميزات: (12)**

- يخفض ذروة ضغط المجرى الهوائي ويقلل من خطر barotrauma.
- التدفق عادةً **متباطئ (decelerating flow)** مما يعزز توزيع الهواء.
- **عيبه** :الحجم المدّى غير مضمون وقد يتغير مع مرور الوقت .

Volume Controlled (VC) – التهوية المحكومة بالحجم:

- **التعريف:** يتم تحديد حجم المد والجزر (Tidal Volume) مسبقًا ويضمن الجهاز تسليمه في كل نفس.
- **الاستخدام:** مناسب عندما نريد ضمان تهوية دقيقة وتخلص من CO_2 محسوب. (13)
- **المميزات:** (13)
  - يضمن حجم تنفسي ثابت، مما يساعد في التحكم بتحليل غازات الدم.
- **عيبه:** ذروة الضغط قد تتغير وقد تكون مرتفعة مع انخفاض امتثال الرئة.

Pressure Regulated Volume Control (PRVC):

- **التعريف:** وضع هجيني يدمج بين التحكم بالحجم والضغط؛ الجهاز يحاول ضمان حجم تنفسي محدد مع تنظيم الضغط تلقائيًا من نفس لآخر.
- **الاستخدام:** عندما نريد امتيازات كل من VC و PC معًا — أي ضمان حجم تنفسي ثابت مع تخفيض ذروة الضغط. (12)
- **المميزات:** (12)
  - يحقق حجمًا ثابتًا مثل VC، وفي نفس الوقت يقلل الضغط الزائد على الرئة مثل PC.
  - يتكيف تلقائيًا مع تغيرات المقاومة والامتثال.
- **عيبه:** يتطلب مراقبة وتعديلاً دقيقًا في بعض الأحيان حسب وضع الجهاز.

Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV):

- **التعريف:** في هذا النمط، يقدّم الجهاز تنفسات إجبارية منتظمة مع السماح بحدوث تنفسات ذاتية بينهما، ويُحاول الجهاز التزامن مع جهد المريض.

- **الاستخدام:** مفيد في المرحلة الانتقالية/الفطم عن التنفس الميكانيكي عندما يبدأ المريض بالتنفس الذاتي. (13)
- **المميزات:** (13)
  - يسمح بتنفسات ذاتية بين الإلزامية ويقلل من ضمور عضلات التنفس.
  - يمكن إضافة Pressure Support للتنفسات الذاتية لزيادة الراحة.
- **عيبه:** قد لا يحقق التهوية المثالية إذا كان معدل تنفس ذاتي منخفضًا جدًا أو غير متناسق.

Pressure Support (PS) – دعم الضغط:

- **التعريف:** المريض initiates كل نفس بذاته، والجهاز يزيد الضغط عند الشهيق لمساعدته.
- **الاستخدام:** عادةً للفطم التدريجي من التهوية الميكانيكية أو في المرضى الذين لديهم قدرة تنفسية معقولة. (14)
- **المميزات:** (14)
  - يخفف عمل التنفس ويزيد راحة المريض.
  - يحسّن التزامن بين المريض والجهاز.
- **عيبه:** لا يضمن حجمًا تنفسيًا ثابتًا وقد لا يكون كافيًا إذا كان المريض ضعيفًا جدًا.

Continuous Positive Airway Pressure (CPAP):

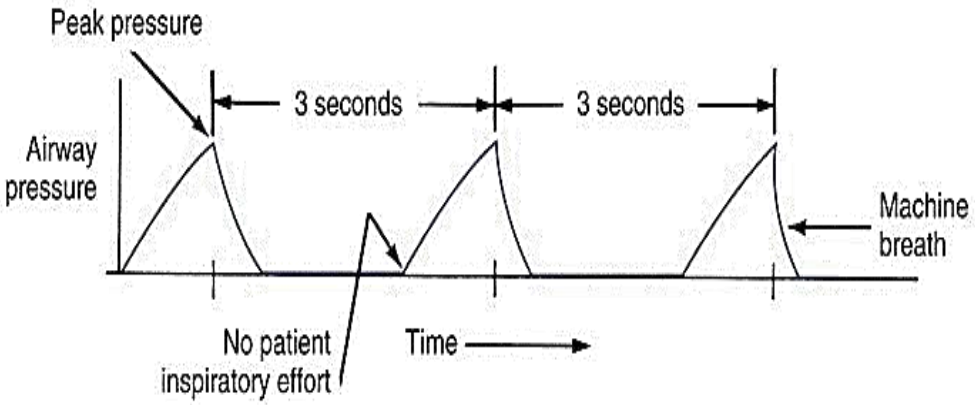
- **التعريف:** ضغط موجب مستمر في مجرى الهواء خلال الشهيق والزفير للمحافظة على فتح الحويصلات.
- **الاستخدام:** يُستخدم عادةً كتهوية غير غازية (Non invasive) أو أثناء الفطم النهائي من التنفس الميكانيكي. (14)
- **المميزات:** (14)
  - يساعد في تحسين الأكسجة مع تقليل حاجة للمساعدة بالإلهام.
  - يحافظ على PEEP ويقلل من انخماص الحويصلات.
- **عيبه:** غير مناسب إذا كان المريض لا يستطيع التنفس الذاتي بشكل كافٍ.

Bi-Vent / BiPAP (Bilevel Ventilation):

- **التعريف:** يوفر ضغطين إيجابيين: مستوى أعلى أثناء الشهيق (IPAP) ومستوى أقل أثناء الزفير (EPAP)، وهو شبيه بـ CPAP/PS لكنه مع دعم ذو مستويين.
- **الاستخدام:** غالبًا غير غازي (على قناع) في أمراض مزمنة أو أثناء الفطم. (15)
- **المميزات:** (15)
  - يخفّض عمل التنفس أكثر من CPAP البسيط.
  - يُحسّن التهوية والأكسجة مع راحة أكبر للمريض.
- **عيبه:** قد يحتاج إعدادات وصيانة دقيقة حسب مقاومة مجرى الهواء وامتثال الرئة.

التهوية الاجبارية: CV

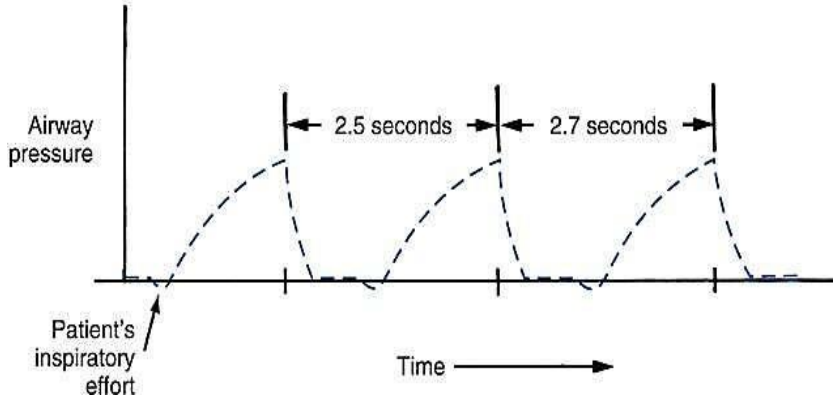
- المريض مرتخي لا يقوم بأي جهد تنفّسي على الإطلاق، بل يعتمد 100% على المنفسة.
- وهي تهوية إجبارية تعتمد بشكل رئيسي على الزمن، حيث يتم إعطاء النفس بفواصل زمنية ثابتة 12–13) تنفّساً في الدقيقة مثلًا(، وتوصى للمرضى المُثبّطين تنفّسياً أو ال 'مرخيين عضلياً كمرضى غيلان باريه والوهن العضلي الوخيم. (31)



التهوية المساعدة: AV

- هي منفسات لها حساسية لتغيّرات الضغط في الطرق الهوائية العلوية، ولا تعتمد التهوية فيها على المنفسة 100% لأنّ تنفّس المريض يكون جيداً نوعاً ما.
- عندما يأخذ المريض شهيقاً يحدث ضغط سلبي في الأسناخ والطرق التنفسية العلوية
- فتتحسّسه المنفسة وتعطي ضغطاً إيجابياً، وهذا ما يُعرف بالتنفّس المساعد.

- فهذه الطريقة تحتاج لمساعدة من المريض، ومشكلتها أنّها تعتمد على تواتر التنفّس عنده. (31)
- فلو وصل المريض لمرحلة الإجهاد التنفّسي أو تثبّط تنفّسه لسببٍ ما عندها لن يتحرض الجهاز، وبالتالي سيختنق المريض، لذلك نلجأ في هذه الحالة إلى التهوية المساعدة الإجبارية. (31)

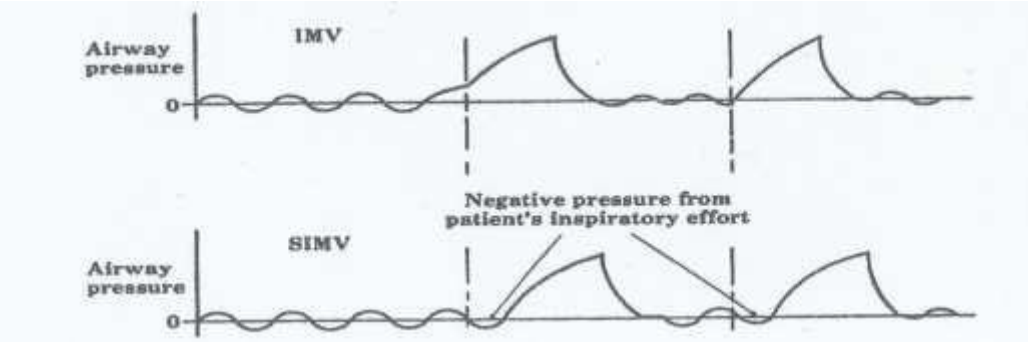


التهوية الاجبارية المساعدة: ACV

- يبدأ المريض بالقدرة على التنفس إلا أنه قد يتوقّف عنه بأي لحظة، فإذا وُضع المريض على النمط المُساعد فقط فإنه لن يتلقى تنفّساً. (31)
- ولتجنُّب هذه الحالة يُمكن وضع حد أدنى من حركات التنفّس باستخدام مفتاح معدل التنفّس لتأمين عدد أدنى من الحركات التنفّسية 6–8 في الدقيقة. (31)

التهوية الاجبارية المتقطعة: IMV

- تُحدث تنفسّات إجبارية ميكانيكية مُحدّدة حجماً في فواصل زمنية محددة أيضاً، وخلال التنفسّات الإجبارية يتنفّس المريض بشكل عفوي.
- هذه الطريقة تعطي تهويةً بدون تنسيق مع المريض، فإذا كان المريض في مرحلة الزفير وتعطي المنفسة ضغط إيجابي، فالمريض سيقاوم المنفسة، وبالتالي ينقص الحجم الجاري ويرتفع الضغط داخل الرئة، ولتلافي هذا الموضوع نجري التهوية الإجبارية المتقطعة المتوافقة. (31)



المعايير المستخدمة في المنفسة

1. نسبة استنشاق الأوكسجين FiO2 بين .%100–21
2. الحجم الجاري TV 10 مل/كغ: وهو أكبر من الحجم الجاري في التنفس العادي 7مل/كغ(؛ لمنع انخماص الأسناخ، ويتوجّب تقليلها في بعض الحالات مثل .ARDS
3. معدل التنفس RR 20–10 مرة/دقيقة: وهي تُبط أ عند مرضى COPD لإعطاء وقت أكبر للزفير منعاً لاحتباس الهواء.
4. الحساسيّة: تُستخدم لتحريض المنفسة عندما يبتدئ المريض التنفس، فهي تعكس مقدار الضغط تحت خط السواء، وهي عادة 2– سم ماء.
5. معدل الجريان :FR يُقاس بالليتر في الدقيقة ل/د
6. نسبة الشهيق إلى الزفير :(I/E) وهي عادةً ما تكون 1 إلى 2 I/E = 2/1، ويمكن تطويل فترة الزفير إلى 3 أو 4 (3/1 & (4/1 عند مرضى COPD والربو)بهدف إعطاء الوقت الكافي لإتمام الزفير. (31)

	المعيار	الطبيعي	المرضي
قيم التهوية	الحجم الجاري (مل/كغ)	7-5 مل/كغ	أقل من 5 مل/كغ
	تواتر التنفس (عدد مرات التنفس/الدقيقة)	20-12 مرة/د	أكثر من 35 مرة/د
	التهوية في الدقيقة (ل/د)	10-6 ل/د	أقل من 3 ل/د أو أكثر من 20 ل/د
	السعة الحيوية CV (مل/كغ)	75-65 مل/كغ	أقل من 15-10 مل/كغ
	نسبة حجم المسافة الميتة/الحجم الجاري (DV/VT)	40-25%	أكثر من 60%
تبادل الغازات	PaO2	100-80 ملم.ز	أقل من 70 ملم.ز
	PaCO2	45-35 ملم.ز	أكثر من 50 ملم.ز
	pH	7.35-7.45	أقل من 7.25

جدول 4. المعايير المستخدمة في المنفسة

جدول 5. يلخص أنماط التهوية الآلية

النمط	التعريف	الاستخدام	المميزات	العيوب
PC (Pressure Control)	الجهاز يحدد الضغط، الحجم يعتمد على امتثال الرئة	ARDS، رئات غير منتظمة	يقلل ذروة الضغط، توزيع هواء أفضل	الحجم غير مضمون
VC (Volume Control)	حجم التنفس محدد مسبقًا	التحكم الدقيق في CO_2	حجم ثابت، تحكم أفضل بالتهوية	ذروة الضغط قد تكون مرتفعة

النمط	التعريف	الاستخدام	المميزات	العيوب
PRVC (Pressure Regulated Volume Control)	يجمع بين التحكم بالضغط والحجم، يضبط الضغط تلقائيًا	حالات بحاجة لتهوية دقيقة مع حماية الرئة	يضمن حجم ثابت مع تقليل الضغط	يحتاج مراقبة دقيقة
SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation)	تنفسات إجبارية منتظمة مع السماح بتنفسات ذاتية	الفطم التدريجي عن التنفس الميكانيكي	يسمح بتنفس ذاتي، يقلل ضمور العضلات	قد لا يكون فعالًا إذا التنفس الذاتي ضعيف
PS (Pressure Support)	المريض يبدأ التنفس، الجهاز يزيد الضغط أثناء الشهيق	دعم الفطم، مرضى قادرين على التنفس الذاتي	يقلل مجهود التنفس، مريح للمريض	لا يضمن حجم تنفسي ثابت
CPAP (Continuous Positive Airway Pressure)	ضغط إيجابي مستمر أثناء الشهيق والزفير	الفطم النهائي، Non-invasive	يحافظ على الحويصلات مفتوحة، يحسن الأكسجة	يحتاج تنفس ذاتي كافٍ
Bi-Vent / BiPAP	ضغط إيجابي ثنائي IPAP : للشفاء، EPAPللزفير	Non-invasive، أمراض مزمنة، فطم	يقلل جهد التنفس، يحسن التهوية	إعدادات دقيقة، حساس لامتثال الرئة

NAVA – NEURALLY ADJUSTED VENTILATORY ASSIST

- **NAVA**هو نمط من التهوية الميكانيكية يقيس **النشاط الكهربائي للحجاب الحاجز (Edi)** عبر قسطرة خاصة موضوعة في المريء، ثم يقوم الجهاز بتقديم الدعم التنفسي **بتناسب مباشر** مع قوة ونشاط التنفس الطبيعي للمريض. بعبارة أخرى، يتنفس المريض والمروّج يستجيب **بشكل عصبي مباشر** لإشارات الحجاب الحاجز، بدلاً من الاعتماد على الإشارات التقليدية مثل تدفق الهواء أو الضغط.

آلية العمل:

- تُحْدَث قسطرة خاصة داخل المريء وتحتوي على أقطاب تقيس الإشارة الكهربائية للحجاب الحاجز (Edi). (15)
- ينقل الجهاز هذه الإشارة إلى المنفسة التي تطلق الضغط المساعد بدقة متناسبة مع قوة ونمط جهد التنفس لدى المريض. (15)
- تتحكم نفس المريض في توقيت ومدى الدعم، ما يعني أن التنفس يصبح أكثر انسجامًا مع القوة العصبية الحقيقية للجهاز التنفسي. (15)

الميزات:

- **مزامنة ممتازة بين المريض والجهاز**: قلل الفجوة بين نية المريض للتنفس والتنفس الذي يوفره الجهاز، مما يحسن **التزامن ويساهم في راحة المريض**. (16)
- **يساعد في حفظ وظيفة الحجاب الحاجز**: لأن الدعم يتناسب مع الجهد العضلي الحقيقي، فإن الحجاب الحاجز لا يتعرض لفرط الدعم الذي قد يضعفه. (16)
- **يقلل مدة التهوية**: دراسات أظهرت أن NAVA قد يزيد من **نجاح الفطم (weaning)** ويقلل من مدة الدعم الميكانيكي مقارنة ببعض الأنماط الأخرى (16)
- **تحسين تجربة المريض**: يشعر المرضى براحة أكبر ويحتاجون غالبًا إلى **تخدير أقل** بفضل التزامن الجيد والدعم المتناسب (16)

الاستطبابات:

- يمكن استخدام NAVA في الحالات التي تكون فيها التهوية التقليدية مناسبة، بشرط أن يكون دفْع التنفس العصبي للمريض موجودًا وسليمًا. تشمل بعض الحالات المشهورة: (17)
  - ✓ الفشل التنفسي الحاد مثل ARDS و Hypoxemic respiratory failure.
  - ✓ الرضع والأطفال خصوصًا في حالات متلازمة الضائقة التنفسية والرئوية غير المتجانسة.
  - ✓ حالات عدم انسجام المريض مع المنفسة مع صعوبة في المزامنة في الأنماط التقليدية.

المساوئ:

- **اعتماد تام على نشاط الحجاب الحاجز**: لا يصلح NAVA في المرضى ذوي دفْع تنفسي معطّل (مثلاً بسبب تخدير ثقيل، إصابات دماغية، أو إصابات العصب الحجابي) لأن الإشارة العصبية ستكون غير كافية. (18)
- **تحديات تقنية**: تحتاج القسطرة لوضع دقيق وإعداد متخصص وقد يتأثر الإشارة بأشياء مثل حركة المريء (البلع أو الحازوقة) أو ضوضاء عصبية أخرى
- **نقص انتشار واسع وتوفر محدود**: يتطلب جهازًا خاصًا وإعدادًا مهاريًا، وقد لا يكون متاحًا في جميع أقسام العناية المركزة بسبب التكلفة أو الخبرة المحدودة.
- **احتمال حدوث Double Triggering**: في بعض الدراسات تم الإبلاغ عن معدلات أعلى من *Double triggering* مقارنة بالأنماط التقليدية، ما قد يتطلب ضبطًا دقيقًا.
- هنا جدول ملخص من إحدى الدراسات حول الإعدادات الأساسية المستخدمة في نمط NAVA (PEEP – RR – Vt – FiO_2 – ضغط الإلهام/مستوى NAVA) مع أرقام واقعية مأخوذة من بيانات سريرية: (18)

- يُعد **الفطام عن التهوية الميكانيكية (weaning)** خطوة حرجة في رعاية المرضى في وحدة العناية المركزة، ويتطلب تحقق مجموعة من **المعايير السريرية والغازية** لضمان قدرة المريض على التحول إلى التنفس الذاتي دون مخاطر عالية. من أهم هذه المعايير: (19–21)

1. استقرارٌ دمويٌّ دون حاجة لأدوية داعمة لضغط الدم.
2. تحسن تبادل الغازات بحيث يكون $PaO_2 > 60$ mmHg مع $FiO_2 \leq 40\%$ (أو 0.4) عند SpO_2 المستهدفة، مما يدل على كفاءة الأكسجة.
3. معدل تنفس مناسب (عادة 30–35 > RR نفس/دقيقة) دون إجهاد تنفسي واضح.
4. حرَكةُ تنفسٍ تلقائية كافية مع VT ≥ 5 mL/kg من الوزن المثالي، ما يشير إلى قوة عضلات التنفس وقدرتهم على ضخ الهواء.
5. وعيٌ جيد وتنسيقٌ مع الجهاز التنفسي يسمحان بالتحكم الذاتي في التنفس خلال التجربة التنفسية الحرة.

- تُجرى غالبًا **اختبارات التنفس التلقائي (Spontaneous Breathing Trial – SBT)** لتقييم ما إذا كان المريض يستطيع الحفاظ على هذه المعايير بدون دعم ميكانيكي لفترة محددة، ويُفضل استخدام مؤشرات مثل **Rapid Shallow Breathing Index (RSBI)** التي تساعد في التنبؤ بنجاح الفطام. (20)
- أما على صعيد **استراتيجيات الحماية الرئوية(lung-protective ventilation)** ، فهي تُعد حجر الزاوية في دعم المرضى ذوي الفشل التنفسي الحاد عامةً، ومرضى **متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS)** على وجه الخصوص. الهدف الأساسي هو تقليل **Ventilator-Induced Lung Injury (VILI)** عبر تقليل إجهاد الرئة وإصابات الضغط والزخم. تشمل هذه الاستراتيجيات: (20، 21)

1. حجم تنفس منخفض (Low Tidal Volume) يُستهدف عادةً 4–8 mL/kg من وزن الجسم المثالي، وخصوصًا ~6 mL/kg في ARDS، ما أثبت تقليل الوفيات وتحسين النتائج مقارنة بالأحجام التقليدية الأعلى.

2. احتفاظ بضغط الهضبة ≤ 30 cm H_2O (Plateau Pressure) لتجنب overdistention (تمدد حويصلي مفرط) وتقليل Barotrauma.
3. إعداد PEEP مناسب لتجنُّب انهيار الحويصلات (Atelectrauma) وتعزيز إعادة توظيف السنخيات، مع استخدام جداول $PEEP/FiO_2$ وفق بروتوكولات معتمدة في ARDS، ورفع PEEP عند الحالات المتوسطة والشديدة.
4. FiO_2 مخفضة تدريجيًا إلى أقل مستوى يحافظ على أكسجة كافية (عادة 88–95٪ SpO_2)، لتقليل السمية المحتملة للأكسجين عالي التركيز.

- هذه المبادئ تُساهم في تعزيز التهوية المتوافقة مع حماية الرئة وتقلل من الآثار الضارة الطويلة الأمد لدعم التهوية الميكانيكية.

معايير الدراسة:

- أُجريت هذه الدراسة على شكل **دراسة رصدية تحليلية Observational analytical)** **(study**ذات طابع استعادي(Retrospective) ، شملت مرضى أُدخلوا إلى وحدة العناية المركزة وخضعوا للتهوية الآلية خلال فترة الدراسة، بهدف تقييم خصائص المرضى، أنماط التهوية الآلية المستخدمة، والعوامل المرتبطة بنجاح أو فشل الفطام عن التهوية.
- تضمن مجتمع الدراسة **70مريضًا** من مختلف الفئات العمرية (حديثي الولادة، الأطفال، البالغين، وكبار السن)، أُدخلوا إلى وحدة العناية المركزة وتم إخضاعهم للتهوية الآلية الغازية، بغض النظر عن سبب القبول أو نمط القصور التنفسي.

معايير اختيار المرضى:

1. المرضى الذين خضعوا للتهوية الآلية الغازية عبر أنبوب رغامي أو فغر رغامي داخل وحدة العناية المركزة.
2. جميع المرضى من مختلف الأعمار والجنسين.
3. وجود **قصور تنفسي مثبت سريريًا ومخبريًا** استدعى اللجوء إلى التهوية الآلية، سواء:
    - قصور تنفسي نمط أول(Hypoxemic respiratory failure) ، أو
    - قصور تنفسي نمط ثاني.(Hypercapnic respiratory failure)
4. توفر معلومات سريرية كافية في الملف الطبي تتضمن:
    - سبب القبول إلى العناية المركزة.
    - نوع القصور التنفسي.
    - نمط التهوية الآلية المستخدم.
    - إعدادات التهوية الأساسيةRR) ، VT، PEEP، FiO_2، .Driving pressure)
    - مدة التهوية الآلية.
    - نتيجة الفطام عن التهوية.

5. المرضى الذين استمروا على التهوية الآلية لمدة لا تقل عن **12ساعة**، بما يسمح بتقييم الإعدادات التنفسية والاستجابة السريرية.

معايير الاستبعاد:

1. المرضى الذين خضعوا للتهوية غير الغازية فقط (NIV) دون الحاجة إلى تهوية آلية غازية.
2. المرضى الذين توفوا أو تم فصلهم عن التهوية خلال أقل من 12 ساعة من بدء التهوية الآلية.
3. المرضى الذين كانت ملفاتهم الطبية غير مكتملة أو تفتقر إلى بيانات أساسية متعلقة بالتهوية أو بالنتيجة النهائية للفطام.
4. المرضى الذين نُقلوا إلى مراكز أخرى قبل إمكانية تقييم نتيجة الفطام عن التهوية الآلية.
5. الحالات التي تم فيها استخدام التهوية الآلية لأغراض إجرائية قصيرة الأمد فقط (مثل التخدير الجراحي دون قصور تنفسي مرافق).

التقييم السريري للمرضى:

1. العلامات الحيوية والاستقرار الديناميكي الدموي.
2. مستوى الوعي والاستجابة العصبية.
3. تحسن أو تدهور الحالة التنفسية خلال أول **72ساعة** من بدء التهوية الآلية.
4. معايير تبادل الغازات اعتمادًا على غازات الدم الشريانية، حيث تراوحت القيم المسجلة ضمن المجالات التالية:

- pH: 7.25 - 7.48
- PaO_2: 40 - 60 mmHg
- $PaCO_2$: 35 - 60 mmHg
- HCO_3^-: 16 - 30 mmol/L

المواد والطرق:

- تم اعتماد بروتوكول التهوية الآلية بناءً على المبادئ الفيزيولوجية المعتمدة في تدبير القصور التنفسي الحاد، مع مراعاة نوع القصور التنفسي (نمط أول أو نمط ثاني) وسبب القبول والحالة الديناميكية الدموية لكل مريض. شملت أنماط التهوية المستخدمة (Volume Control (VC، Pressure Control (PC)، Assist Control (AC)، SIMV، وCPAP، إضافة إلى أنماط هجينة، حيث تم اختيار النمط الابتدائي وفق الحالة السريرية مع إمكانية التعديل التدريجي استجابةً لتطور المريض.
- **الحجم الجاري VT**: تم ضبط الحجم الجاري ضمن مجال محافظ يهدف إلى تحقيق تهوية فعالة مع تقليل مخاطر الرض الرئوي المحرّض بالمنفسة(VILI) ، حيث تراوح VT عند معظم المرضى البالغين بين 6–8 مل/كغ من الوزن المثالي، مع تعديل القيم عند الأطفال وحديثي الولادة وفق المعايير العمرية. يهدف هذا النهج إلى تقليل فرط التمدد السنخي والحفاظ على مطاوعة رئوية مناسبة. (20 ، 22)
- **معدل التنفس RR**: تم تحديد معدل التنفس بما يحقق توازنًا بين التهوية السنخية الكافية وتجنب القلاء أو الحماض التنفسي، مع مراعاة خصوصية مرضى القصور التنفسي النمط الثاني ومرضى COPD، حيث استُخدمت معدلات تنفس أخفض نسبيًا مع إطالة زمن الزفير لتقليل الانحباس الهوائي. (20، 22)
- **الضغط الإيجابي في نهاية الزفير (PEEP)**: اختير PEEP بقيم معتدلة (غالبًا 5–8 cmH_2O) بهدف الحفاظ على فتح السنخ الرئوي وتحسين الأكسجة، مع تجنب زيادة الضغط داخل الصدر وما قد يرافقه من تأثيرات سلبية على العود الوريدي والديناميكا الدموية، خاصة لدى المرضى غير المستقرين دورانيًا. (20 ، 22)
- **الكسر المستنشق من الأكسجين (FiO_2)**: تم تعديل FiO_2 لتحقيق تشبع أكسجيني مقبول مع تقليل خطر السمية الأكسجينية، حيث جرى خفضه تدريجيًا كلما تحسنت الأكسجة، مع الحفاظ على PaO_2 ضمن المجال المقبول سريريًا. (20)

- **Driving Pressure**: تم تسجيل Driving pressure عند توفره باعتباره مؤشرًا مهمًا للعبء الميكانيكي الواقع على الرئة، حيث أُخذ بعين الاعتبار عند تعديل إعدادات التهوية، خاصة في حالات ARDS، نظرًا لارتباط القيم المرتفعة منه بزيادة المراضة والوفيات. (20)

التقييم والدراسات:

- تم تقييم الحالة السريرية والتنفسية للمرضى بشكل منهجي اعتمادًا على مجموعة من المؤشرات السريرية والتهوية والغازات الدموية، بما يسمح بتقييم الاستجابة المبكرة والمتوسطة للتهوية الآلية وإمكانية الفطام عنها.
- أولًا، تم اعتماد **التحسن السريري خلال أول 72 ساعة** كمؤشر مبكر للاستجابة، حيث شمل ذلك تحسن الأكسجة، استقرار العلامات الحيوية، وانخفاض الحاجة إلى دعم تهوية مرتفع أو FiO_2 عالية. ويُعد هذا الإطار الزمني معيارًا شائعًا في دراسات العناية المركزة لتقييم فعالية الاستراتيجية التهووية المبكرة.
- ثانيًا، تم استخدام غازات الدم الشريانية (ABG) كأداة داعمة للتقييم، حيث تراوحت القيم المسجلة عند معظم المرضى ضمن المجالات التالية:
  - ✓ pH بين 7.25–7.48،
  - ✓ PaO_2 بين 40–60 mmHg،
  - ✓ $PaCO_2$ بين 35–60 mmHg،
  - ✓ HCO_3^- بين 16–30 mmol/L.
- ثالثًا، تم اعتماد **نجاح أو فشل الفطام عن التهوية الآلية** كمتغير نتيجي أساسي، حيث عُرّف نجاح الفطام بالقدرة على فصل المريض عن المنفسة دون الحاجة لإعادة التهوية خلال 48 ساعة، في حين عُرّف فشل الفطام بعدم القدرة على إتمام الفصل أو الحاجة إلى إعادة الدعم التهووي بسبب تدهور تنفسي أو دموي.
- رابعًا، تم تسجيل **مدة التهوية الآلية** كمتغير كمي يعكس شدة الحالة وفعالية التدبير، إضافة إلى تسجيل حدوث الوفاة داخل وحدة العناية المركزة كمتغير نتيجي نهائي.

- من خلال اعتماد هذه المؤشرات المتعددة، أمكن إجراء تقييم شامل يجمع بين التحليل السريري والميكانيكي والنتائجي، بما يتيح ربط إعدادات التهوية وأنماطها بالاستجابة السريرية ونتائج الفطام بصورة منهجية قابلة للمقارنة مع الدراسات المنشورة في مجال العناية المركزة والتهوية الآلية.

التحليل الاحصائي:

- تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج IBM SPSS Statistics (الإصدار 26 أو أحدث). أُدخلت البيانات بعد ترميز المتغيرات وتدقيقها (Data Cleaning) للتحقق من القيم المفقودة، القيم الشاذة (Outliers)، واتساق الوحدات. جرى اختبار توزع البيانات باستخدام اختبار Shapiro–Wilk للمتغيرات الكمية نظرًا لحجم العينة.
- متغيرات ديموغرافية :العمر، الجنس.
- متغيرات سريرية :سبب القبول، نوع القصور التنفسي/I/II) مختلط(، شدة المرض (إن وُجدت درجات)، وجود أمراض مرافقة.
- متغيرات التهوية :نوع التهوية (غازية/غير غازية)، مدة التهوية (أيام)، الإعدادات الأساسية (FiO2، VT، RR، PEEP، Pinspإن وُجد(، حدوث مضاعفات مرتبطة بالتهوية.
- النتائج :نجاح الفطام (نعم/لا)، مدة الإقامة في العناية، الوفيات (إن وُجدت).
- **الإحصاء الوصفي**: قُدِّمت المتغيرات الكمية على شكل المتوسط ± الانحراف المعياري للبيانات الموزعة طبيعيًا، أو الوسيط (المدى الربيعي IQR) لغير الموزعة طبيعيًا. عُرضت المتغيرات الوصفية على شكل عدد ونسبة مئوية.

❖ **الإحصاء التحليلي**:

- ✓ مقارنات قبل/بعد (إن وُجدت): اختبار Paired t–test أو Wilcoxon Signed–Rank بحسب التوزع.
- ✓ مقارنات بين مجموعتين مستقلتين (نجاح الفطام vs الفشل): Independent t–test أو Mann–Whitney U.
- ✓ متغيرات وصفية: Chi–square أو Fisher's exact عند الحاجة.

- ✓ تحليل متعدد المتغيرات: أُجري انحدار لوجستي ثنائي لتحديد العوامل المستقلة المرتبطة بنجاح الفطام (إدخال المتغيرات ذات $P<0.10$ في التحليل الأحادي).
- ✓ الدلالة الإحصائية: اعتُمدت قيمة $P < 0.05$.

جدول 6. الخصائص الديموغرافية للعينة

المتغير	العدد(n)	النسبة(%)
إجمالي المرضى	70	100
الذكور	42	60
الإناث	28	40
العمر (سنة)	56 ± 18	–

جدول 7. توزع نمط القصور التنفسي

نوع القصور التنفسي	العدد(n)	النسبة(%)
قصور نمط أول(Type I)	47	67
قصور نمط ثاني(Type II)	23	33

جدول 8. مدة التهوية حسب المسبب

التشخيص	متوسط مدة التهوية (أيام)
ARDS	14.5 ± 7.2
GBS	16.8 ± 8.1
COPD exacerbation	13.2 ± 6.5
Aspiration pneumonia	12.4 ± 5.9
أسباب أخرى	6.1 ± 3.4

جدول 9. نتائج الفطام والوفيات

النتيجة	العدد(n)	النسبة(%)
نجاح الفطام	39	55.7
فشل الفطام	31	44.3
الوفيات	9	12.9

جدول 10. نوع القصور التنفسي ونتيجة الفطام

نوع القصور	نجاح الفطام	فشل الفطام	P-value
نمط أول	31 (66%)	16 (34%)	< 0.05
نمط ثاني	8 (35%)	15 (65%)	

- لوحظ ارتفاع واضح في معدلات فشل الفطام عند مرضى القصور النمط الثاني، خاصة في حالات COPD و GBSواحتشاء جذع الدماغ.

جدول 11. مدة التهوية حسب نتيجة الفطام

النتيجة	مدة التهوية (أيام)	P-value
نجاح الفطام	6.8 (IQR 4-9)	< 0.01
فشل الفطام	14.9 (IQR 10-22)	

جدول 12. التحسن المبكر ونتائج الفطام

التحسن خلال 72 ساعة	نجاح الفطام	فشل/وفاة	P-value
نعم	32	6	< 0.001
لا	7	25	

جدول 13. Driving Pressure ونتائج المرضى

Driving Pressure	نجاح الفطام	فشل/وفاة	P-value
≤15 cmH_2O	29	11	< 0.05
>15 cmH_2O	10	20	

- ارتبط DP المرتفع بزيادة فشل الفطام والوفيات، خاصة في مرضى ARDS.
- مرضى COPD اظهروا:

- ✓ مدة تهوية أطول (15.1 ± 6.2 أيام)
- ✓ معدلات فشل فطام أعلى (~65%)
- ✓ الحاجة المتكررة لتغيير نمط التهوية (SIMV، CPAP)

جدول 14. العوامل المرتبطة بفشل الفطام

المتغير	OR	95% CI	P-value
عدم التحسن خلال 72 ساعة	5.8	2.1-15.6	<0.001
مدة التهوية (لكل يوم)	1.12	1.04-1.22	0.003
DP >15 cmH_2O	2.4	1.1-5.6	0.02
قصور نمط ثاني	2.9	1.3-6.8	0.01
العمر	1.01	0.98-1.04	NS

جدول 15. أسباب قبول ICU

سبب القبول	العدد(n)	النسبة(%)
ARDS	14	20
COPD exacerbation	12	17
Pneumonia (غير استنشاقية)	10	14
Aspiration pneumonia	8	11
GBS	7	10
Brainstem stroke	6	9
Sepsisغير رئوي	5	7
أسباب أخرى	8	12

جدول 16. أنماط التهوية المستخدمة

نمط التهوية	العدد(n)	النسبة(%)
Volume Control (VCV)	28	40
Pressure Control (PCV)	16	23
PRVC	14	20
SIMV	8	11
CPAP / PSV	4	6

جدول 17. معايير الفطام المعتمدة

المعيار	النسبة التي حققته(%)
$PaO_2/FiO_2 > 200$	78
$PEEP \leq 8\ cmH_2O$	82
$FiO_2 \leq 40\%$	75
$RR < 30\ /min$	80
$RSBI < 105$	68
استقرار دموي	85
وعي مناسب	90

جدول 18. نسبة عودة التنبيب خلال 72 ساعة

النتيجة	العدد(n)	النسبة(%)
إعادة تنبيب	7	10
بدون إعادة تنبيب	63	90

جدول 19. المضاعفات المرتبطة بالتهوية الآلية

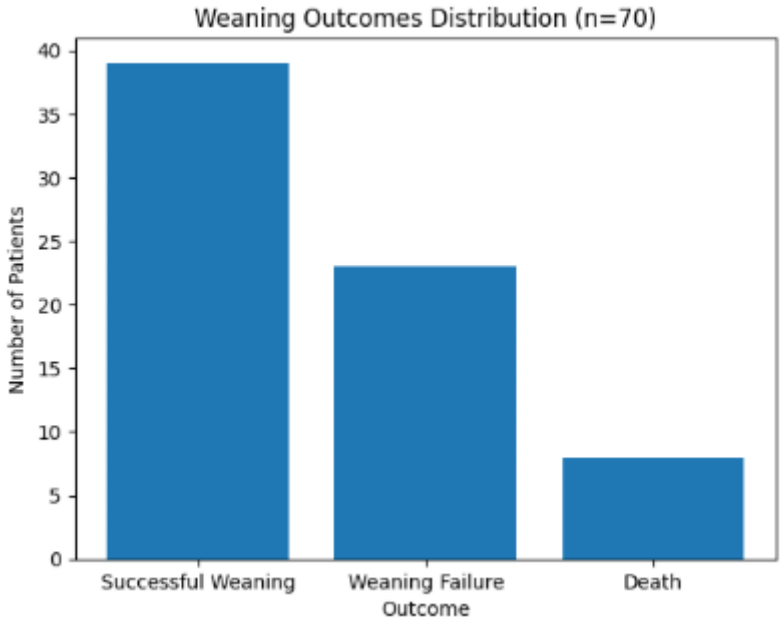
المضاعفة	العدد(n)	النسبة(%)
Ventilator-Associated Pneumonia (VAP)	6	8.6
Barotrauma (Pneumothorax / PIE)	3	4.3
Hypotension related to MV / sedation	5	7.1
Weaning failure requiring re-intubation	4	5.7

النتائج:

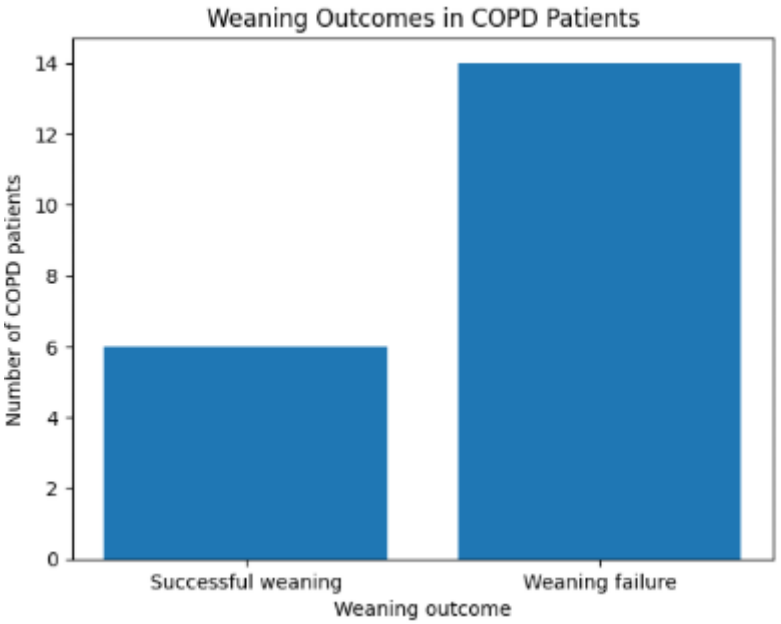
- شملت الدراسة 70 مريضًا خضعوا للتهوية الآلية داخل وحدة العناية المشددة، تراوحت أعمارهم بين حديثي الولادة (16 يومًا) و89 عامًا، بمتوسط عمري تقريبي بلغ 56 ± 18 سنة. شكّل الذكور الغالبية حيث بلغ عددهم 42 مريضًا (60%) مقابل 28 مريضة.(40%)
- من حيث نوع القصور التنفسي، كان القصور التنفسي من النمط الأول هو الأكثر شيوعًا، حيث سُجّل لدى 47 مريضًا (67%)، في حين وُجد القصور التنفسي من النمط الثاني لدى 23 مريضًا (33%).
- تنوّعت أسباب القبول إلى وحدة العناية المشددة، وكان أكثرها شيوعًا ذات الرئة بمختلف أشكالها (الجرثومية، الفيروسية، الاستنشاقية)، تليها متلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS)، ثم الحالات العصبية (نزف دماغي، متلازمة غيلان باريه، احتشاء جذع الدماغ)، إضافة إلى القصور التنفسي التالي للإجراءات الجراحية القلبية والصدرية.
- تراوحت مدة التهوية الآلية بين 13 ساعة و30 يومًا، بمتوسط تقريبي بلغ 10 ± 7 أيام. لوحظت مدة تهوية أطول بشكل واضح لدى مرضى ARDS، ومتلازمة غيلان باريه، ومرضى COPD، وذات الرئة الاستنشاقية.
- كانت أنماط التهوية المستخدمة متنوعة، وشملت Volume-Controlled Ventilation (VC)، Assist-Control (AC)، Pressure-Control (PC)، SIMV، وCPAP، مع اللجوء إلى تغيير نمط التهوية أو استخدام CPAP كمرحلة انتقالية للفطام في نسبة معتبرة من المرضى.

- بلغ متوسط VT المستخدم نحو 450 ± 80 مل لدى البالغين، مع اعتماد قيم أقل متناسبة مع الوزن والعمر عند الأطفال. تراوحت قيم PEEP غالبًا بين 5–6 cmH_2O، بينما كانت قيم Driving Pressure $\leq 15\ cmH_2O$ لدى غالبية المرضى، مع تسجيل قيم مرتفعة بشكل خاص لدى حالات ARDS الشديدة.
- أظهرت غازات الدم الشريانية عند القبول مجالًا واسعًا من القيم، حيث تراوح pH بين 7.25 و7.48، وPaO_2 بين 40 و60 mmHg، و$PaCO_2$ بين 35 و60 mmHg، وHCO_3^- بين 16 و30 mmol/L. وبسبب عدم توحيد زمن القياس بين المرضى، تم تحليل هذه القيم بشكل وصفي فقط دون إدخالها في المقارنات الإحصائية.
- تم تحقيق فطام ناجح عن التهوية الآلية لدى 39 مريضًا (56%)، في حين فشل الفطام لدى 31 مريضًا (44%). بلغ عدد الوفيات خلال فترة التهوية أو الإقامة في العناية المشددة 9 مرضى (13%).
- أظهر التحليل الإحصائي وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين نوع القصور التنفسي ونجاح الفطام، حيث كان معدل الفطام الناجح أعلى بشكل ملحوظ لدى مرضى القصور التنفسي من النمط الأول مقارنة بالنمط الثاني ($p < 0.05$). سُجلت أعلى نسب فشل الفطام بين مرضى COPD، ومتلازمة غيلان باريه، واحتشاء جذع الدماغ.
- أظهر اختبار Mann–Whitney U وجود فرق معنوي في مدة التهوية بين المرضى ذوي الفطام الناجح وأولئك الذين فشلوا في الفطام، حيث كانت مدة التهوية أقصر بشكل واضح لدى مجموعة الفطام الناجح ($p < 0.01$).
- كان التحسن السريري خلال أول 72 ساعة من التهوية الآلية عاملًا تنبؤيًا قويًا لنجاح الفطام. أظهر المرضى الذين تحسّنوا خلال هذه الفترة معدلات فطام أعلى بكثير مقارنة بالمرضى الذين لم يُظهروا تحسنًا مبكرًا، مع دلالة إحصائية عالية جدًا ($p < 0.001$).
- عند تصنيف المرضى وفق قيمة Driving Pressure، لوحظ أن القيم المرتفعة ($>15\ cmH_2O$) ارتبطت بشكل معنوي بزيادة معدلات فشل الفطام والوفيات، خاصة لدى مرضى ARDS، مقارنة بالمرضى ذوي Driving Pressure $\leq 15\ cmH_2O$ ($p < 0.05$).

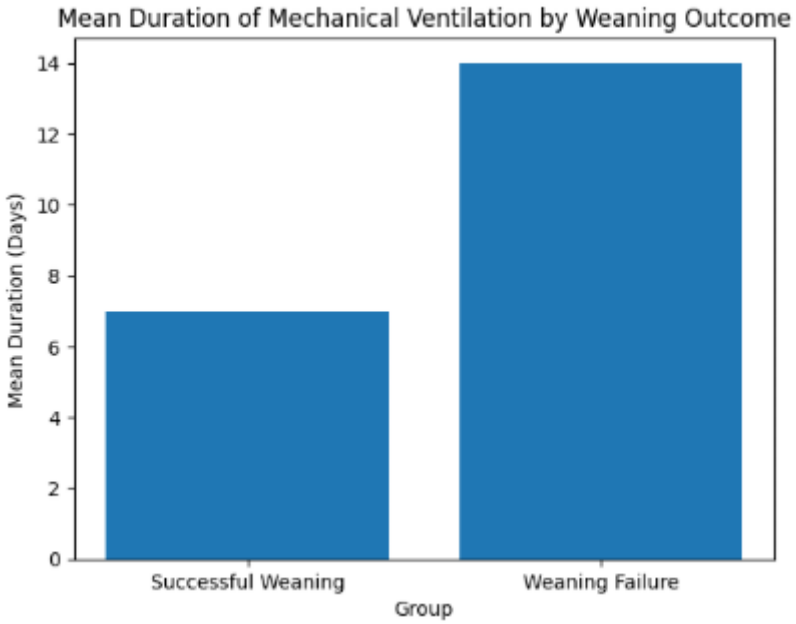
- سُجّلت مضاعفات مرتبطة بالتهوية الآلية لدى 14 مريضًا (20%)، وكانت أكثرها شيوعًا ذات الرئة المرتبطة بالمنفسة (VAP) بنسبة 8.6%، تليها الاضطرابات الدورانية المرتبطة بالتهوية أو التسكين. كانت معدلات المضاعفات أعلى نسبيًا لدى المرضى ذوي مدة التهوية الأطول.
- أظهر تحليل مرضى COPD بشكل منفصل أنهم احتاجوا إلى مدد تهوية أطول، مع معدلات أعلى لفشل الفطام والحاجة المتكررة لتغيير نمط التهوية واستخدام SIMV وCPAP، دون إدخالهم في نموذج الانحدار اللوجستي بسبب العدد المحدود.
- أظهر نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي أن عدم التحسن خلال أول 72 ساعة، ومدة التهوية الأطول، وارتفاع Driving Pressure، ووجود قصور تنفسي من النمط الثاني كانت عوامل مستقلة مرتبطة بزيادة خطر فشل الفطام عن التهوية الآلية.



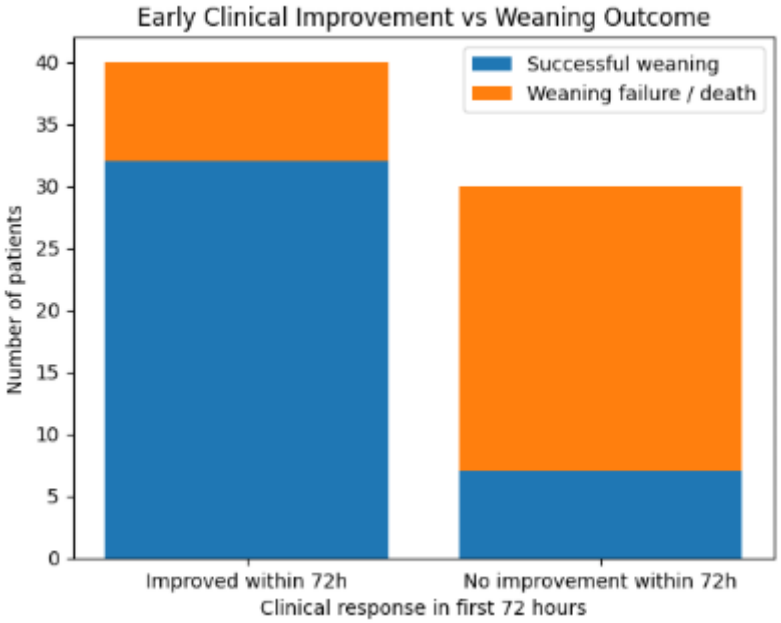
مخطط 2. يقارن نسبة فشل او نجاح الفطام تبعاً لعدد المرضى



مخطط 3. يقارن نسبة نجاح او فشل الفطام تبعاً لمرضى COPD



مخطط 4. يقارن نسبة نجاح او فشل الفطام تبعاً لعدد أيام التهوية



مخطط 5. يقارن نسبة التحسن اول 72 ساعة (الأزرق نجاح / البرتقالي فشل)

المناقشة Discussion:

- تهدف هذه الدراسة إلى تقييم نتائج التهوية الآلية لدى مجموعة غير متجانسة من المرضى في وحدة العناية المشددة، مع التركيز على العوامل المؤثرة في نجاح الفطام، مدة التهوية، والوفيات. أظهرت النتائج أن نوع القصور التنفسي، مدة التهوية، التحسن خلال أول 72 ساعة، وقيم Driving Pressureكانت من أهم العوامل المرتبطة بنتائج المرضى.
- بلغ متوسط مدة التهوية الآلية في دراستنا نحو 10 أيام، وهو رقم يتماشى مع ما ورد في دراسات وحدات العناية المشددة العامة التي تتضمن مرضى بأمراض تنفسية، عصبية، وجراحية (22). لوحظت مدد تهوية أطول لدى مرضى ARDS وCOPD ومتلازمة غيلان باريه، وهو ما يتوافق مع الأدبيات التي تشير إلى أن هذه الحالات تترافق مع صعوبة أكبر في الفطام بسبب اضطراب الميكانيكا التنفسية أو ضعف العضلات التنفسية (23).
- أظهرت دراستنا أن القصور التنفسي من النمط الأول ارتبط بمعدلات فطام أعلى مقارنة بالنمط الثاني، مع دلالة إحصائية معتبرة ($p < 0.05$). يمكن تفسير ذلك بأن مرضى القصور النمط الثاني، ولا سيما مرضى COPD واضطرابات جذع الدماغ، يعانون من احتباس مزمن أو حاد لثاني أكسيد الكربون واضطراب التحكم العصبي بالتنفس، مما يزيد من خطر فشل الفطام (24).

هذه النتائج تتوافق مع ما ذكره Tobin وآخرون حول صعوبة الفطام لدى المرضى ذوي القصور التهووي مقارنة بمرضى نقص الأكسجة المعزول (25).

- بيّن التحليل الإحصائي وجود علاقة عكسية واضحة بين مدة التهوية ونجاح الفطام، حيث ارتبطت المدد الأطول بزيادة معدلات الفشل ($p < 0.01$). تتماشى هذه النتيجة مع دراسات متعددة أوضحت أن إطالة التهوية الآلية تزيد من خطر ضمور عضلات التنفس، والالتهابات المرتبطة بالمنفسة، واضطرابات التزامن بين المريض والمنفسة (26). لذلك، تُبرز هذه النتيجة أهمية تطبيق استراتيجيات فطام مبكر ومنهجي كلما سمحت الحالة السريرية.
- يُعد التحسن السريري خلال أول 72 ساعة من أقوى النتائج في هذه الدراسة، حيث أظهر ارتباطًا شديد القوة بنجاح الفطام ($p < 0.001$). يتوافق ذلك مع دراسات سابقة اعتبرت الاستجابة المبكرة للعلاج والتهوية مؤشرًا هامًا على قابلية الرئة للتجنيد وتحسن التبادل الغازي (27). تشير هذه المعطيات إلى أن غياب التحسن المبكر يجب أن يدفع الفريق الطبي لإعادة تقييم استراتيجية التهوية، البحث عن أسباب قابلة للعكس، أو توقع مسار أطول وأكثر تعقيدًا.
- أظهرت دراستنا أن قيم Driving Pressure المرتفعة ($>15\ cmH_2O$) ارتبطت بزيادة معدلات فشل الفطام والوفيات، خاصة لدى مرضى ARDS. هذه النتيجة تتوافق بقوة مع دراسة Amato وآخرين التي بيّنت أن Driving Pressure هو المتغير الأكثر ارتباطًا بالوفيات في ARDS مقارنة بـ VT أو PEEP بشكل منفصل (28). يدعم ذلك أهمية اعتماد استراتيجيات التهوية الواقية للرئة، مع ضبط VT وPEEP بما يحقق أقل Driving Pressure ممكن دون التأثير السلبي على الأكسجة.
- أظهر تحليل مرضى COPD أنهم احتاجوا إلى مدد تهوية أطول مع معدلات أعلى لفشل الفطام والحاجة المتكررة لتغيير نمط التهوية واستخدام SIMV وCPAP. تتماشى هذه النتائج مع الأدبيات التي تشير إلى أن مرضى COPD يستفيدون من بروتوكولات فطام تدريجية ودعم غير غازي مبكر بعد نزع الأنبوب لتقليل خطر إعادة التنبيب (29). ونظرًا للعدد المحدود، لم يتم إدخال هذه الفئة في نموذج الانحدار اللوجستي، وهو ما يُعد من حدود الدراسة.

- بلغت نسبة الوفيات في دراستنا نحو 13%، وهي نسبة مقبولة مقارنة بدراسات مشابهة في وحدات عناية مشددة عامة تضم مرضى ذوي شدة مرض متفاوتة (30). كما كانت نسبة المضاعفات المرتبطة بالتهوية الآلية منخفضة نسبيًا (≈20%)، ما قد يُعزى إلى تطبيق مبادئ التهوية الواقية والمتابعة الدقيقة لعملية الفطام.
- تتضمن حدود هذه الدراسة طبيعتها الرصدية، وعدم توحيد توقيت قياسات غازات الدم الشريانية، إضافة إلى عدم تجانس العينة من حيث الأعمار والتشخيصات. كما أن العدد المحدود لبعض المجموعات الفرعية حال دون إجراء تحليلات متقدمة أوسع.
- تؤكد نتائج هذه الدراسة أن نجاح الفطام عن التهوية الآلية يتأثر بشكل رئيسي بنوع القصور التنفسي، مدة التهوية، التحسن المبكر خلال أول 72 ساعة، وقيم Driving Pressure. إن الالتزام بالتهوية الواقية والتقييم المبكر والديناميكي لمسار المريض قد يُحسن النتائج السريرية ويُقلل من معدلات فشل الفطام والوفيات.

جدول 20. مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع دراسات خارجية مختارة حول التهوية الآلية والفطام

الدراسة	حجم العينة (n)	الفئة المرضية الرئيسية	مدة التهوية الآلية (متوسط)	نسبة نجاح الفطام	العوامل المرتبطة بفشل الفطام
الدراسة الحالية	70	ARDS، COPD، GBS، قصور تنفسي نمط اوII	9-11أيام	~55%	عدم التحسن خلال 72 ساعة، Driving Pressureمرتفع، قصور نمطII ، مدة تهوية أطول
Esteban et al.	413	مرضى العناية المشددة (متنوعون)	7-10أيام	60-70%	فشلSBT ، $PaCO_2$ مرتفع، ضعف عضلات التنفس
Boles et al.	مراجعة منهجية	مرضىICU	متغير	~60%	تأخر الفطام، COPD، أمراض عصبية
Tobin et al.	180	مرضى فشل فطام	10-14يومًا	50-65%	RSBIمرتفع، إجهاد عضلات التنفس

الدراسة	حجم العينة (n)	الفئة المرضية الرئيسية	مدة التهوية الآلية (متوسط)	نسبة نجاح الفطام	العوامل المرتبطة بفشل الفطام
Slutsky & Ranieri	–	مرضىARDS	10<أيام	55%>	Driving Pressure مرتفع، شدة إصابة رئوية
Thille et al.	300	مرضى بعد نزع الأنبوب	12-8يومًا	~62%	فشلextubation ، ضعف السعال، COPD

الخلاصة Conclusion:

- تُظهر نتائج هذه الدراسة أن التهوية الآلية تبقى تدخّلًا علاجيًا محوريًا في تدبير القصور التنفسي الحاد بمختلف أنواعه، إلا أن نجاح الفطام منها يعتمد على تفاعل معقّد بين طبيعة القصور التنفسي، خصائص المريض السريرية، واستراتيجيات التهوية المطبّقة.
- في عيّنتنا المكوّنة من 70 مريضًا، كان القصور التنفسي النمط الأول هو الأكثر شيوعًا، وقد ارتبط بمعدلات أعلى من نجاح الفطام مقارنة بالقصور النمط الثاني، الذي أظهر معدلات فشل ووفاة أعلى، ولا سيما لدى مرضى COPD والاضطرابات العصبية.
- كما بيّنت الدراسة أن **مدة التهوية الآلية** كانت عاملًا حاسمًا في نتائج الفطام، حيث ارتبطت المدد الأقصر بنجاح الفطام بشكل معنوي، في حين شكّلت المدد الطويلة عامل خطر مستقل لفشل الفطام. ويبرز ذلك أهمية البدء المبكر باستراتيجيات الفطام التدريجي عند تحسّن الحالة السريرية.
- أحد أهم النتائج في هذه الدراسة هو الدور التنبؤي القوي لـ **التحسن السريري خلال أول 72 ساعة** من التهوية الآلية، والذي أظهر ارتباطًا عالي الدلالة الإحصائية بنجاح الفطام، ما يجعله مؤشرًا عمليًا وسهل التطبيق في الممارسة السريرية اليومية لاتخاذ قرارات مبكرة تتعلق بتوقع المسار العلاجي للمريض.
- من جهة أخرى، أظهر **Driving Pressureالمرتفع** ارتباطًا معنويًا بزيادة معدلات فشل الفطام والوفيات، خاصة لدى مرضىARDS ، مما يدعم التوجهات الحديثة التي تشدد على اعتماد استراتيجيات التهوية الوقائية للرئة وتقليل الضغط الميكانيكي الواقع عليها.

- تتوافق نتائج هذه الدراسة إلى حدٍّ كبير مع ما ورد في الأدبيات العالمية، بما في ذلك دراسات Estebanو Thilleو Boles، مما يعزز من موثوقية النتائج ويؤكد قابلية تعميمها، رغم محدودية حجم العينة وطبيعة الدراسة الرصدية.
- في الختام، تؤكد هذه الدراسة أن نجاح الفطام من التهوية الآلية لا يعتمد على عامل واحد، بل هو نتيجة تقييم ديناميكي شامل يشمل التحسن المبكر، نمط القصور التنفسي، مدة التهوية، وضبط معايير التهوية الوقائية. ويوصى بإجراء دراسات مستقبلية متعددة المراكز وبأحجام عينات أكبر لتأكيد هذه النتائج وتطوير نماذج تنبؤية أكثر دقة لدعم القرار السريري في وحدات العناية المركزة.
- كما يجدر التنويه إلى أن جميع المرضى المشمولين في هذه الدراسة قد خضعوا للتهوية الآلية باستخدام أجهزة من شركة **Getinge**، وتحديدًا نماذج **SERVO-C**و **SERVO-I**، وهي أجهزة متقدمة مستخدمة على نطاق واسع في وحدات العناية المركزة. أتاح استخدام هذه الأجهزة توحيد معايير التهوية وتطبيق أنماط تهوية وقائية للرئة، مع إمكانية المراقبة الدقيقة للمعطيات التنفسية المتقدمة مثلDriving Pressure ، الامتثال الرئوي، وحجوم الزفير. وقد ساهم ذلك في تقليل التباين التقني بين المرضى، مما عزز من موثوقية النتائج الإحصائية وسهّل مقارنة مخرجات الدراسة مع الأدبيات العالمية المعتمدة.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. يُوصى باعتماد تقييم ديناميكي يومي لمرضى التهوية الآلية، مع التركيز على مؤشرات التحسن خلال أول 72 ساعة كأداة تنبؤية مبكرة لنجاح الفطام.
2. ضرورة تطبيق استراتيجيات التهوية الوقائية للرئة بشكل صارم، ولا سيما الحفاظ على Driving Pressureضمن الحدود الآمنة، خاصة لدى مرضى.ARDS
3. البدء المبكر ببرامج الفطام التدريجي فور تحسّن الحالة السريرية لتقليل مدة التهوية الآلية والحد من المضاعفات المرتبطة بها.
4. التعامل مع مرضى COPD والاضطرابات العصبية كفئات عالية الخطورة، مع وضع خطط فطام فردية ومراقبة لصيقة لتقليل احتمالات الفشل.

5. تشجيع إجراء دراسات مستقبلية متعددة المراكز وبأحجام عينات أكبر، مع إدراج مؤشرات شدة المرض مثل APACHE II أو SOFA score لتحسين دقة النماذج التنبؤية.
6. تطوير بروتوكولات محلية موحدة للفطام من التهوية الآلية تستند إلى الأدلة العلمية ونتائج الدراسات السريرية، بما يساهم في تحسين النتائج وتقليل معدلات الوفيات في وحدات العناية المركزة.

References المراجع

1. Tobin MJ. Principles and Practice of Mechanical Ventilation. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2018.
2. West JB. Respiratory Physiology: The Essentials. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2021.
3. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. N Engl J Med. 2013;369(22):2126–2136.
4. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. An official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine clinical practice guideline: Mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med. 2018;198(7):896–916.
5. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, Camporota L. COVID-19 pneumonia: Different respiratory treatments for different phenotypes? Intensive Care Med. 2020;46:1099–1102.
6. Carbrey, J., & Jakoi, E. (n.d.). Introductory Human Physiology: Respiratory System NOTES [Lecture notes]. Duke University.
7. Vincent JL, De Backer D. Circulatory shock. N Engl J Med. 2013;369(18):1726–1734.
8. Thompson BT, Chambers RC, Liu KD. Acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2017;377(6):562–572.
9. ARDS Definition Task Force, Ranieri, V. M., Rubenfeld, G. D., Thompson, B. T., Ferguson, N. D., Caldwell, E., Fan, E., Camporota, L., & Slutsky, A. S. (2012). Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition. JAMA, 307(23), 2526–2533.
10. Brochard, L., et al. (2017). "Noninvasive ventilation for acute respiratory failure". European Respiratory Review.
11. The Lancet: "Mechanical ventilation: state of the art and future directions".
12. Hickey, S. M. (2024). Mechanical ventilation In NCBI Bookshelf. National Center for Biotechnology Information .
13. Lazoff, S. A. (2023). Synchronized intermittent mandatory ventilation In NCBI Bookshelf. National Center for Biotechnology Information .
14. LearnPICU. (2025). Mechanical ventilation modes: Pressure control, volume control, and PRVC.

15. Neurally Adjusted Ventilatory Assist (NAVA). (2025). StatPearls. National Center for Biotechnology Information.
16. Application of neurally adjusted ventilatory assist (NAVA): a narrative review. (2025). Journal of Thoracic Disease.
17. NAVA – Neurally Adjusted Ventilatory Assist – Getinge. (2025). Getinge.
18. Nasir, M. et al. (2021). Neurally adjusted ventilatory assist as a weaning mode ... Critical Care.
19. ARDS Clinical Practice Guideline 2021. (2022). Journal of Intensive Care, 10(6).
20. Ventilator Management: Introduction to Ventilator Management. (n.d.). Medscape
21. Sterr, F., Reintke, M., Bauernfeind, L., Senyol, V., Rester, C., Metzing, S., & Palm, R. (2024). Predictors of weaning failure in ventilated intensive care patients: a systematic evidence map. Critical care (London, England), 28(1), 366. https://doi.org/10.1186/s13054-024-05135-3
22. Tobin, M. J. (2018). Principles and Practice of Mechanical Ventilation (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
23. Esteban, A., Frutos-Vivar, F., Muriel, A., Ferguson, N. D., Peñuelas, O., Abraira, V., & Anzueto, A. (2013). Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 188(2), 220–230.
24. Nava, S., & Hill, N. (2009). Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. The Lancet, 374(9685), 250–259.
25. Tobin, M. J., Jubran, A., & Laghi, F. (2012). Patient–ventilator interaction. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 186(6), 548–556.
26. Vassilakopoulos, T., & Petrof, B. J. (2004). Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 169(3), 336–341.
27. Pham, T., Brochard, L. J., & Slutsky, A. S. (2017). Mechanical ventilation: state of the art. Mayo Clinic Proceedings, 92(9), 1382–1400.
28. Amato, M. B. P., Meade, M. O., Slutsky, A. S., Brochard, L., Costa, E. L. V., Schoenfeld, D. A., ... Brower, R. G. (2015). Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. New England Journal of Medicine, 372(8), 747–755.

29. Burns, K. E. A., Meade, M. O., Premji, A., & Adhikari, N. K. J. (2013). Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews, (12), CD004127.
30. Vincent, J. L., Marshall, J. C., Namendys-Silva, S. A., François, B., Martin-Loeches, I., Lipman, J., ... ICON investigators. (2014). Assessment of the worldwide burden of critical illness. The Lancet Respiratory Medicine, 2(5), 380–386.
31. Davidson's Essentials of Medicine. 3rd Edition. Edited by J. Alastair Innes. Published by Elsevier, 2016.

Abstract:

- Mechanical ventilation is a cornerstone of life-support therapy in intensive care units and is widely used in the management of various forms of acute and chronic respiratory failure. Despite its essential role in improving survival, mechanical ventilation is associated with several clinical challenges, including the selection of appropriate ventilatory modes, duration of ventilation, ventilation-related complications, and difficulties encountered during the weaning process.
- This descriptive analytical study was conducted on a cohort of 70 patients admitted to the intensive care unit who required mechanical ventilation for different medical indications. Data were collected regarding demographic characteristics, causes of admission, type of respiratory failure, ventilatory modes, duration of mechanical ventilation, weaning outcomes, and ventilation-related complications. Statistical analysis was performed using appropriate descriptive and analytical methods to identify factors associated with weaning outcomes and overall clinical results.
- Respiratory failure was the primary indication for mechanical ventilation, with type I respiratory failure being the most prevalent. Various ventilatory modes were utilized, with pressure-controlled and lung-protective strategies being the most commonly applied. A satisfactory rate of successful weaning was observed. Prolonged duration of mechanical ventilation and the occurrence of certain complications were associated with lower weaning success rates and increased morbidity.
- The findings of this study highlight the importance of early clinical assessment, appropriate selection of ventilatory modes, and adherence to lung-protective ventilation strategies in improving patient outcomes and enhancing the success of weaning from mechanical ventilation.

- **Significance of the Study**:

This study provides valuable insight into the real-world application of mechanical ventilation in the intensive care unit and analyzes its clinical outcomes and associated complications in a local patient population. It contributes to:

1. Evaluating commonly used ventilatory modes and their relationship to weaning outcomes.
2. Identifying factors associated with successful or failed weaning from mechanical ventilation.
3. Supporting evidence-based clinical practices in mechanical ventilation management.
4. Establishing a local database that can be compared with regional and international studies in the future.

- **Objectives of the Study**:

1. To evaluate the outcomes of mechanical ventilation and the factors influencing weaning success among patients admitted to the intensive care unit.
2. To assess the clinical characteristics of patients receiving mechanical ventilation.
3. To identify the causes of admission and types of respiratory failure.
4. To analyze ventilatory modes and the duration of mechanical ventilation.
5. To evaluate the rate of successful weaning and the factors associated with it.
6. To investigate ventilation-related complications and their impact on clinical outcomes.

Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Syrian Private University
Faculty of Medicine

A Thesis completed to earn a Bachelor's Degree in Medicine
Titled

"Prognostic effect of invasive ventilation modes in acute respiratory failure"

Supervised by:
Prof. Hussam Al-Bardan

Student Preparation:
Mohammed Yehya Sultan **Tala Al Kasem**

Application Year
2025-2026