

International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine 7 (2020) 201–208

HOSTED BY  ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/ijpam>



Mini Review

**“Current concepts in assisted mechanical ventilation in the neonate” - Part 2: Understanding various modes of mechanical ventilation and recommendations for individualized disease-based approach in neonates**

Aravanan Anbu Chakkarapani <sup>a, b</sup>, Roshan Adappa <sup>a</sup>, Sanoj Karayil Mohammad Ali <sup>a</sup>, Samir Gupta <sup>a, c</sup>, Naharmal B. Soni <sup>a</sup>, Louis Chicoine <sup>a</sup>, Helmut D. Hummler <sup>a, b, d, l, \*</sup>

## **“Các khái niệm hiện tại về hỗ trợ thở máy ở trẻ sơ sinh” - Phần 2: Tìm hiểu các phương thức thở máy khác nhau và các khuyến nghị cho cách tiếp cận dựa trên bệnh cá nhân ở trẻ sơ sinh**

Bản dịch của BS. Đặng Thanh Tuấn - Bệnh viện Nhi Đồng 1

### **Tóm tắt**

Thông khí cơ học là một can thiệp cứu sống ở trẻ sơ sinh non tháng và đủ tháng bị bệnh nặng. Tuy nhiên, nó có khả năng gây tổn thương đáng kể cho phổi dẫn đến các biến chứng lâu dài. Hiểu quá trình sinh lý bệnh và nắm bắt tốt các khái niệm cơ bản về thông khí thông thường và tần số cao là điều cần thiết đối với bất kỳ bác sĩ chăm sóc sức khỏe y tế hoặc nhân viên tham gia quản lý hô hấp của trẻ sơ sinh. Tổng quan này nhằm mục đích mô tả các loại và chế độ thông khí khác nhau thường có trong các đơn vị sơ sinh. Nó cũng mô tả các khuyến nghị về cách tiếp cận dựa trên bệnh cá nhân đối với các chiến lược thở máy được thực hiện tại các cơ sở của tác giả.

### **1. Giới thiệu**

Thông khí cơ học nhằm mục đích đạt được sự trao đổi khí đầy đủ. Ngày càng có nhiều bằng chứng

tránh thở máy xâm lấn qua ống nội khí quản bất cứ khi nào khả thi. Các chỉ định đặt nội khí quản và thở máy xâm lấn là suy hô hấp nặng, bằng chứng là suy giảm oxy và thông khí phế nang nghiêm trọng, giảm nỗ lực hô hấp và suy tuần hoàn trong một số trường hợp [1]. Sau khi quyết định thở máy xâm lấn được đưa ra, các bước để giảm thiểu tổn thương phổi do thở máy (VILI, ventilation-induced lung injury) nên được xem xét bằng cách chọn chế độ và phương thức thở phù hợp cũng như cài đặt phù hợp. Việc lựa chọn thông khí thông thường so với thông khí tần số cao được hướng dẫn bởi sinh lý bệnh của bệnh tiềm ẩn và thực hành tại cơ sở. Tùy thuộc vào bệnh hô hấp ở trẻ sơ sinh, độ giãn nở tĩnh và động của phổi, sức cản đường thở, sức căng bề mặt phế nang, công thở và hằng số thời gian có thể rất khác nhau [2]. Bài tổng quan này tập trung thảo luận về các chế độ và phương thức thông khí khác nhau thường được sử dụng trong khoa sơ sinh. Nó cung cấp hướng dẫn dựa trên sinh lý học (bệnh lý) để lựa chọn hỗ trợ thông khí xâm lấn thích hợp trong một

số bệnh lý hô hấp phổ biến ở trẻ sơ sinh. Với mục đích của bài đánh giá này, nhịp thở/bơm phòng được định nghĩa là phần hít vào của chu kỳ hô hấp trong đó nhịp thở là nhịp thở tự nhiên và bơm phòng được định nghĩa là nhịp thở do máy thở tạo ra.

## 2. Thông khí thông thường

Các phương thức thông khí thông thường là nhắm mục tiêu theo áp lực, nhắm mục tiêu theo thể tích và thông khí kết hợp. Trong thông khí kiểm soát áp lực (PC, pressure controlled), máy thở cung cấp một luồng khí cho đến khi áp lực do người vận hành cài đặt được đưa đến em bé. Tương tự, trong thông khí kiểm soát thể tích (VC, volume controlled), máy thở cung cấp thể tích do người vận hành đặt [3,4].

### 2.1. Thông khí mục tiêu áp lực

Thông khí mục tiêu áp lực cho suy hô hấp ở trẻ sơ sinh là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trong nhiều thập kỷ. Khí được kiểm soát để đạt được áp lực cao nhất được thiết lập để vượt qua sức cản của đường thở và nhu mô phổi, và lực đàn hồi để mở phổi và cung cấp thể tích khí (thể tích khí lưu thông). Dạng sóng lưu lượng trong thông khí PC là dạng sóng hình sin. Tuy nhiên, người ta phải theo dõi sự thay đổi độ giãn nở của phổi để tránh thông khí dưới mức hoặc quá mức do xẹp phổi hoặc căng phồng phổi quá mức. Ở trẻ sinh non mắc hội chứng suy hô hấp (RDS, respiratory distress syndrome), việc cải thiện độ giãn nở của phổi sau khi thay thế chất hoạt động bề mặt có thể nhanh chóng mở rộng phổi đã bị xẹp trước đó. Do đó, với mỗi lần bơm phòng, một thể tích khí lưu thông lớn hơn sẽ được cung cấp. Điều này có thể dẫn đến bơm phòng quá mức trừ khi thể tích khí lưu thông được tạo ra được giám sát chặt chẽ và người vận hành giảm áp lực đỉnh đã đặt. Tương tự, nếu độ giãn nở của phổi giảm cùng với sự tiến triển của bệnh, thì áp lực đỉnh được gọi vào có thể không mang lại thể tích khí lưu thông mong muốn và dẫn đến xẹp phổi tiến triển. Cả hai, bơm phòng dưới hoặc quá mức

đều có thể không được phát hiện trừ khi được theo dõi bằng khí máu thông thường hoặc xem xét cẩn thận đồ họa phổi (bao gồm theo dõi thể tích khí lưu thông) trên máy thở hiện đại.

### 2.2. Thông khí mục tiêu thể tích

Những tiến bộ trong công nghệ vi xử lý đã dẫn đến khả năng đo và cung cấp thể tích nhỏ, và do đó thể tích mong muốn có thể được nhắm mục tiêu để thông khí ở trẻ sinh non nhỏ. Có ý kiến cho rằng phạm vi thể tích khí lưu thông ở trẻ sơ sinh trong phổi có kích thước bình thường có thể là 4–6 ml/kg. Thể tích khí lưu thông lớn hơn sẽ làm tăng nguy cơ VILI do căng quá mức, trong khi thể tích khí lưu thông thấp hơn có thể dẫn đến xẹp phổi và VILI do chấn thương xẹp phổi. Trong thông khí mục tiêu thể tích, máy thở sẽ tăng hoặc giảm áp lực tối đa để cung cấp thể tích do người vận hành đặt dựa trên độ giãn nở của phổi và sức cản của đơn vị phổi. Dạng sóng lưu lượng trong thông khí VC là dạng sóng vuông điển hình. Thông khí mục tiêu thể tích hiện là chế độ thông khí xâm lấn ưa thích ở trẻ sơ sinh để hạn chế VILI. Nó đã được chứng minh là làm giảm chứng loạn sản phế quản phổi (BPD, bronchopulmonary dysplasia), xuất huyết não thất nghiêm trọng, thời gian thở máy, tràn khí màng phổi và tỷ lệ tử vong ở trẻ non tháng [5].

### 2.3. Thông khí hỗn hợp

Các chế độ thông khí kết hợp thông thường kết hợp các lợi ích của việc cung cấp thể tích khí lưu thông mong muốn bằng cách sử dụng thông khí giới hạn áp lực. Ưu điểm về nguyên tắc là điều này cho phép khắc phục sự thất thoát thể tích được cung cấp do rò rỉ. Thông khí kết hợp đạt được bằng cách điều chỉnh áp lực từ nhịp thở này sang nhịp thở khác dựa trên thể tích khí lưu thông đã thở ra của các nhịp thở trước đó bằng cách tăng hoặc giảm áp lực đỉnh để cung cấp thể tích đã đặt. VG (đảm bảo thể tích, volume guarantee), TTV (thông khí mục tiêu thể tích khí lưu thông, targeted tidal volume), PRVC (kiểm soát thể tích được điều chỉnh theo áp lực, pressure regulated volume control), VAPS (hỗ trợ áp lực được đảm bảo thể tích, volume assured

pressure support) là các chế độ kết hợp có sẵn trên các máy thở khác nhau và các phương thức này điều chỉnh bằng cách sử dụng các thuật toán phần mềm khác nhau [6,7].

### 3. Những đặc điểm quan trọng cần hiểu trong thở máy

Để hiểu về thông khí cơ học, người ta phải hiểu ba thông số quan trọng kiểm soát các giai đoạn bơm phòng cơ học.

#### 3.1. Kích hoạt và đồng bộ hóa

Kích hoạt kiểm soát việc bắt đầu hít vào trong các chế độ thông khí đồng bộ. Các cảm biến lưu lượng giữa ống nội khí quản và phần chữ Y của bộ dây máy thở có thể phát hiện một chuyển động nhỏ của khí do nhịp thở tự phát của bệnh nhân kích hoạt và có thể được sử dụng để kích hoạt máy thở nhằm tạo ra hỗ trợ bơm phòng. Về bản chất, việc kích hoạt cố gắng đồng bộ hóa thời điểm bắt đầu thở của em bé với thời điểm bắt đầu bơm phòng máy thở, mang lại áp lực hoặc thể tích đặt trước. Đồng bộ hóa là một trong số ít những tiến bộ trong công nghệ thông khí đã được chứng minh trong các nghiên cứu để cải thiện ít nhất là kết quả ngắn hạn [[8], [9], [10]]. Hầu hết các máy thở đều sử dụng tính năng kích hoạt lưu lượng, tức là một lưu lượng âm nhỏ đến phổi do em bé tạo ra sẽ kích hoạt máy thở (một khi lưu lượng âm đạt đến mức kích hoạt đã đặt). Tốt nhất, kích hoạt nên được đặt phù hợp và tối ưu cho các em bé khác nhau có cân nặng khác nhau. Ngưỡng kích hoạt phải cao hơn các yếu tố tạo ra bởi độ ẩm, dịch tiết, v.v. Nếu em bé đang thở với tần số cao, một trong những cơ chế để giải quyết vấn đề này có thể là điều chỉnh độ nhạy của kích hoạt để ngăn tần số bơm phòng được kích hoạt cao. Tuy nhiên, điều này sẽ làm tăng công thở, điều này có thể không mang lại hiệu quả mong muốn. Do đó, trước khi tăng ngưỡng trong cài đặt này, người ta cần loại trừ khả năng tự động kích hoạt do hơi ẩm trong bộ dây ngưng tụ và chuyển động của chúng dẫn đến kích hoạt không phù hợp.

#### 3.2. Giới hạn của bơm phòng

Sau khi van thở vào mở ra sau khi đồng bộ hóa nhịp thở, máy thở sẽ hạn chế việc cung cấp khí dựa trên phương thức thông khí – áp lực hoặc thể tích. Trong thông khí thể tích, lưu lượng khí hít vào được kiểm soát, trong khi đó, trong thông khí áp lực, áp lực đỉnh đã đặt được thay đổi để hạn chế lưu lượng khí dọc theo gradient áp lực. Sau một khoảng thời gian đã đặt, tùy thuộc vào chế độ thông khí, có thể được kiểm soát theo thời gian hoặc lưu lượng, máy thở sẽ mở van thở ra cho phép chu kỳ chuyển sang thở ra.

#### 3.3. Chu kỳ

Chu kỳ kiểm soát sự bắt đầu thở ra. Máy thở có thể được thiết lập để chu kỳ theo thời gian hoặc lưu lượng. Do đó, ở chế độ máy thở theo chu kỳ thời gian, thì việc hít vào kết thúc khi kết thúc thời gian hít vào đặt trước (ví dụ: 0,3 giây), khi quá trình thở ra sẽ bắt đầu. Trong thông khí theo chu kỳ thời gian, có thể có hiện tượng 'ngừng hít vào', tức là em bé đã sẵn sàng thở ra, nhưng van thở ra sẽ chỉ mở sau khi đạt đến thời gian hít vào đã đặt. Để so sánh, một khi lưu lượng khí đã đặt được phân phối trong quá trình chu kỳ lưu lượng, thì lưu lượng hít vào sẽ chậm lại và máy thở kết thúc quá trình hít vào (ví dụ: ở một tỷ lệ phần trăm nhất định của lưu lượng đỉnh).

### 4. Phương thức thông khí

Trong thông khí có mục tiêu hoặc kiểm soát áp lực, áp lực hít vào tối đa (PIP, peak inspiratory pressure) được người vận hành thiết lập. Máy thở cung cấp lưu lượng cần thiết để cung cấp áp lực trong thời gian hít vào đặt trước. Thể tích được cung cấp trong loại thông khí này thay đổi tùy thuộc vào độ giãn nở của phổi/hệ hô hấp nếu thời gian hít vào đủ để đạt được trạng thái cân bằng áp lực giữa bộ dây máy thở và phế nang. Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP, positive end-expiratory pressure) là áp lực không đổi trong suốt quá trình thở ra. Nó giúp giữ cho phổi căng phòng ở dung tích cận chức năng tối ưu.



### **4.1. Chế độ thông khí bắt buộc ngắt quãng đồng bộ (SIMV)**

Ở chế độ SIMV (synchronized intermittent mandatory ventilation), máy thở sẽ cung cấp một số lần bơm phòng bắt buộc đặt trước. Tuy nhiên, nó sẽ đồng bộ hóa các nhịp bơm bắt buộc với nhịp thở tự nhiên của em bé nếu em bé có bất kỳ nỗ lực thở tự nhiên nào trong cửa sổ kích hoạt và nếu nỗ lực đó đủ mạnh để kích hoạt máy thở. Những nỗ lực của bệnh nhân vượt quá tần số máy thở đã đặt chỉ được hỗ trợ với PEEP. Theo định nghĩa, có thể có thể tích khí lưu thông không đồng đều, đặc biệt là trong giai đoạn cấp tính của bệnh phổi và tăng công thở trong thời gian cai máy do sức cản đường thở cao. Việc giảm tần số máy thở đã đặt ở chế độ này sẽ dẫn đến nhiều nhịp thở tự nhiên không được hỗ trợ hơn thông qua sức cản tương đối cao của ống nội khí quản, điều này có thể dẫn đến thất bại trong việc cai máy khi người vận hành đã giảm tần số bơm phòng bắt buộc. Ở chế độ này, người vận hành kiểm soát áp lực (PIP và PEEP), thời gian hít vào (i-time), độ nhạy kích hoạt và tần số bơm phòng cơ học. Thở tự nhiên trong thời gian mở cửa sổ kích hoạt sớm sẽ dẫn đến tần số nhịp thở bắt buộc cao hơn một chút so với khi trẻ bị ngưng thở, dẫn đến một số thay đổi về tần số máy thở bắt buộc tùy thuộc vào nỗ lực/tần số hô hấp của trẻ.

### **4.2. Kiểm soát hỗ trợ (AC) hoặc thông khí áp lực dương ngắt quãng đồng bộ (SIPPV)**

Ở chế độ AC (assist control), máy thở sẽ hỗ trợ cho từng nhịp thở tự nhiên. Thông thường, tần số máy thở bắt buộc được cung cấp để dự phòng, nếu em bé có khả năng hô hấp hạn chế. Chế độ này còn được gọi là “SIPPV” (synchronized intermittent positive pressure ventilation). AC cung cấp khả năng phân phối thể tích khí lưu thông ổn định hơn và giảm công thở so với các chế độ như SIMV, chế độ này chỉ hỗ trợ một tỷ lệ nhịp thở tự nhiên. Ở chế độ này, tất cả nhịp thở được đồng bộ hóa với máy thở trong khi hít vào và dẫn đến bơm phòng cơ học, trừ khi tần số tự phát rất cao và nhịp thở tự phát tiếp theo xảy ra trong khoảng thời gian thở ra bắt buộc

do máy thở đưa ra. Ở chế độ AC, trong giai đoạn cai máy, người ta phải cai PIP vì tần số thường được kiểm soát chủ yếu bởi trẻ sơ sinh. Ở chế độ này, người vận hành kiểm soát áp lực (PIP và PEEP) và thời gian hít vào. Tần số máy thở dự phòng là rất cần thiết ở trẻ cực non có hô hấp không đều để tránh giảm thông khí trong các giai đoạn gắng sức hô hấp/ngừng thở thấp. Tuy nhiên, tần số dự phòng được đặt cao hơn tần số tự phát của trẻ sơ sinh có thể khiến máy thở đảm nhận hỗ trợ hô hấp hoàn toàn bằng cách ức chế trung khu hô hấp tự phát.

### **4.3. Thông khí kiểm soát áp lực theo chu kỳ lưu lượng**

Ở chế độ thông khí này, chu kỳ được kiểm soát bởi lưu lượng hít vào của trẻ sơ sinh chứ không phải thời gian hít vào đặt trước (trừ khi quá trình dự phòng được bắt đầu do nỗ lực hô hấp tự phát thấp). Như đã mô tả trước đây, trong chu kỳ lưu lượng, thì hít vào sẽ kết thúc khi lưu lượng hít vào giảm xuống dưới một tỷ lệ nhất định của lưu lượng hít vào tối đa, tỷ lệ này có thể được điều chỉnh trong nhiều máy thở. Máy thở phát hiện đây là lúc kết thúc hít vào do em bé kiểm soát. Điều đó có nghĩa là trẻ sơ sinh kiểm soát thời gian hít vào và thực tế có thể thay đổi theo từng nhịp thở của trẻ, cũng như thời điểm bắt đầu thở ra có thể thay đổi trong từng chu kỳ hô hấp. Nó được gọi là chu kỳ lưu lượng thở ra và một số máy thở trước đây đã gọi đây là độ nhạy kết thúc. Rò rỉ có thể dẫn đến lưu lượng không khí còn cao trong giai đoạn hít vào đối với trẻ sơ sinh ngay cả sau khi việc hít vào phổi hoàn tất; trong trường hợp này, chu kỳ lưu lượng có thể bị ảnh hưởng và thời gian hít vào sẽ bị giới hạn bởi thời gian hít vào đặt trước do người vận hành chọn.

### **4.4. Thông khí hỗ trợ áp lực (PSV)**

PSV (Pressure support ventilation) là chế độ chu kỳ lưu lượng. Chu kỳ lưu lượng có nghĩa là hít vào kết thúc khi lưu lượng hít vào giảm xuống ngưỡng đặt trước, thường là cài đặt mặc định là 10–15% lưu lượng đỉnh. Ưu điểm chính của chu kỳ lưu lượng là nó loại bỏ tình trạng giữ thì hít vào, được mô tả

trước đây và mang lại sự đồng bộ tối ưu hơn. Như vậy, PSV sẽ tự động điều chỉnh thời gian hít vào phù hợp với kiểu thở của trẻ. Rò rỉ xung quanh ống nội khí quản có thể ảnh hưởng đến chu kỳ lưu lượng, như đã đề cập trước đây. Trong khi thay đổi từ thông khí AC chu kỳ thời gian sang PSV chu kỳ lưu lượng, người ta nên nhớ rằng áp lực đường thở trung bình sẽ giảm do thời gian hít vào ở chế độ PSV được kiểm soát bởi trẻ sơ sinh, thường ngắn hơn. Do đó, nên sử dụng PEEP đầy đủ để duy trì áp lực đường thở trung bình trong quá trình thay đổi này, đặc biệt nếu có bệnh phổi phế nang đáng kể (RDS, Viêm phổi). Tương tự như chế độ AC, PSV thường được sử dụng với tần số máy thở bắt buộc làm biện pháp kiểm soát dự phòng nếu em bé bị ngưng thở và sẽ hỗ trợ từng nhịp thở của em bé được kích hoạt. Do đó, ở chế độ này, bé kiểm soát thời gian hít vào, tần số và người vận hành chỉ đặt hỗ trợ áp lực. Do đó, chế độ này được coi là sinh lý hơn so với SIMV và SIPPV. Một số máy thở cho phép sử dụng PSV để hỗ trợ nhịp thở tự nhiên giữa các lần bơm khí SIMV (thường là lớn hơn). Ứng dụng này giúp loại bỏ SIMV. Với ứng dụng này, PSV với áp lực tương đối thấp dẫn đến hỗ trợ bổ sung cho số lần thở tự nhiên ngày càng tăng, giúp giảm thiểu công thở bằng sức cản gia tăng qua ống nội khí quản khi tần số bơm phòng SIMV giảm trong quá trình cai máy [11]. Nó cũng gợi ý rằng em bé cần phải khá khỏe và có thể có đủ nỗ lực hô hấp. Người ta đặt thời gian hít vào tối đa để cho phép dao động thời gian hít vào cần thiết để hoàn thành lưu lượng yêu cầu hoặc nếu có rò rỉ lớn ngăn chặn quá trình tự động chuyển chu kỳ. Chế độ này rất hữu ích khi bé có trung khu hô hấp đầy đủ. Nếu không, máy thở sẽ mặc định ở tần số hô hấp dự phòng đặt trước với thời gian hít vào tối đa, có thể không bảo vệ phổi. Chế độ này rất tốt trong việc đánh giá khả năng hô hấp của bé trước khi rút nội khí quản với tần số hô hấp dự phòng được đặt ở mức tối thiểu. Nếu em bé bị ngưng thở ở chế độ máy thở này, điều này có nghĩa là trung khu hô hấp không đủ và trẻ sơ sinh có thể chưa sẵn sàng để rút nội khí quản.

## 5. Các loại thông khí kiểm soát thể tích (VC)

Các nghiên cứu tiền lâm sàng cho thấy chấn thương thể tích gây ra nhiều VILI hơn chấn thương khí áp (áp lực cao mà không có thể tích khí lưu thông lớn). Trong thông khí thể tích, máy thở cung cấp thể tích đặt trước, sử dụng áp lực trong thời gian hít vào đã được đặt. Áp lực cần thiết để phân phối thể tích sẽ khác nhau tùy thuộc vào độ giãn nở. Khi độ giãn nở được cải thiện cùng với sự phục hồi của phổi, áp lực cần thiết sẽ giảm xuống và em bé 'tự động cai máy'.

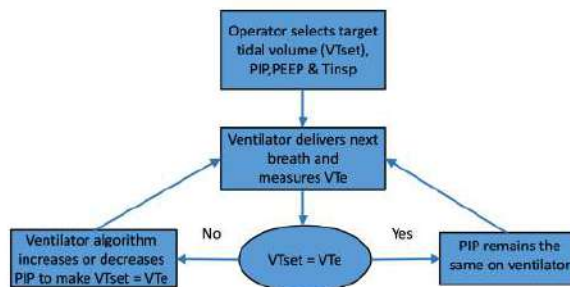
### 5.1. Thông khí kiểm soát thể tích

Trong thông khí kiểm soát thể tích (VC), chu kỳ được kiểm soát bằng cách cung cấp thể tích khí lưu thông đã đặt và áp lực hít vào tăng tùy thuộc vào đặc điểm cơ học của hệ hô hấp. Trong thông khí VC, người ta điều chỉnh thể tích khí được đưa vào đầu gần nhất của bộ dây máy thở, chứ không phải thể tích khí đi vào phổi. Nó bị ảnh hưởng bởi độ giãn nở của ống máy thở, thể tích có thể nén được của bộ dây và máy làm ẩm, và tầm quan trọng của rò rỉ xung quanh ống nội khí quản không có bóng. Trong các máy thở hiện đại, sự mất thể tích này có thể được khắc phục bằng cách sử dụng một cảm biến lưu lượng riêng ở cửa thông khí để theo dõi thể tích khí lưu thông thở ra. Tuy nhiên, rò rỉ xung quanh ống nội khí quản vẫn là một vấn đề ở các máy thở hiện đại cần theo dõi tinh vi, có thể bị ảnh hưởng với lượng rò rỉ cực lớn và đặc biệt là với các rò rỉ thay đổi.

### 5.2. Thông khí mục tiêu thể tích khí lưu thông

Thông khí mục tiêu thể tích khí lưu thông được thiết kế để cung cấp thể tích khí lưu thông mục tiêu bằng cách điều chỉnh áp lực hít vào. Đối với mỗi nhịp thở, thể tích khí lưu thông thở ra được phân phối ( $V_{Te}$ ) được so sánh với thể tích khí lưu thông đã đặt. PIP cho nhịp thở tiếp theo sau đó được điều chỉnh lên hoặc xuống để phù hợp với thể tích khí lưu thông đã đặt. Rò rỉ xung quanh ống nội khí quản

thường nghiêm trọng hơn trong khi hít vào và  $V_{Te}$  đo được thường chính xác. Nếu rò rỉ lớn và xuất hiện trong khi thở ra (ở mức PEEP), thì không khí thở ra có thể bị thất thoát qua chỗ rò rỉ và  $V_{Te}$  có thể đánh giá thấp thể tích khí lưu thông chính xác, nhưng sẽ vẫn điều chỉnh áp lực cực đại cho chu kỳ tiếp theo dựa trên thể tích khí lưu thông đo được trong suốt quá trình thở ra. chu kỳ máy thở trước đó (Hình 1). Máy thở hiện đại có các tính năng bù rò rỉ, ít nhất là đối với rò rỉ đường hô hấp. Là một cơ chế an toàn bổ sung, việc hít vào sẽ bị chấm dứt nếu thể tích khí lưu thông được hít vào vượt quá 130% thể tích khí lưu thông đã đặt (dành riêng cho máy thở).



**Hình 1.** Thuật toán thông khí mục tiêu thể tích khí lưu thông. PIP = áp lực hít vào cực đại, PEEP = áp lực dương cuối thì thở ra,  $V_{Te}$  = thể tích khí lưu thông thở ra,  $V_{Tset}$  = thể tích khí lưu thông mục tiêu.

## 6. Chế độ thông khí kết hợp

Các chế độ kết hợp cố gắng kết hợp các ưu điểm của các chế độ khác nhau để làm cho quá trình thông khí trở nên sinh lý hơn và nhẹ nhàng hơn trên phổi [12].

### 6.1. SIMV/SIPPV + VG

Đây là một chế độ thông khí kết hợp trong đó người ta có thể kết hợp thông khí mục tiêu thể tích với chu kỳ thời gian, một hình thức thông khí được kiểm soát áp lực. Ở chế độ SIMV + VG, số nhịp thở đã đặt sẽ được cung cấp với thể tích khí lưu thông được nhắm mục tiêu bằng cách điều chỉnh PIP dựa trên thể tích khí lưu thông thở ra trước đó. Như đã đề cập trước đó, ở chế độ SIPPV + VG, mỗi nhịp thở tự nhiên do em bé kích hoạt đều được hỗ trợ để

cung cấp thể tích khí lưu thông mục tiêu, trong khi đó, ở chế độ SIMV + VG, đây chỉ là trường hợp đối với số lần bơm cơ học đặt trước (tần số SIMV). Việc cai PIP thường tự động xảy ra khi chức năng hô hấp được cải thiện và có đủ trung khu hô hấp. PIP tối đa ngày càng trở nên nhỏ hơn và có thể không tăng đáng kể trên mức PEEP, cho thấy em bé ngày càng phải thực hiện nhiều công thở hơn.

### 6.2. PSV + VG

Ở chế độ này, VG kết hợp thông khí hỗ trợ áp lực theo chu kỳ lưu lượng để hỗ trợ mọi tình trạng bơm phòng máy thở do nhịp thở của em bé kích hoạt. Ưu điểm là em bé nhận được thể tích khí lưu thông mục tiêu với sự hỗ trợ áp lực cần thiết nhưng có thể điều chỉnh thời gian và tần số hít vào của chính mình. Nó có nhiều quyền tự do hơn để tăng hoặc giảm thông khí phút khi đang ở chế độ thông khí tuần hoàn. Điều quan trọng là không giữ tần số dự phòng cao và giảm tần số giảm xuống mức tối thiểu trước khi rút nội khí quản để đánh giá mức độ đầy đủ của trung khu hô hấp. Tự động cai PIP tương tự như trong SIPPV + VG.

### 6.3. SIMV + PS

Chế độ này kết hợp thông khí theo chu kỳ thời gian (SIMV) với thông khí theo chu kỳ lưu lượng (PS). Các nhịp thở SIMV là để đảm bảo các nhịp thở được thiết lập trong đó áp lực đủ (PIP) được cung cấp trong thời gian hít vào đã chọn, điều này có thể giúp duy trì tình trạng xẹp phổi tái phát. Đồng thời, nhịp thở tự nhiên được hỗ trợ bằng cách sử dụng PS, giúp bù đắp một phần sức cản và độ đàn hồi của đường thở, đồng thời cho phép em bé thở theo cách 'sinh lý' hơn là thở qua "ống hút" có sức cản đường thở cao (ống nội khí quản). Mức PS có thể được điều chỉnh để cho phép hỗ trợ đầy đủ (gần như) phù hợp với nhịp thở SIMV hoặc hỗ trợ tối thiểu vừa vượt qua lực cản của ống ET. Một số chuyên gia trong lĩnh vực này sử dụng phương pháp này để cai máy cho trẻ VLBWI. Điều này có thể làm tăng thông khí phút, giảm thở nhanh và hỗ trợ thể tích khí lưu thông của nhịp thở tự nhiên, thúc đẩy cai máy và giảm thời gian thở máy như đề xuất

trong một thử nghiệm ngẫu nhiên.[11] Trong thời gian cai máy, người ta phải giảm tần số SIMV và hỗ trợ áp lực mức độ. Trong chế độ SIMV + PS, thành phần PS không có bất kỳ tần số máy thở bắt buộc nào làm kiểm soát dự phòng nếu em bé ngưng thở. Tần số SIMV cần được đặt để cung cấp dự phòng đầy đủ.

## 7. Thông khí tần số cao (HFV)

Thông khí tần số cao (High-frequency ventilation) là một hình thức thông khí không có khí lưu thông, sử dụng thể tích khí lưu thông nhỏ (thấp hơn khoảng chết giải phẫu) và tần số máy thở rất nhanh. Các lợi ích được công bố của thông khí tần số cao so với các chế độ thông khí cơ học thông thường là sử dụng áp lực đường thở đỉnh thấp hơn, khả năng xử trí oxygen hóa và thông khí một cách đầy đủ và độc lập trong khi sử dụng thể tích khí lưu thông thấp và bảo tồn cấu trúc phổi ngay cả khi sử dụng áp lực đường thở trung bình cao [13,14]. Hơn nữa, HFV thường là một cách cực kỳ hiệu quả để loại bỏ CO<sub>2</sub> do giai đoạn thở ra chủ động trong một số loại máy thở. Các cơ chế vận chuyển khí sơ cấp trong HFV bao gồm dòng khí đối lưu, đối lưu và khuếch tán, dòng khuếch tán, lưu lượng ngược, lưu lượng tăng với sự phân tán Taylor, lưu lượng rối, hỗn hợp do tim và thông khí phụ quanh phế nang.

Các biến do người vận hành đặt cho HFV là tần số (Hz), Áp lực đường thở trung bình (MAP, Mean Airway Pressure), biên độ, thời gian hít vào (tính theo phần trăm của chu kỳ hô hấp) và FiO<sub>2</sub>.

Khuyến nghị tăng MAP trên HFV thêm 1–3 cm H<sub>2</sub>O trên áp lực đường thở trung bình cần thiết trong quá trình thở máy thông thường khi chuyển trẻ sơ sinh mắc bệnh phổi nặng sang HFV. Các điều chỉnh tiếp theo được thực hiện dựa trên nhu cầu oxy và tối ưu hóa độ giãn nở của phổi dựa trên vị trí cơ hoành trên phim chụp X-quang ngực đến khoảng 8–9 xương sườn phía sau. Sự căng quá mức của phổi có thể ảnh hưởng đến huyết động học, và siêu âm tim chức năng có thể hữu ích trong các trường hợp đánh giá huyết động học. Biên độ ban đầu được

chuẩn độ để đạt được mức độ 'rung' thích hợp ở ngực và duy trì nồng độ CO<sub>2</sub> trong phạm vi mong muốn dựa trên các phép đo khí máu và qua da. Đặt tần số thích hợp dựa trên quá trình bệnh tiềm ẩn là một bước quan trọng khác trong HFV (Bảng 1) [15].

Có ba loại chế độ thông khí tần số cao hiện đang được sử dụng trong NICU.

### 7.1. Thông khí dao động tần số cao (HFOV, High-frequency oscillation ventilation)

Nó được tạo ra bởi một thiết bị di chuyển không khí qua lại ở cửa thông khí và cung cấp một lượng lưu lượng lớn hạn chế. Cả hít vào và thở ra đều chủ động. Một tổng quan Cochrane bao gồm các thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng so sánh HFOV và CV ở trẻ sinh non hoặc nhẹ cân bị rối loạn chức năng phổi, chủ yếu là do RDS, những trẻ cần thông khí hỗ trợ cho thấy không có bằng chứng về ảnh hưởng đến tỷ lệ tử vong ở 28–30 ngày hoặc ở độ tuổi tương đương đủ tháng. Tuy nhiên, có thể giảm một chút tỷ lệ CLD khi sử dụng HFOV, nhưng bằng chứng bị suy yếu do tác dụng này không nhất quán giữa các thử nghiệm và ý nghĩa tổng thể của ranh giới [16,17].

### 7.2. Thông khí phản lực tần số cao (HFJV, High-frequency jet ventilation)

Nó được tạo ra bởi các máy thở cung cấp một luồng khí tần số cao trực tiếp vào đường thở và thở ra thụ động. Vào năm 2016, một đánh giá của Cochrane không tìm thấy bằng chứng nào chứng minh tính ưu việt của HFJV hoặc HFOV như một liệu pháp tự chọn hoặc cứu hộ [18].

### 7.3. Ngắt dòng tần số cao (HFFI, High-frequency flow interruption)

Nó tạo ra xung khí tươi và cũng sử dụng thở ra thụ động. Sau khi Infant Star bị rút khỏi thị trường, hiện tại không có máy thở dành cho trẻ sơ sinh nào có khả năng cung cấp HFFI.



**Bảng 1.** Điều chỉnh thông số HFOV.

	Condition			
	Poor oxygenation	Over oxygenation	Under ventilation	Over ventilation
1st choice	↑↑ FiO <sub>2</sub>	↓↓ FiO <sub>2</sub>	↑↑ Amplitude	↓↓ Amplitude
2nd choice	↑↑ MAP (1–2 cmH <sub>2</sub> O) if CXR shows high diaphragm position	↓↓ MAP (1–2 cmH <sub>2</sub> O) if CXR shows low diaphragm position	↓↓ Frequency (1–2 Hz) if Amplitude maximal, or if Air Leak present	↑↑ Frequency (1–2 Hz) if Amplitude minimal

#### 7.4. Tần số cao với thông khí đảm bảo thể tích

Đảm bảo thể tích trong chế độ HFV khác với VG trong CMV. Máy thở Dräger Babylog VN500 cung cấp chế độ HFOV được đảm bảo về thể tích (HFOV-VG) khi có thể đặt thể tích khí lưu thông tần số cao (VT<sub>hf</sub>) được cung cấp. Thể tích khí lưu thông tần số cao nhỏ hơn nhiều (1–3 ml/kg), tức là với thể tích khí lưu thông thường nhỏ hơn khoảng chét. Chế độ HFO + VG có thể được sử dụng để duy trì thể tích khí lưu thông ổn định trong HFV bằng cách khớp biên độ cần thiết với những thay đổi về độ giãn nở của phổi. Belteki G và cộng sự đã báo cáo rằng trong HFOV-VG, thể tích dao động khí lưu thông thay đổi trong thời gian ngắn nhưng được duy trì rất gần với mục tiêu trong thời gian dài hơn [19]. Nó có thể mang lại lợi ích cho việc nhắm mục tiêu khí máu, nhưng chế độ thông khí này hiện đang được nghiên cứu. Người vận hành cần lưu ý về tác động của việc thay đổi tần số trong chế độ thông khí này (HFOV+VG) vì các tác động ngược lại với thông khí HFOV thuần túy. Trong thông khí HFOV thuần túy tần số giảm sẽ loại bỏ nhiều CO<sub>2</sub> hơn và ngược lại khi các hiệu ứng ngược lại khi VG được thêm vào HFOV.

### 8. Hỗ trợ thông khí điều chỉnh theo thần kinh (NAVA)

NAVA (Neurally adjusted ventilatory assist) liên quan đến việc sử dụng tín hiệu điện từ cơ hoành của em bé để đồng bộ hóa quá trình bơm phồng bắt buộc có sự hỗ trợ của máy thở với nhịp thở tự nhiên. Áp lực máy thở được cung cấp tỷ lệ thuận với nỗ lực hô hấp của em bé trong từng thời điểm của mỗi nhịp thở tự nhiên. Do đó, áp lực máy thở thực sự

được “điều chỉnh” theo nhu cầu của từng cá nhân trong chu kỳ hô hấp.

NAVA đã được chứng minh là hỗ trợ hô hấp trong các nghiên cứu lâm sàng xem xét các biến số ngắn hạn [20,21]. NAVA có thể đặc biệt hữu ích cho thông khí không xâm lấn vì nó sử dụng kỹ thuật cảm biến độc lập với lưu lượng khí. Do cách tiếp cận áp lực máy thở “điều chỉnh” theo luồng khí tự nhiên, em bé cần ít áp lực hơn từ máy thở, điều này có thể gây ít tổn thương cho phổi hơn, thể tích khí lưu thông tốt hơn và ít cần dùng thuốc an thần hơn. Một đánh giá của Cochrane năm 2017 đã báo cáo không có sự khác biệt đáng kể về kết quả quan tâm giữa NAVA và thông khí giới hạn áp lực theo chu kỳ thời gian được kích hoạt của bệnh nhân trong hỗ trợ hô hấp cho trẻ sơ sinh [22]. Nhiều nghiên cứu có kiểm soát hơn được đảm bảo trước khi kỹ thuật này có thể được áp dụng trong thực hành lâm sàng thông thường.

### 9. Gợi ý hướng dẫn tiếp cận ban đầu thở máy theo tình trạng phổi và chế độ thở

Các tình trạng phổi phổ biến nhất có biểu hiện suy hô hấp được thảo luận dưới đây với các loại chế độ thông khí hỗ trợ và cài đặt thông khí khác nhau [[23], [24], [25], [26], [27], [28]].

#### 9.1. Hội chứng suy hô hấp (RDS)

Chất hoạt động bề mặt và hỗ trợ hô hấp (nếu cần) là những thành phần chính của điều trị RDS. Nên bắt đầu với PC-AC/SIPPV + VG vì người ta không chắc chắn về mức độ nghiêm trọng ban đầu của bệnh và khi bệnh lý được cải thiện, hãy giảm dần



PSV + VG hoặc SIMV + PS + VG (sở thích cá nhân).

### 9.1.1. Cơ sở sinh lý bệnh học của các khuyến nghị trong RDS

Phổi RDS có độ giãn nở thấp và sức cản thấp và do đó hằng số thời gian ngắn. Độ giãn nở thấp cần một thể tích không khí/oxy thích hợp để mở phổi (thường được thúc đẩy bởi lưu lượng và áp lực với thời gian hít vào thích hợp. Sức cản thấp và hằng định trong thời gian ngắn dẫn đến việc làm trống phổi nhanh chóng và xẹp phổi khi thở ra. Điều này được kiểm soát bằng cách đối kháng chủ động với PEEP thích hợp. Do hằng số thời gian ngắn, tần số máy thở cao hơn có thể được sử dụng, điều này có thể giúp ngăn ngừa xẹp phổi trong giai đoạn thở ra và hạn chế PIP.

### 9.1.2. Thông khí cơ học thông thường (CMV)

Chúng tôi sử dụng thông khí mục tiêu thể tích với chế độ thông khí AC hoặc SIMV + PS hoặc PSV trong CMV. Cài đặt CMV được đề xuất như sau;

- Thể tích khí lưu thông mục tiêu ( $V_T$ ) 4–6 ml/kg
- Tần số dự phòng từ 30 đến 60 lần bơm phòng mỗi phút
- Thời gian hít vào ( $T_i$ ) là 0,30–0,35 giây
- Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) là 5–8 cm H<sub>2</sub>O
- Hỗ trợ áp lực (PS) để đạt được 50–75%  $V_T$  đã đặt trong SIMV/các nhịp thở dự phòng

### 9.1.3. Thông khí tần số cao

Cài đặt HFOV được đề xuất như sau:

- Áp lực đường thở trung bình từ 10 đến 16 cm H<sub>2</sub>O, thường cao hơn 1–2 cm H<sub>2</sub>O so với cài đặt CMV trước đó khi chuyển đổi. Các điều chỉnh tiếp theo được thực hiện dựa trên nhu cầu oxygen hóa và tối ưu hóa độ giãn nở của phổi dựa trên vị trí cơ hoành trên CXR đến khoảng 8-9 xương sườn phía sau.

- Biên độ – gần gấp đôi áp lực đường thở trung bình – điều chỉnh để rung ngực/bụng và nhắm đến khí máu sớm.

- Tần số 8–15 Hz (mức thấp hơn dành cho trẻ sơ sinh trưởng thành, mức cao hơn dành cho trẻ sinh non; hầu hết các báo cáo lâm sàng sử dụng tần số 10 Hz). Đặc biệt là trong ELBWI và các giá trị PCO<sub>2</sub> ở phía thấp trong khi đã ở biên độ thấp, kiểm soát thể tích khí lưu thông và do đó PCO<sub>2</sub> có thể được cải thiện bằng cách tăng tần số lên dải cao hơn.

Cài đặt HFJV được đề xuất như sau;

- Tần số giữa 360 và 420 bpm (nhịp thở mỗi phút)
- PEEP khi cần thiết để tối ưu hóa thông khí phổi (thường là 7–10 cmH<sub>2</sub>O)
- Tần số dự phòng tối thiểu hoặc không có

## 9.2. Hội chứng hít phân su (MAS)

Chúng tôi sẽ xem xét liệu pháp chất hoạt động bề mặt và oxit nitric dạng hít dựa trên đánh giá bổ sung và khi cần thiết để duy trì/cải thiện quá trình trao đổi khí. Chúng tôi khuyên bạn nên bắt đầu với PC-AC/SIPPV + VG ngay từ đầu và giảm dần PSV + VG hoặc SIMV + PS + VG khi bệnh lý được cải thiện (sở thích cá nhân). Chi tiết xem bên dưới.

### 9.2.1. Cơ sở sinh lý bệnh học của các khuyến nghị trong MAS

Sinh lý bệnh của MAS phụ thuộc vào sự phân bố của phân su trong phổi. Trong trường hợp bệnh phổi phế nang đồng nhất, bệnh phổi hạn chế chiếm ưu thế. Trong các trường hợp chủ yếu gây viêm và tắc nghẽn đường thở, có thể có các vùng xẹp phổi bên cạnh các vùng bị căng phồng quá mức. Ở những khu vực được bơm căng quá mức này, thường có độ giãn nở từ thấp đến bình thường và sức cản cao dẫn đến hằng số thời gian dài hơn. Do đó, PEEP đầy đủ mà không bị căng quá mức, tần số hô hấp thấp hơn cho phép có thời gian thở ra là những chiến lược thường được khuyến nghị. Hỗ trợ áp lực cho các nhịp thở tự nhiên khi các nhịp thở

bắt buộc của máy thở được giữ ở mức thấp để đảm bảo rằng em bé không thở quá nhiều và bị kiệt sức. Trong trường hợp suy hô hấp nặng, HFOV có thể hữu ích, đặc biệt nếu có bệnh phổi hạn chế hơn là bệnh phổi tắc nghẽn.

### 9.2.2. Thông khí cơ học thông thường

Chúng ta có thể sử dụng thông khí mục tiêu thể tích với chế độ thông khí AC hoặc SIMV + PS hoặc PSV trong CMV.

Cài đặt CMV được đề xuất như sau;

- Thể tích khí lưu thông mục tiêu ( $V_T$ ) 5–6 ml/kg
- Tần số dự phòng giữa ít hơn 30 mỗi phút
- Thời gian hít vào ( $T_i$ ) là 0,35–0,5 giây (đủ để cung cấp thể tích khí lưu thông)
- Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) là 4–7 cm H<sub>2</sub>O dựa trên bơm phồng phổi
- Hỗ trợ áp lực (PS) để đạt được 50–75%  $V_T$  đã đặt
- Tần số máy thở: quan sát luồng không khí thở ra để tránh bẫy khí

### 9.2.3. Thông khí tần số cao

Cài đặt HFOV được đề xuất như sau;

- Tần số từ 6 đến 9 Hz
- Áp lực đường thở trung bình khi cần thiết nhằm mục đích bơm phồng phổi đầy đủ như được đánh giá dựa trên nhu cầu oxygen hóa và độ giãn nở của phổi dựa trên vị trí cơ hoành trên CXR đến khoảng 8-9 xương sườn phía sau.
- Biên độ rung ngực/bụng cần thiết và điều chỉnh dựa trên PCO<sub>2</sub>

Cài đặt HFJV được đề xuất như sau;

- Tần số từ 240 đến 360 nhịp thở/phút
- Tăng  $T_i$  khi cần thiết
- PEEP khi cần thiết để tối ưu hóa thông khí phổi và tần số dự phòng tối thiểu hoặc không có

## 9.3. Thiếu sản phổi và thoát vị hoành bẩm sinh (CDH)

### 9.3.1. Cơ sở sinh lý bệnh của các khuyến cáo trong CDH

Mối quan tâm chính là giảm sản phổi và khái niệm hiện tại về giảm thiểu tổn thương phổi đối với phổi đang hoạt động từ các chiến lược máy thở tích cực quá mức để đạt được oxygen hóa. Nguyên tắc hướng dẫn là thông khí với PEEP đầy đủ và PIP thấp nhất có thể (nghĩa là thể tích khí lưu thông nhỏ hơn bình thường) để đạt được oxygen hóa.

### 9.3.2. Thông khí cơ học thông thường

Chúng ta có thể sử dụng chế độ thông khí PC-AC trong CMV.

Cài đặt CMV được đề xuất như sau;

- Áp lực hít vào đỉnh (PIP) dưới 25 cm H<sub>2</sub>O
- Tần số dự phòng từ 40 đến 60 mỗi phút
- Thời gian hít vào ( $T_i$ ) là 0,25–0,40 giây
- Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) là 3–5 cm H<sub>2</sub>O dựa trên độ bơm phồng phổi (X-quang ngực)

### 9.3.3. Thông khí tần số cao

Cài đặt HFOV được đề xuất như sau:

- Tần số thường được đặt ở 10 Hz
- Áp lực đường thở trung bình từ 10 đến 13 cm H<sub>2</sub>O được điều chỉnh ban đầu dựa trên vị trí cơ hoành trên CXR.
- Biên độ – gấp đôi áp lực đường thở trung bình – điều chỉnh để rung ngực/bụng

Cài đặt HFJV được đề xuất như sau:

- Tần số giữa 360 và 420 nhịp thở/phút
- PEEP 5–8 cm H<sub>2</sub>O khi cần thiết để tối ưu hóa thông khí phổi
- Tần số dự phòng tối thiểu hoặc không có

#### **9.4. Loạn sản phế quản phổi (BPD) hoặc bệnh phổi mãn tính (CLD)**

Trong bệnh phổi mãn tính đã xác định, cai SIMV + PS có hoặc không có VG. Đối với đợt cấp ngắt quãng, người ta có thể quay lại AC hoặc AC + VG. Vì độ giãn nở của phổi thường không giảm và các đường dẫn khí lớn giãn ra khi thông khí lâu dài, nên có thể cần thể tích khí lưu thông lớn hơn (8–12 ml/kg) để vượt qua khoảng chết.

##### **9.4.1. Cơ sở sinh lý bệnh học của các khuyến cáo trong BPD/CLD**

Phổi CLD có (gần như) độ giãn nở bình thường và sức cản cao dẫn đến hằng số thời gian dài. Phổi có độ đàn hồi cao thường được quản lý tốt hơn với thể tích khí lưu thông lớn hơn. Tần số máy thở thấp hơn có thể giúp tránh bẫy khí. Co thắt phế quản và/hoặc bài tiết quá nhiều dẫn đến sức cản thở ra cao và hằng số thời gian dài. Để cho phép thở ra hoàn toàn, tần số thấp và thời gian thở ra dài hơn là cần thiết. Nhịp thở tự phát có thể được hỗ trợ thêm để giảm công thở và giảm tiêu hao năng lượng. Nhiễm trùng đường hô hấp (tức là RSV) có thể gây viêm phổi nặng hoặc hình ảnh giống ARDS với bệnh phổi hạn chế hơn với hằng số thời gian ngắn, có thể đáp ứng với tần số máy thở hoặc HFOV cao hơn.

##### **9.4.2. Thông khí cơ học thông thường**

Chúng ta có thể sử dụng thông khí mục tiêu thể tích với chế độ thông khí AC hoặc SIMV + PS hoặc PSV trong CMV.

Cài đặt CMV được đề xuất như sau;

- Thể tích khí lưu thông mục tiêu ( $V_T$ ) 6–12 ml/kg do tăng khoảng chết
- Tần số dự phòng từ 20 đến 30 mỗi phút – chậm hơn để cho phép làm rỗng phổi đầy đủ
- Thời gian hít vào ( $T_i$ ) là 0,50–0,70 giây để phù hợp với hằng số thời gian thường dài hơn thông thường (để cung cấp thể tích khí lưu thông mong muốn và vượt qua sức cản đường thở).

- Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) là 8–12 cm H<sub>2</sub>O để đặt stent mở đường thở (đặc biệt hữu ích trong trường hợp bệnh khí quản/nhuễn phế quản).

#### **9.5. Khí phế thũng mô kẽ phổi (PIE)**

##### **9.5.1. Cơ sở sinh lý bệnh của khuyến nghị trong PIE**

PIE thường thấy ở trẻ non tháng thở máy, thứ phát do các tiêu phế quản cuối có xu hướng giãn ra và vỡ khi đối mặt với xẹp phổi ở hạ lưu, đặc biệt là trong bệnh phổi phế nang không đồng nhất. Hơn nữa, trẻ sinh non có nhiều khoảng kẽ hơn để chứa không khí ngoài phế nang. Thông thường, các vùng phổi căng quá mức (với hằng số thời gian dài hơn) có xu hướng bị vỡ. Các nguyên tắc điều trị ngăn không cho khí rò rỉ thêm vào các vỏ mô liên kết và tạo điều kiện thuận lợi cho việc tái hấp thu khí từ các vùng khí phế thũng trong khi vẫn duy trì sự mở rộng thích hợp của các vùng khí ở đầu xa và thông khí.

##### **9.5.2. Thông khí cơ học thông thường**

- Giảm thiểu chấn thương đường thở bằng cách sử dụng thời gian hít vào ngắn, áp lực bơm phòng thấp và thể tích khí lưu thông nhỏ. Việc hạn chế  $T_i$  có thể dẫn đến việc chuyển hướng không khí ra khỏi vùng phổi căng quá mức (với hằng số thời gian dài) sang các khu vực khác có hằng số thời gian ngắn (thông khí đồng nhất hơn).
- Thời gian thở ra càng dài càng tốt để cho phép tái hấp thu khí kẽ.
- Định vị bên với phổi bị bệnh được chăm sóc ở vị trí phụ thuộc hoặc đặt nội khí quản phế quản gốc chọn lọc trong bệnh chủ yếu là một bên.

##### **9.5.3. Thông khí tần số cao**

HFV được sử dụng rộng rãi trong điều trị PIE. Nó mang lại lợi thế là đạt được sự trao đổi khí đầy đủ ở áp lực đường thở trung bình thấp hơn so với thông khí thông thường, hạn chế tổn thương đường thở nhỏ phía xa. Chiến lược được sử dụng trong PIE thường là thể tích phổi thấp hơn là chiến lược thể tích phổi cao (RDS).

a. Thông khí phản lực tần số cao (HFJV)

- Thích hợp lý tưởng cho việc tái hấp thu khí bị mắc kẹt trong các vùng khí phế thũng với các xung phản lực ngắn và giai đoạn thở ra kéo dài.
- Việc thiếu sự sẵn có rộng rãi và sự quen thuộc với phương thức chuyên biệt này ở nhiều tổ chức đã hạn chế việc sử dụng nó.

b. Cài đặt & chiến lược HFOV

- Tần số 12–15 Hz để ngăn ngừa PIE hoặc những thay đổi nhẹ sớm để giảm thiểu lực cắt trên biểu mô của khoảng khí xa.
- Tần số 5–6 Hz trong PIE đã được thiết lập với tình trạng oxygen hóa kém và tăng cacbonic [28].
- Điều quan trọng là giảm biên độ một cách thích hợp để tránh tiếp xúc với thể tích khí lưu thông cao ở đường thở xa và thải khí carbon dioxide khi chuyển sang chiến lược tần số thấp cho PIE đã thiết lập.
- Giảm cơ (giúp ngăn nhịp thở tự phát lớn hơn) và giảm dần áp lực đường thở trung bình trong 24–48

giờ, tiếp theo là huy động nhẹ nhàng khi khí kẽ đã biến mất.

## 10. Kết luận

Hiểu rõ về các loại chế độ thở máy hỗ trợ khác nhau với sinh lý bệnh cơ bản của tình trạng phổi sẽ cung cấp hỗ trợ hô hấp tối ưu ở trẻ sơ sinh bị bệnh nặng. Có bằng chứng hạn chế để hỗ trợ tích cực một chế độ hoặc cách tiếp cận khác đối với nhiều tình trạng phổi ở trẻ sơ sinh. Do đó, cách tiếp cận dựa trên sinh lý học có vẻ hợp lý trong thực hành lâm sàng. Điều cần thiết là phải nhận ra rằng hầu hết trẻ sơ sinh bị suy hô hấp đang ở các giai đoạn phát triển phổi khác nhau và có thể dễ bị tổn thương phổi do thở máy hơn. Mỗi NICU nên phát triển các hướng dẫn địa phương dựa trên sự đồng thuận và dựa trên bằng chứng tốt nhất để hạn chế sự thay đổi của các phương pháp tiếp cận thường được lựa chọn bởi từng bác sĩ lâm sàng và do đó để tạo điều kiện quản lý máy thở an toàn và hiệu quả cho trẻ sơ sinh bị bệnh cần thở máy xâm lấn.