

HƯỚNG DẪN KIỂM TRA TÍNH NĂNG KỸ THUẬT MÁY THỞ, MÁY GÂY MÊ KÈM THỞ BẰNG THIẾT BỊ PHÂN TÍCH KHÍ FLUKE BIOMEDICAL VT650, VT900A + VAPOR PHẦN I: Kiểm tra các chức năng thở

ThS. Phạm Hoàng Tùng

Kỹ sư Nghiên cứu và Ứng dụng sản phẩm – Công ty TNHH MTC

Máy thở là một thiết bị hỗ trợ sự sống tinh xảo. Việc vận hành máy thở luôn luôn đi kèm việc theo dõi hoạt động của máy để kịp thời phát hiện các hỏng hóc cũng như đánh giá hiệu quả của quá trình thở máy.

Khi theo dõi máy thở, các bác sỹ lâm sàng phải kiểm tra các thông số đã được đặt, bao gồm:

(1) thông số về thở máy: mode thở, Vt, tần số thở, thời gian thở vào, I:E, peak flow, FiO2, PEEP,...;

(2) thông số về báo động: PIP, Pmin, low Vte, low MV, tần số cao, low PEEP,...;

và **(3) các thông số về cơ học phổi.**

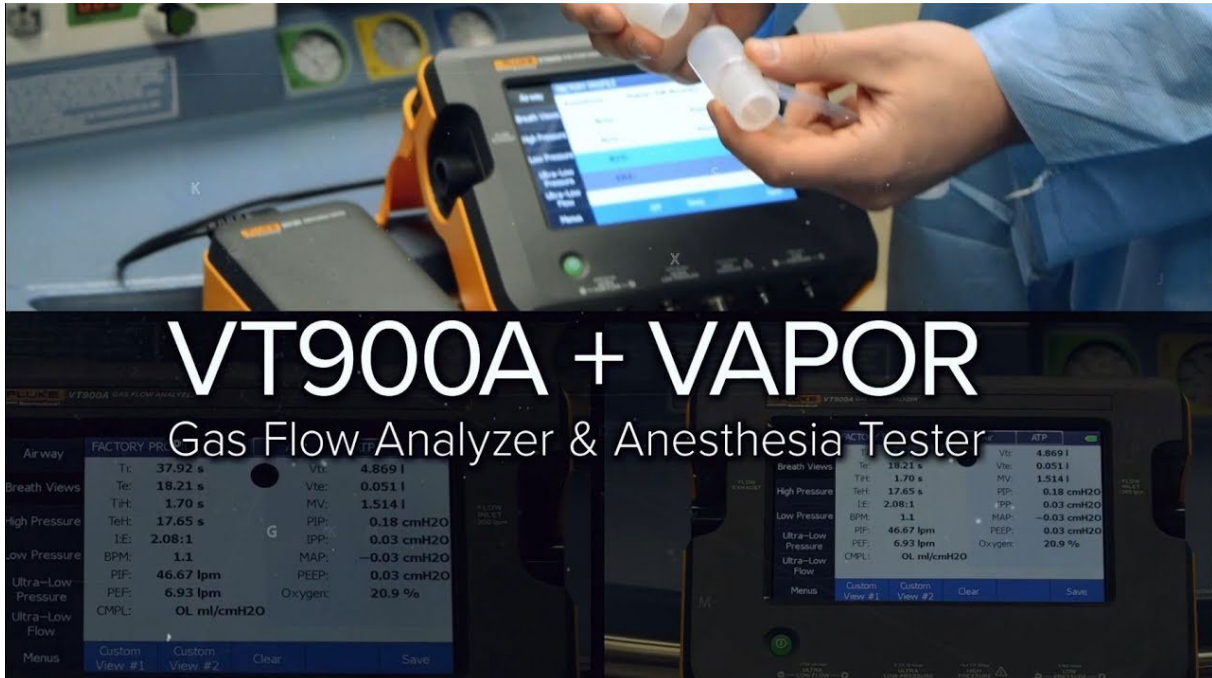
Đối với các bác sỹ lâm sàng, việc theo dõi phát hiện sự cố của máy thở chủ yếu tập trung vào việc kiểm tra điện nguồn, hoạt động của pin sạc,



Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



các dây khí nén,... Khi máy báo hỏng hoặc báo không hoạt động (*inop*) hoặc mở van an toàn (*safety valve open*) cần thay thế máy thở khác và đưa máy này đi bảo dưỡng.



Để đảm bảo chất lượng điều trị cho bệnh nhân, cần đảm bảo rằng các thiết bị máy thở, máy gây mê kèm thở hoạt động tốt và đúng chức năng, đưa ra các thông số theo dõi có thể tin tưởng được, nhằm thực hiện được đúng ý đồ điều trị của các bác sỹ.

Từ nhu cầu trên, bài viết sau đưa ra một quy trình kiểm tra toàn diện máy thở. Quy trình này có thể áp dụng trong việc kiểm tra định kỳ, kiểm tra sau sửa chữa hoặc khi có yêu cầu đặc biệt.

Quy trình này được hãng FLUKE Biomedical kết hợp cùng Đại học Vermont (The University of Vermont – Mỹ) nghiên cứu và đưa ra.

Thời gian kiểm tra khuyến nghị: 02 lần/năm (cách 06 tháng mỗi lần).

Do các tính năng thở của máy gây mê kèm thở nhìn chung có sự tương đồng với máy thở, quy trình này có thể áp dụng để kiểm tra chức năng hỗ trợ thở của máy gây mê kèm thở. Việc kiểm tra chức năng gây mê trong các thiết bị gây mê

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898

kèm thở được trình bày trong phần II của bài viết (Chi tiết xin xem tại “**Các bài viết khác**” ở cuối bài).

❖ MỘT SỐ THUẬT NGỮ

Một số thuật ngữ cần lưu ý khi đánh giá, kiểm tra tính năng của máy thở, máy gây mê kèm thở:

Máy thở (Ventilator): THIẾT BỊ tự động nhằm tăng cường hoặc cung cấp thông khí cho phổi của BỆNH NHÂN khi được kết nối với đường thở của BỆNH NHÂN (theo IEC 60601-2-12:2001)

Thuật ngữ		Định nghĩa, ý nghĩa
Thông số áp suất		
PEEP	Positive End Expiratory Pressure	Áp suất dương cuối kỳ thở ra, là áp suất còn duy trì trong phổi bệnh nhân cuối kỳ thở ra.
PIP, P _{peak}	Peak Inspiratory Pressure	Áp suất đỉnh đường thở, là áp suất cao nhất trong thì thở vào.
P _{plateau}	Plateau Pressure	Áp suất bình nguyên, là áp suất cuối kỳ thở vào bị dừng một khoảng thời gian (từ 0,5 đến 1 giây), khi dòng khí đã ngưng đi vào phổi và van thở ra chưa mở.
MAP, P _{mean}	Mean Airway Pressure	Áp suất đường khí trung bình, phụ thuộc vào PIP, PEEP, tỉ lệ I:E, nhịp thở, dạng áp suất đường thở.
IPP	Inspiratory Pause Pressure	Áp suất ngưng kỳ thở vào
Thông số thở		
MV	Minute Volume	Thể tích thở khí lưu thông trong vòng 01 phút (tính trung bình sau 08 lần thở)
V _t	Tidal Volume	Thể tích khí lưu thông, là thể tích khí được tính bằng mL, do máy thở đưa vào

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



		phổi người bệnh một lần ở kỳ thở vào (V_{ti}) và thở ra (V_{te}).
V_{te}	End-Tidal Volume / Exhaled Tidal Volume	Tổng thể tích khí từ phổi bệnh nhân trở về máy thở trong quá trình thở ra.
T_i, T_e	Inspiration and Expiration Time	Thời gian kỳ thở vào/ra, bao gồm cả thời gian giữ của kỳ thở vào/ra (<i>the inspiratory/expiratory hold time</i>)
I:E	Inspiratory to Expiratory Time Ratio (I:E Ratio)	Tỉ lệ I:E, tỉ lệ giữa thời gian của kỳ thở vào và thời gian của kỳ thở ra.
Nhịp thở	Frequency	Số lần máy thở thực hiện đẩy khí vào phổi bệnh nhân trong vòng 01 phút.
FiO_2	Fraction of Inspired Oxygen	Tỉ lệ oxy trong khí thở, được tính theo tỉ lệ phần trăm
Bpm	Breaths per minute	Số nhịp thở trên một phút



Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



❖ QUY TRÌNH KIỂM TRA TÍNH NĂNG KỸ THUẬT CỦA MÁY THỞ

STT	Tên phép kiểm tra, nội dung kiểm tra	Giá trị cho phép
1.	Tình trạng ngoại quan	
1.1	Thiết bị sạch sẽ, được lau chùi, khử khuẩn thường xuyên	
1.2	Không xuất hiện hư hỏng vật lý gây hỏng các bộ phận như vỏ, màn hình, các đầu khí, giá đỡ, và các phụ kiện liên quan	
1.3	Các phím bấm điều khiển chức năng hoạt động ổn định, chính xác chức năng	
1.4	Màn hình hiển thị rõ ràng, độ sáng thích hợp có thể sử dụng trong điều kiện ánh sáng mạnh	
1.5	Tem mác và các tem chức năng, cảnh báo trên máy được in rõ ràng, phù hợp theo các tiêu chuẩn	
1.6	Phụ kiện dây thở và các đầu nối đầy đủ	
1.7	Dây nguồn, các dây nối phụ, sạc	
1.7	Các filter và dây thở sạch	
2.	An toàn điện	Theo tiêu chuẩn IEC 62353
2.1	Điện trở dây nối đất	0,3 Ω
2.2	Dòng rò qua vỏ	< 100 μA NC < 500 μA SFC
2.3	Dòng rò qua bệnh nhân	< 100 μA B và BF < 10 μA CF
2.4	Dòng rò qua bộ phận ứng dụng	< 100 μA BF < 10 μA CF
2.5	Kiểm tra cách điện 500V (tùy chọn)	≥ 2 MΩ
3.	Công tác bảo dưỡng	
3.1	Vệ sinh dây thở và filter lọc	
3.2	Thay thế ống dẫn	
3.3	Thay pin sau 24 tháng	
3.4	Một số công tác bảo trì khác tùy theo từng model thiết bị	
4.	Kiểm tra tính năng kỹ thuật	
4.1	Kiểm tra tính năng sử dụng pin của thiết bị	
4.2	Bình khí và bộ điều chỉnh	
4.3	Các ống, dây thở và các đầu cút nối	
4.4	Độ chính xác thể tích	± 10%

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



4.5	Nhịp thở	
4.6	Tỉ lệ I:E	
4.7	Độ chính xác áp suất	± 10%
4.8	PEEP - Áp suất dương cuối kỳ thở ra	
4.9	Độ chính xác sensor Oxy	± 2%
4.10	Các chức năng cảnh báo	
Hoàn thành chế độ kiểm tra		

❖ CÁC THIẾT BỊ KIỂM CẦN THIẾT

- Thiết bị thử nghiệm an toàn điện ESA615 (hoặc tương đương);
- Thiết bị phân tích máy thở VT900A (hoặc tương đương);
- Phổi giả kiểm tra ACCULUNG (hoặc tương đương);
- Các ống và đầu kết nối với thiết bị phân tích máy thở VT900A.

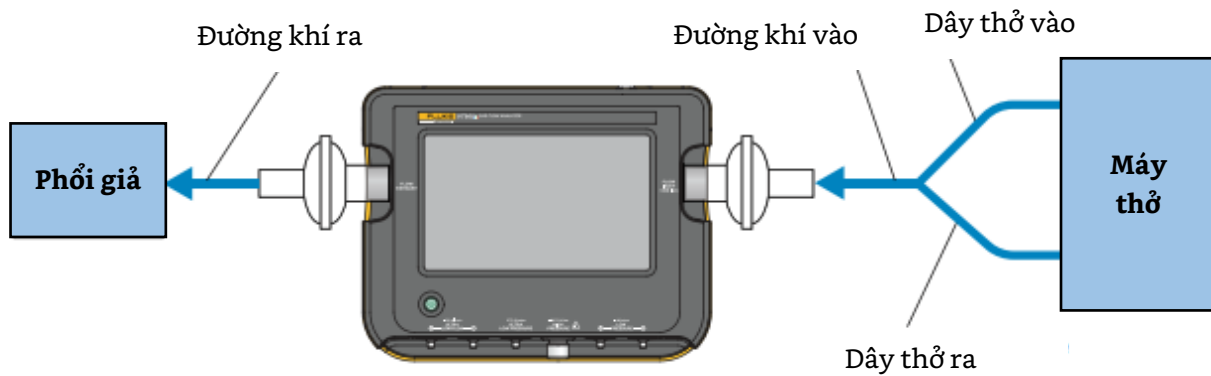


*Thiết bị kiểm tra an toàn điện ESA609, ESA620 và ESA 615
của Fluke Biomedical*

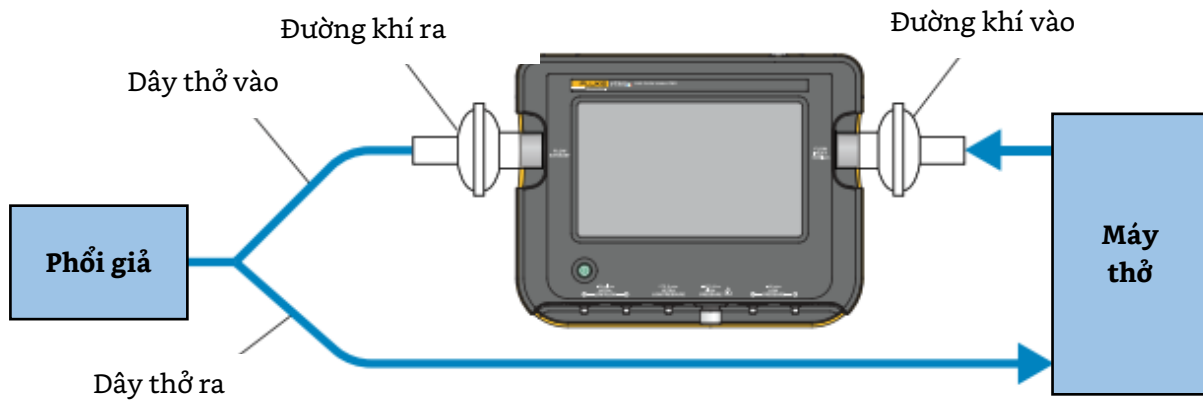
Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



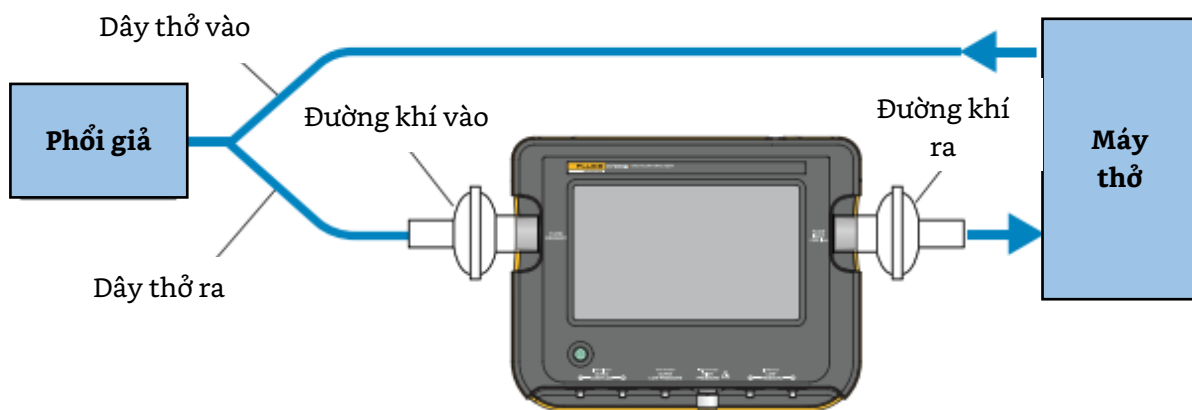
❖ SƠ ĐỒ 03 KIỂU KẾT NỐI MÁY THỞ VÀ THIẾT BỊ PHÂN TÍCH KHÍ VT650/VT900A



Sơ đồ 1: kiểm tra đường thở 2 chiều



Sơ đồ 2: kiểm tra đường thở ra



Sơ đồ 3: kiểm tra đường thở vào

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



❖ QUY TRÌNH KIỂM TRA TÍNH NĂNG KỸ THUẬT

1. Kiểm tra tính năng sử dụng pin của thiết bị

Đảm bảo đèn “AC Power” báo sáng khi máy thở được cắm vào nguồn điện phù hợp. Rút dây nguồn và thực hiện các chức năng của máy thở bằng chế độ sử dụng pin. Đèn báo nguồn “AC Power” phải tắt khi ngắt kết nối máy thở với nguồn điện và đèn báo pin được bật.

2. Kiểm tra bình khí và bộ điều chỉnh

Kiểm tra tình trạng của bình khí và bộ điều chỉnh khí. Xác nhận các bình đúng theo mã màu, nhãn hiệu và hạn sử dụng. Kiểm tra áp suất trong mỗi bình và tiến hành thay thế nếu áp suất thấp hơn 500 psi.

3. Kiểm tra các ống, dây thở và các đầu cắt nối

Kiểm tra tình trạng của các ống, dây thở và các đầu cắt nối với máy thở. Đảm bảo tính nguyên vẹn của các phụ kiện này, đảm bảo không bị mòn, nứt, hoặc các phá hủy vật lý khác. Đảm bảo các kết nối đều kín khít.



Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



4. Kiểm tra độ chính xác thể tích (*Volume accuracy*)

Khởi động và thiết lập thiết bị phân tích máy thở VT900A phù hợp với các đơn vị của máy thở. Để tiết kiệm thời gian trong quá trình kiểm tra, hãng Fluke Biomedical với 2 model VT650 và VT900A cho phép cài đặt và ghi nhớ các bộ thông số đơn vị này thành các profile. Chi tiết về tính năng này, xin mời tham khảo thêm tại bài viết **“Tối ưu hóa thời gian kiểm tra máy thở, máy gây mê kèm thở bằng Test Profiles trên thiết bị Fluke VT650 và VT900A”**.

Cài đặt thiết bị phân tích máy thở VT900A theo tiêu chuẩn phù hợp với thiết bị dưới kiểm được nhà sản xuất công bố. Tiêu chuẩn này thường được tìm thấy trong service manual của máy thở. Nếu không xác định được tiêu chuẩn, có thể sử dụng “ATP Standard” trên thiết bị VT900A.

Cài đặt “GAS TYPE” trên thiết bị phân tích máy thở theo máy thở đang kiểm tra. Thông thường, chế độ “air or O2” thường được sử dụng. Cài đặt độ ẩm của khí thở phù hợp với độ ẩm thực tế trên máy thở.

Tùy thuộc vào tiêu chí cần kiểm tra, kết nối dây thở tới máy thở và phổi giả kiểm tra theo sơ đồ trên.

Thiết lập máy thở với Vt là 500 ml, nhịp thở 12 bpm cùng tỉ lệ I:E là 1:2 và bắt đầu khởi động quy trình thở trên máy thở. Sau vài nhịp thở, máy thở ổn định và có thể đọc kết quả trên thiết bị phân tích VT900A.

So sánh giá trị thể tích đo được trên thiết bị phân tích và giá trị thể tích cài đặt trên máy thở.

Giá trị thể tích đo được phải nằm trong 10% giá trị cài đặt. Với giá trị cài đặt 500 ml, giá trị đo được phải nằm trong khoảng (450 ml ÷ 550 ml).

Lặp lại với các giá trị thể tích cần đánh giá khác.

5. Kiểm tra nhịp thở (*Respiration rate*)

Ghi nhận giá trị nhịp thở trên thiết bị phân tích và so sánh với cài đặt thực tế và giá trị theo dõi hiển thị trên máy thở.

6. Kiểm tra tỉ lệ I:E

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898

Ghi nhận tỉ lệ I:E trên thiết bị phân tích và so sánh với cài đặt thực tế và giá trị theo dõi hiển thị trên máy thở.

7. Kiểm tra độ chính xác áp suất (*Pressure accuracy*)

Lựa chọn chế độ kiểm soát thể tích (*Pressure control mode – PC Mode*) trên máy thở. Thiết lập máy thở với áp suất 40 cmH₂O, 6 bpm (hoặc các giá trị tương đương) và bắt đầu khởi động quy trình thở trên máy thở. Sau vài nhịp thở, máy thở ổn định và có thể đọc kết quả trên thiết bị phân tích VT900A.

So sánh giá trị áp suất đo được (P) trên thiết bị phân tích và giá trị áp suất hiển thị trên máy thở.

Giá trị áp suất đo được phải nằm trong 10% giá trị áp suất hiển thị trên máy thở. Với giá trị hiển thị 40 cmH₂O, giá trị áp suất đo được phải nằm trong khoảng (36 cmH₂O ÷ 44 cmH₂O).

Lặp lại với các giá trị áp suất cần đánh giá khác.

8. Kiểm tra áp suất dương cuối kỳ thở ra PEEP

Lựa chọn chế độ kiểm soát thể tích (*Volume control mode – VC Mode*) trên máy thở. Thiết lập máy thở với Vt tại 1000 ml và nhịp thở 6 bpm. Bắt đầu khởi động quy trình thở trên máy thở. Quan sát giá trị áp suất đường thở hiển thị trên máy thở. Cuối kỳ thở ra, áp suất trở về giá trị 0. Thiết lập giá trị PEEP đạt 10 cmH₂O trên máy thở. Lúc này, cuối kỳ thở ra, giá trị áp suất sẽ là 10 cmH₂O, thay vì trở về giá trị 0.

Đo giá trị PEEP thực tế bằng thiết bị phân tích máy thở VT900A.

9. Kiểm tra độ chính xác sensor Oxy

Trước khi thực hiện thao tác đo nồng độ oxy bằng thiết bị phân tích máy thở VT900A, cần đảm bảo rằng sensor hiển thị nồng độ oxy 100% khi oxy 100% được đưa qua đường thở. Nếu không, thực hiện việc hiệu chuẩn sensor oxy theo hướng dẫn sử dụng của thiết bị VT900A.

Cài đặt máy thở với giá trị Vt 1000 ml, nhịp thở 6 bpm, tỉ lệ I:E đạt 1:2. Bắt đầu khởi động quy trình thở trên máy thở.

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898

So sánh giá trị phần trăm oxy hiển thị trên thiết bị phân tích và giá trị hiển thị trên máy thở.

Giá trị phần trăm oxy đo được không được sai lệch quá 2 digit (tức 2% tại 100%).

10. Kiểm tra các chức năng cảnh báo

Thực hiện mô phỏng một số cảnh báo chính của máy thở như báo động nồng độ oxy thấp, cảnh báo áp suất cao, cảnh báo áp suất thấp,...

Xác nhận tất cả các tính năng cảnh báo đang hoạt động tốt và âm lượng phù hợp. Đảm bảo các tín hiệu cảnh báo bằng ánh sáng, hình ảnh được thể hiện đúng tính năng cảnh báo.

11. Hoàn thành chế độ kiểm tra

Thực hiện một số phép kiểm tra riêng theo khuyến cáo của nhà sản xuất (nếu có).

- **Sau khi hoàn thành chế độ kiểm tra, tiến hành đưa các báo động và cài đặt về giá trị ban đầu. Đảm bảo âm lượng của các cảnh báo đủ to để có thể phát hiện trong điều kiện vận hành bình thường. Kết nối lại máy thở với nguồn điện để đảm bảo máy thở luôn sẵn sàng sử dụng.**

* NOTE:

- **Các giá trị đặt trên máy thở và giá trị đo trên thiết bị đo VT650/VT900A phải được đưa về cùng đơn vị đo.** Trên thực tế, do các hãng sản xuất khác nhau, tại nhiều thị trường khác nhau, các thông số của máy thở được cài đặt với các đơn vị khác nhau. Để tiết kiệm thời gian trong quá trình kiểm tra, hãng Fluke Biomedical với 2 model VT650 và VT900A cho phép cài đặt và ghi nhớ các bộ thông số đơn vị này thành các profile. Chi tiết về tính năng này, xin mời tham khảo thêm tại bài viết *"Tối ưu hóa thời gian kiểm tra máy thở, máy gây mê kèm thở bằng Test Profiles trên thiết bị Fluke VT650 và VT900A"*
- **Luôn dùng bộ lọc khí (flow filter) để giảm nhiễu dòng khí, đồng thời tránh các vật nhỏ gây hỏng sensor.**
- **Chỉ sử dụng khí khô với đường airway và các cổng khác.**

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



- Chỉ nên sử dụng thiết bị với điều kiện kiểm trong nhà (*indoor*) để thu được kết quả đo chính xác nhất và giữ an toàn cho thiết bị.
- Sensor oxy của thiết bị đo cần được hiệu chỉnh (*calibrate*) trước mỗi ngày làm việc hoặc sau khi tiến hành thay thế sensor. Việc hiệu chỉnh có thể được thực hiện dễ dàng theo chỉ dẫn trên thiết bị đo bằng cách truy cập “Menus -> Calibrate Oxygen”. Giá trị hiệu chỉnh của sensor oxy có tác dụng trong khoảng thời gian ~8 tiếng.
- Khi thực hiện kiểm tra máy thở, máy mê kèm thở, trước khi tiến hành kiểm tra tính năng, cần thực hiện kiểm tra rò rỉ ống dẫn (Leak Test – Special Tests: tính năng có sẵn trên các thiết bị VT650/VT900A) để thu được kết quả chính xác nhất./.

Mọi ý kiến đóng góp, trao đổi về học thuật bài viết, xin vui lòng liên hệ với tác giả qua email: htung.mtc@gmail.com.

Các bài viết khác:



Keywords:

Kiểm định an toàn và tính năng kỹ thuật Máy thở, Kiểm định an toàn và tính năng kỹ thuật Máy gây mê kèm thở, Kiểm tra máy gây mê, Kiểm tra máy gây mê kèm thở, Kiểm định máy gây mê, Kiểm định máy gây mê kèm thở, Kiểm định an toàn và tính năng kỹ thuật, FLUKE Biomedical, VT650/VT900A, VAPOR, Thiết bị phân tích khí

Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898

