

TẦM QUAN TRỌNG CỦA VIỆC KIỂM TRA THIẾT BỊ GÂY MÊ TRONG LÂM SÀNG

ThS. Phạm Hoàng Tùng

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

Mỗi năm, có khoảng 313 triệu ca phẫu thuật được thực hiện trên toàn thế giới [1]. Khi số lượng các ca phẫu thuật tăng lên, tỷ lệ sử dụng thủ thuật gây mê toàn thân cũng tăng lên. Thao tác lâm sàng phổ biến bao gồm việc sử dụng máy gây mê để cung cấp thuốc mê qua đường hô hấp nhằm an thần nhanh chóng. Bài viết này sẽ giới thiệu về lịch sử của thuốc gây mê trong phẫu thuật, các thành phần của hệ thống gây mê ngày nay, công nghệ máy theo dõi khí gây mê và tầm quan trọng lâm sàng của máy phân tích đa khí trong công tác kiểm tra các thiết bị hóa hơi trong máy gây mê.

❖ GÂY MÊ TRONG PHẪU THUẬT

Lịch sử của gây mê qua đường hô hấp xuất hiện từ đầu thế kỷ 19, khi bác sĩ người Anh Henry Hickman chứng minh tác dụng gây mê của carbon dioxide trên động vật [2]. Ngay sau đó, vào năm 1842, diethyl ether được sử dụng thành công trong cả thủ thuật nha khoa và phẫu thuật. Sự thành công của các thủ thuật này cho thấy sự ưu việt về mặt lâm sàng của chất gây mê, đồng thời thúc đẩy việc nghiên cứu, khám phá ra các loại chất gây mê mới. Trong thời gian này, nhà hóa học Humphrey Davy đã phát hiện ra tác



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



dụng giảm đau của oxit nitơ (*nitrous oxide*), một chất gây mê hiện vẫn được sử dụng trong công tác phẫu thuật [3].

Ngày nay, các bác sĩ gây mê sử dụng nhiều loại chất, khí y tế và thuốc khác nhau để đạt được những tác động lâm sàng mong muốn khác nhau ở bệnh nhân. Chủ yếu trong số các tác động này là gây bất động, bất tỉnh và giảm mẫn cảm với các kích thích khi phẫu thuật [4]. Ngoài ra, các hiệu ứng gây mất trí nhớ cũng được sử dụng nhằm giảm thiểu nhận thức tiềm ẩn và chấn thương trong phẫu thuật. Trong gây mê nói chung, ba thành phần thường được sử dụng: chất thôi miên (*hypnotic agent*), thuốc giảm đau (*analgesic*) và thuốc giãn cơ (*muscle relaxant*) [5]. Các chất gây mê halogen thường được sử dụng trong thực tế để đạt được sự thư giãn và an thần của cơ.

Các khí gây mê halogen hóa được sử dụng rộng rãi vì khả năng hấp thụ nhanh chóng, có tác dụng nhanh và có độ hòa tan trong mô thấp [2]. Tác nhân halogen hóa đầu tiên là halothane, được chấp thuận sử dụng vào năm 1957 [6]. Tuy nhiên, trong một số trường hợp hiếm gặp, halothane có thể gây ra tử vong, được biết đến với tên gọi “bệnh viêm gan halothane” – “*halothane hepatitis*”. Ngay sau đó, enflurane đã được giới thiệu vào năm 1963, tiếp theo là isoflurane đồng phân hóa học của nó vào năm 1965. Đến những năm 1990, sevoflurane và desflurane đã được chấp thuận sử dụng trong lâm sàng ở Hoa Kỳ [6]. Ngày nay, sevoflurane, desflurane, và isoflurane được sử dụng phổ biến nhất trong số năm chất gây mê đường hô hấp do tác động của enflurane gây ra hiện tượng co giật động kinh cho bệnh nhân [8].

Mặc dù cơ chế hoạt động chính xác của các tác nhân gây mê halogen chưa được xác định rõ, nhưng tác dụng của chúng đã được ghi nhận rõ ràng. Tất cả năm tác nhân trên đều gây suy nhược hệ thần kinh trung ương, giảm tỷ lệ trao đổi chất ở não và tiêu thụ oxy [6]. Ngoài ra, chúng gây giãn cơ xương và hoạt động như thuốc ức chế hô hấp [4]. Trong thao tác gây mê tiêu chuẩn, các tác nhân gây mê sử dụng cùng các loại thuốc hỗ trợ giảm đau như opioid [8].

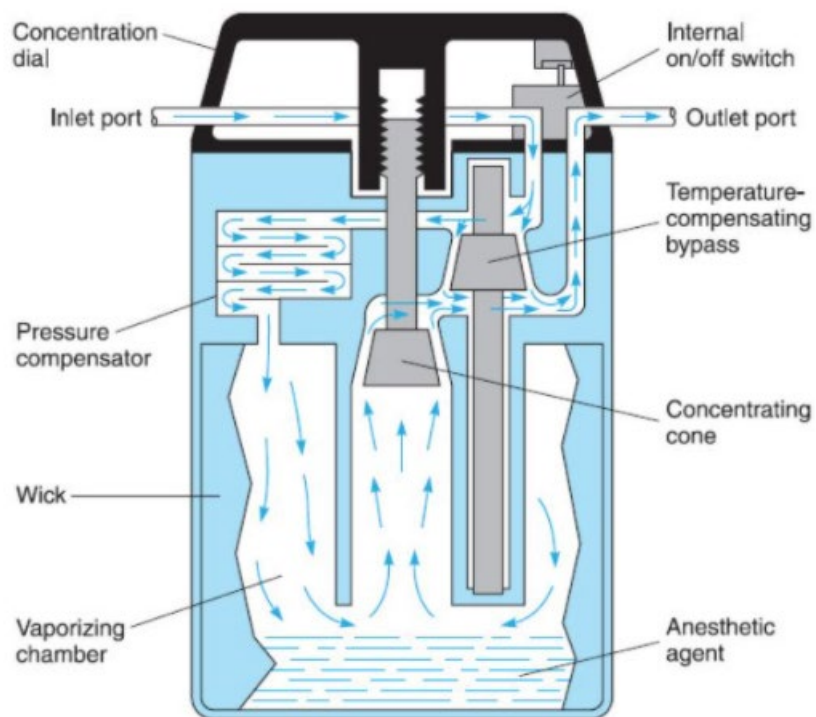
Hỗ trợ sản phẩm: **Mr. Hoàng Tùng** – Call/Zalo: 0362.515.898



❖ MÁY GÂY MÊ KÈM THỞ HIỆN ĐẠI

Kỹ thuật gây mê ngày nay được thực hiện bằng cách sử dụng một máy gây mê kèm thở – *anesthesia machine*. Thiết bị này hỗ trợ hô hấp và sử dụng các chất gây mê với liều lượng được bác sĩ gây mê xác định trước. Máy gây mê bao gồm năm thành phần chính: hệ thống cung cấp khí tươi (*the fresh gas delivery system*), hệ thống hút khí thải mê (*scavenging system*), thiết bị hóa hơi (*vaporizers*), lưu lượng kế (*flow meters*), máy thở (*ventilator*) tích hợp cùng monitor theo dõi bệnh nhân [9].

Các tác nhân gây mê được chứa trong các thiết bị hóa hơi. Các thiết bị này được hiệu chỉnh để giải phóng một lượng thuốc mê được kiểm soát cho bệnh nhân. Sơ đồ của một máy hóa hơi rẽ nhánh thông thường (*variable-bypass vaporizer*) được thể hiện tại Hình 1. Khi bắt đầu gây mê, một khí mang (*carrier gas*), thường là sự pha trộn của không khí, oxy và oxit nitơ, được chảy qua đầu vào của thiết bị hóa hơi. Một phần của dòng khí này được chuyển hướng vào buồng hóa hơi (*vaporizing chamber*) có chứa chất gây mê dạng lỏng. Để tăng diện tích bay hơi, bình chứa thuốc mê có chứa một hoặc nhiều bậc (*wick*), tạo điều kiện cho khí mang hấp thụ nhiều hơi hơn. Khi đi qua buồng hóa hơi, dòng khí bão hòa kết hợp với dòng khí mới, tạo ra nồng độ thích hợp để sử dụng cho bệnh nhân. Tỷ lệ khí tươi và khí bão hòa có thể được điều chỉnh để đạt được các nồng độ gây mê khác nhau [11]. Loại thiết bị hóa hơi này có thể được sử dụng với sevoflurane, isoflurane, enflurane và



Hình 1. Sơ đồ của một máy hóa hơi rẽ nhánh thông thường (*variable-bypass vaporizer*)

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

halothane. Do các đặc tính vật lý độc đáo của desflurane, nó yêu cầu một bộ hóa hơi được làm nóng để đạt được dòng chảy có thể kiểm soát (*controllable flow*).

Điều vô cùng quan trọng là nồng độ ghi trên nút xoay điều khiển máy hóa hơi phải giống với nồng độ của chất gây mê được cung cấp cho bệnh nhân. **Việc dùng thuốc gây mê dưới mức có thể dẫn đến nhận thức trong phẫu thuật, một sự kiện chấn thương thường dẫn đến những cơn đau nặng nề và có thể ảnh hưởng lâu dài. Mặt khác, việc dùng quá liều có thể dẫn tới ngừng tim và gây tử vong.** Do đó, việc đảm bảo các thiết bị hóa hơi hoạt động đúng chức năng, phù hợp với liều lượng yêu cầu, có khả năng giám sát chính xác nồng độ chất gây mê nên là ưu tiên của mọi bệnh viện khi thực hiện công tác gây mê.



❖ CÔNG NGHỆ THEO DÕI KHÍ GÂY Mê

Công nghệ theo dõi khí gây mê đã được cải thiện đáng kể kể từ khi áp dụng thử nghiệm Dräger Narko-Test ở Bắc Mỹ vào thế kỷ 20. Thiết bị này xác định nồng độ hơi halothane bằng cách đo độ giãn ra trong dây cao su silicone, mặc

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



dù nó cũng có thể được điều chỉnh để sử dụng với các tác nhân halogen hóa khác [12]. Tuy nhiên, tác động bất lợi của oxit nitơ và hơi nước lên đầu ra của Thử nghiệm Narko đã hạn chế độ chính xác và độ tin cậy của nó [13]. Những tiến bộ công nghệ đã khám phá việc sử dụng khối phổ (*mass spectrometry*), phổ RAMAN (*RAMAN spectrometry*), quang phổ hồng ngoại (*infrared photoacoustic spectrometry*) và phân tích tác nhân tinh thể áp điện (*piezoelectric crystal agent analysis*) để theo dõi khí gây mê [12]. Mặc dù có hứa hẹn ban đầu, nhưng mỗi kỹ thuật này đều có những hạn chế dẫn đến việc không ứng dụng được trong các thao tác lâm sàng [12].



Thiết bị VT900A + VAPOR kiểm tra và hiển thị nồng độ hỗn hợp các loại khí gây mê

Một thiếu sót phổ biến đối với một số giải pháp giám sát là không thể nhận dạng các tác nhân trong hỗn hợp khí gây mê. Các bác sĩ gây mê thường sử dụng nhiều loại khí mê khi tiến hành phẫu thuật cho các mục đích khác nhau, chẳng hạn như bắt đầu gây mê bằng sevoflurane và

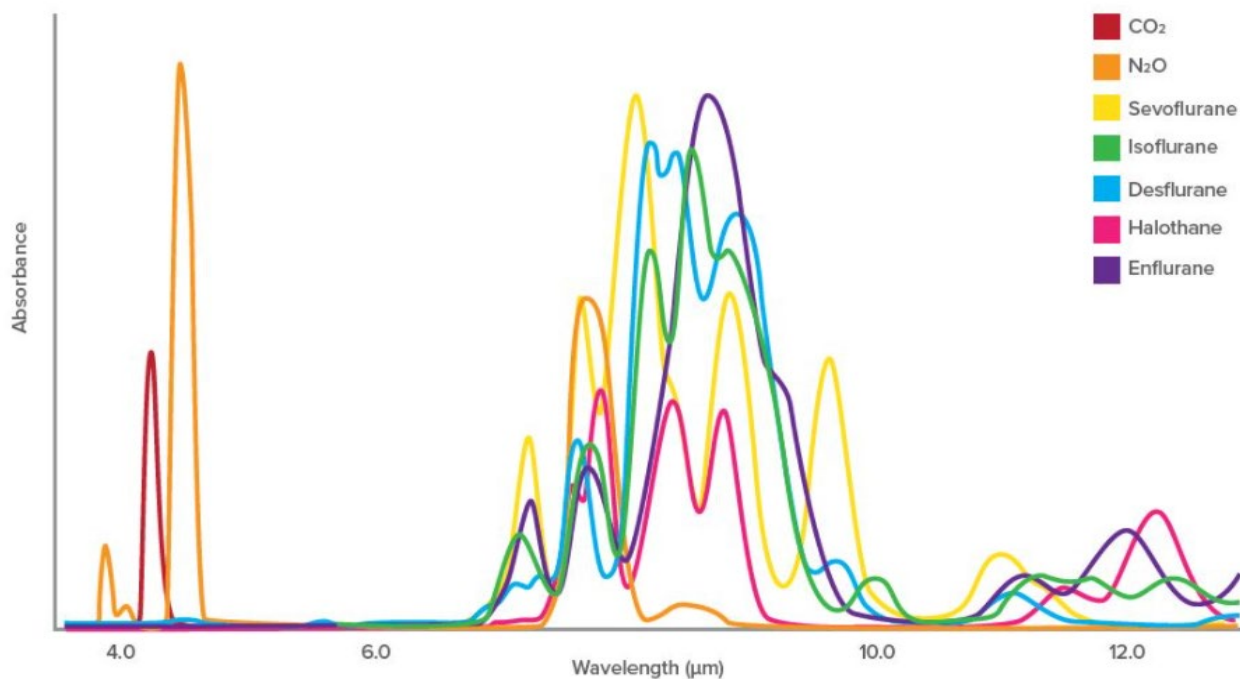
duy trì bằng isoflurane. Hơn nữa, việc đổ nhầm vào thiết bị hóa hơi với thuốc gây mê không phù hợp có thể tạo ra một hỗn hợp tác nhân mà nếu không được phát hiện có thể gây nguy hiểm cho bệnh nhân. Một ứng dụng quan trọng khác của việc nhận dạng khí là xác minh hệ thống khóa liên động của thiết bị hóa hơi đang hoạt động bình thường. Điều quan trọng là cơ chế khóa liên động của bộ phận hóa hơi ngăn không cho nhiều hơn một thiết bị hóa hơi phân phối chất

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



gây mê tại cùng một thời điểm. Vì những lý do này, điều quan trọng là máy theo dõi khí gây mê cung cấp khả năng nhận dạng tác nhân gây mê và khả năng đo nhiều thành phần của hỗn hợp khí.

Ngày nay, công nghệ được sử dụng rộng rãi nhất để theo dõi khí gây mê là quang kế hồng ngoại. Kỹ thuật này dựa trên sự hấp thụ các bước sóng cụ thể của ánh sáng hồng ngoại của các phân tử trong chất khí. Khi ánh sáng hồng ngoại đi qua một mẫu khí và đến detector, có thể xác định được các bước sóng ánh sáng cụ thể mà mẫu đó hấp thụ. Bằng cách này, các hóa chất trong mẫu có thể được xác định dựa trên bộ thông số độ hấp thụ được tạo ra khi tiếp xúc với ánh sáng hồng ngoại [14].



Hình 2. Đồ thị quang phổ hấp thụ của một số khí dùng trong gây mê

Phép đo phổ hồng ngoại có thể được phân loại theo phương pháp phân tán hoặc phương pháp không phân tán. Trong phương pháp hồng ngoại phân tán (*Dispersive infrared - DIR*), ánh sáng hồng ngoại được truyền qua một bộ lọc quang học theo sau là lăng kính hoặc cách tử nhiễu xạ (*diffraction grating*), do đó phân tách ánh sáng thành các bước sóng thành phần của nó [15]. Công nghệ hồng ngoại không phân tán (*Non-dispersive infrared - NDIR*) sử dụng một loạt

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

các bộ lọc dải quang hẹp (*narrow-band optical*) để xác định mẫu đang phân tích [13]. Máy phân tích khí gây mê thường sử dụng phương pháp này. Theo đồ thị quang phổ hấp thụ trên Hình 2, các đỉnh độ hấp thụ của các loại khí gây mê thường nằm trong cùng một khoảng ($8 \mu\text{m} \div 13 \mu\text{m}$), và phần nhiều trong số chúng trùng nhau. Do đó, để có thể phân biệt chính xác các loại khí mê trong hỗn hợp đòi hỏi sự tích hợp của các kỹ thuật phân tích phức tạp [13].

Máy phân tích khí gây mê được cấu hình như cảm biến dòng chính (*mainstream*) hoặc dòng phụ (*sidestream*). Máy phân tích dòng chính được đặt thẳng hàng với dòng khí của máy thở, trong khi máy phân tích dòng phụ trích một mẫu khí từ mạch thở để phân tích. Mặc dù máy phân tích dòng phụ phải đối mặt với những thách thức do hơi nước ngưng tụ và khí thở ra của bệnh nhân trong đường ống thở, nhưng cấu hình cảm biến dòng phụ được sử dụng cho hầu hết các thiết bị phát hiện khí gây mê phổ biến hiện nay.



❖ TẦM QUAN TRỌNG TRONG LÂM SÀNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG THIẾT BỊ PHÂN TÍCH KHÍ MÊ

Một trong những ứng dụng quan trọng nhất của việc phát hiện khí gây mê là để xác minh hiệu suất của thiết bị hóa hơi (*vaporizer*). Hiện nay, việc kiểm tra các thiết bị hóa hơi do các hãng sản xuất thiết bị hoặc một số các tổ chức kiểm tra, kiểm định thực hiện. Một số đơn vị thực hiện việc kiểm tra nồng độ khí mê bằng cách sử dụng cảm biến gây mê tích hợp với monitor theo dõi bệnh nhân. Cảm biến này được hiệu chuẩn bằng một ống đựng khí hiệu chuẩn, được gắn vào máy gây mê và nồng độ của nó được đo bằng máy phân tích tích hợp.

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



Tuy nhiên, để đảm bảo độ chính xác của việc kiểm tra, nồng độ của hỗn hợp khí đầu ra của thiết bị hóa hơi phải được xác nhận bằng một thiết bị chuyên dụng được thiết kế để phát hiện và tự động xác định các loại khí mê khác nhau trong hỗn hợp khí.

Một nghiên cứu được thực hiện vào năm 2013 đã phân tích các tuyên bố từ cơ sở dữ liệu của Hiệp hội các bác sĩ gây mê Hoa Kỳ (*the American Society of Anesthesiologists Closed Claims Project*) yêu cầu bồi thường liên quan đến thương tích của bệnh nhân liên quan đến thiết bị phân phối khí. **Nghiên cứu này phát hiện ra rằng máy hóa hơi chiếm 35% các vấn đề về phân phối khí từ năm 1990 đến năm 2011. 71% các trường hợp trực tiếp thiết bị hóa hơi, bệnh nhân chỉ được gây mê nhẹ, dẫn đến nhận thức hoặc cử động của bệnh nhân khi quá trình phẫu thuật đang diễn ra. Đáng chú ý, 35% các tai nạn liên quan đến thiết bị phân phối khí gây mê này có thể ngăn ngừa được bằng cách kiểm tra máy trước khi gây mê [16].**

Một trường hợp điển hình được công bố vào năm 2005 đã nhấn mạnh thêm tầm quan trọng của việc kiểm tra chức năng của máy hóa hơi trước khi đưa vào sử dụng lâm sàng [17]. Trong trường hợp này, một phụ nữ 36 tuổi với tình trạng sức khỏe tốt, được gây mê bằng desflurane, duy trì ở mức 3,5%. Ngay sau khi tiến hành gây mê, bệnh nhân rơi vào tình trạng thiếu oxy, tim hoạt động chậm bất thường, sau đó rơi vào trạng thái tim ngừng hoạt động. Ngay lập tức, quá trình gây mê được dừng khẩn cấp. Bệnh nhân được thực hiện thông khí bằng tay, đồng thời thở oxy 100%. Chỉ sau khi được tiêm epinephrine và sử dụng máy khử rung tim, bệnh nhân mới trở lại trạng thái tim đập bình thường. Sau đó, bệnh nhân được chuyển tới đơn vị chăm sóc sau mê, quan sát cho thấy có dịch tích tụ trong phổi.

Sau sự cố, máy gây mê đã được gỡ bỏ và kiểm tra kỹ lưỡng. Kết quả kiểm tra cho thấy nồng độ desflurane được sử dụng đạt 23%, vượt quá mức cài đặt 3,5%. Khi tiến hành kiểm tra kỹ hơn, người ta phát hiện ra rằng nút xoay điều khiển bên trong của máy hóa hơi đã bị nứt. Do đó, mức cài đặt 3,5% không kiểm soát chính xác nồng độ đầu ra của thiết bị hóa hơi.

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



Trong trường hợp này, chấn thương của bệnh nhân có thể được ngăn ngừa bằng cách kiểm tra thiết bị hóa hơi trước khi tiến hành phẫu thuật. Việc đo nồng độ đầu ra của thiết bị hóa hơi bằng máy phân tích đa khí sẽ cho thấy sự chênh lệch giữa nồng độ đã đặt và nồng độ thực tế được đưa vào bệnh nhân. Việc này giúp kiểm soát chất lượng của thiết bị, và có phương án xử lý các thiết bị không hoạt động chính xác trước khi đưa vào sử dụng. Ngoài ra, trong một số trường hợp, thiết bị hóa hơi được đổ đầy chất gây mê không đúng cách. Điều này có thể gây ra nguy hiểm cho bệnh nhân, vì hiệu lực của các chất halogen hóa dễ bay hơi khác nhau.

Để tránh sử dụng quá nhiều hoặc quá liều thuốc mê hoặc sử dụng các khí gây mê ngoài ý muốn, cần thường xuyên kiểm tra chất hóa hơi bằng máy phân tích đa khí.



VT900A + VAPOR

Gas Flow Analyzer & Anesthesia Tester



❖ KẾT LUẬN

Với sự phổ biến của việc sử dụng thuốc gây mê trên toàn thế giới và sự tiến bộ không ngừng của công nghệ theo dõi khí, việc kiểm tra máy gây mê và gây mê kèm thở đang trở nên quan trọng và dễ tiếp cận hơn bao giờ hết. Từ những khởi đầu khiêm tốn với Thử nghiệm Narko đến việc xác định khí phức tạp bằng

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



phép đo phổ hồng ngoại không phân tán, các máy theo dõi khí gây mê ngày càng trở nên chính xác, đáng tin cậy và tiên tiến hơn.



VT900A và phụ kiện Vapor là công cụ hỗ trợ đắc lực, là thành phần không thể thiếu trong việc kiểm định an toàn tính năng kỹ thuật của máy gây mê kèm thở, máy gây mê./.

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:



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



Tài liệu tham khảo

1. Weiser, Thomas G., et al. **“Size and distribution of the global volume of surgery in 2012.”** Bulletin of the World Health Organization. 2016.
2. Seglenieks, Richard. **“The history of modern general anesthesia.”** Australian Medical Student Journal. 2015.
3. **“The History of Anesthesia.”** Royal College of Anesthetists.
4. Becker, Daniel E., and Morton Rosenberg. **“Nitrous Oxide and the Inhalation Anesthetics.”** Anesthesia Progress. 2008; 55(4): 124-131.
5. **“An introduction to anesthesia.”** British Journal of Hospital Medicine. 2013; 74(5): C71-C75.
6. Torri, G. **“Inhalation anesthetics: a review.”** Minerva Anestesiologica. 2010; 76(3): 215-28.
7. Sleight, James W., et al. **“The Electrocortical Effects of Enflurane: Experiment and Theory.”** Anesthesia & Analgesia. 2009; 109(4): 1253-1262.
8. Ryu, Kyoungcho, et al. **“Comparison of the Analgesic Properties of Sevoflurane and Desflurane Using Surgical Pleth Index at Equi-Minimum Alveolar Concentration.”** International Journal of Medical Sciences. 2017; 14(10): 994-1001.
9. Pail, Vijaya P., et al. **“The Modern Integrated Anesthesia Workstation.”** Indian Journal of Anaesthesia. 2013; 57(5): 446-454.
10. Butterworth, John F., et al. Morgan & Mikhail’s **Clinical Anesthesiology.** 5th ed., McGraw-Hill, 2013.
11. **“Anesthesia Unit Vaporizers.”** Health Devices Inspection and Preventive Maintenance System.
12. Lowe, Harry J., and Karl Hagler. **“Clinical and Laboratory Evaluation of an Expired Anesthetic Gas Monitor (Narko-Test).”** Anesthesiology. 1971; 34(4): 378-382.
13. **“Anesthesia Gas Monitoring: Evolution of a de facto Standard of Care.”** ProMed Strategies, LLC. 2009.
14. Langton, J.A., and A. Hutton. **“Respiratory gas analysis.”** Continuing Education in Anesthesia. 2009; 9(1): 19-23.

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



15. Garg, Rakesh, and Ramesh Chand Gupta. “**Analysis of Oxygen, Anesthesia Agent and Flows in Anesthesia Machine.**” Indian Journal of Anesthesia. 2013; 57(5): 481-488.
16. Mehta, Sonya P., et al. “**Patient Injuries from Anesthesia Gas Delivery Equipment: A Closed Claims Update.**” Anesthesiology. 2013; 119(4): 788-795.
17. Geffroy, Jean-Christophe, et al. “**Massive Inhalation of Desflurane due to Vaporizer Dysfunction.**” Anesthesiology. 2005; 103(5): 1096-1098.

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

