

## 台灣病人安全通報系統(TPR) 學習案例

### 麻醉機使用安全及常見故障原因與排除

#### 個案描述

麻醉醫師開啟麻醉機進行麻醉誘導，放置氣管內管後接上麻醉機，機器卻發出 low oxygen supply pressure 警報聲。醫師立即確認開關與設定，試圖找出問題但未果，故改以甦醒球擠壓的方式供氧，將病人轉至其他房間手術。(個案來源：TPR 通報資料)

#### 問題分析

麻醉機的故障原因可分為四大類：1.呼吸器系統故障 2.電路系統故障及 3.氣體迴路系統故障 4.警示系統故障。上述個案問題可能來自(高壓)氣體迴路系統漏氣或是O<sub>2</sub>與N<sub>2</sub>O連動比例調節設定故障。通常一般故障問題可以事前檢查及定期維護保養預防，若遇故障等緊急事件，相關人員的高度警覺性及緊急應變能力，將可避免造成病人無法挽回的嚴重傷害。

#### 背景說明

醫療器材出廠前受優良製造規範，必須經過許多安規測試驗證，其安全性、效能及穩定性平均較過往更可信賴。根據ECRI 2012十大醫療器材危害事件<sup>[1]</sup>統計，成因大多與人員的使用行為直接相關；麻醉機使用前未妥善檢測所造成的傷害，今年首度入榜名列第九，意謂著人為導致的麻醉機相關危害事件逐漸增加。

臨床上，麻醉人員最易犯的麻醉機準備及操作錯誤類型，以呼吸管路沒接好、管線折到、麻醉機漏氣、未察覺氣體鋼瓶氣體用盡等狀況所造成的病人傷害事件最多。常見傷害型態包括：氧氣濃度過低造成腦部缺氧、氧氣濃度過高導致肺塌陷、呼吸迴路內二氧化碳吸收劑保養不當造成鋁石灰或鈉石灰降解與吸入麻醉藥產生的一氧化碳，引起病人一氧化碳中毒、蒸發器調教不當產生非預期麻醉氣體量，造成病人麻醉過淺或過重、病人連接管路、Y形管、面罩或麻醉儲氣囊遭污染所引發的感染、O<sub>2</sub>及N<sub>2</sub>O管路錯接、O<sub>2</sub>或麻醉氣體漏氣所引發的火災及警示系統失效等。

針對安全使用麻醉機，美國FDA<sup>[2]</sup>列舉14項檢查項目並詳細記錄其檢查步驟及內容：1.緊急呼吸設備要設置備機及確認功能 2.檢查氧氣供給鋼瓶壓力 3.檢查中央氣體供給壓力 4.檢查低壓麻醉藥罐氣路系統 5.低壓系統的測漏測試 6.開機測試 7.測試流量計 8.廢氣回收系統檢查及校正 9.氣體監視器校正 10.呼吸系統檢查 11.呼吸系統漏氣測試 12.手動及自動呼吸器測試 13.監視器測試(血氧濃度、呼吸器、心電圖等) 14.機器待機設定狀態查核。

麻醉機在醫療設備風險分類等級上為高風險設備，複雜的控制電路、氣路與呼吸管路—

中央高壓氣體管路、麻醉藥罐(vaporizer)、麻醉氣體迴路、呼吸器、廢氣回收系統監視器系統—任何環節出問題都將直接對病人造成傷害，這也凸顯了操作與維護的重要性。日本明文規定領有國家證照的臨床工程技師才能操作機器，以確保機器可以正常運作、當機器有問題時能迅速察覺並馬上處理，以降低或排除可能的傷害事件。事實上，所有臨床操作人員都應經過妥當的訓練及考核，使其具備執行日常保養、排除初步故障的緊急應變能力。惟有透過麻醉機操作者使用前的完整查檢、使用中保持對儀器及環境的警覺性、當有異常狀況發生時能即時確認及排除，並配合後端醫工系統人員定期的進階查檢及保養，病人安全才得以保障。

## 學習重點

### 一、設備：有操作手冊、日常使用前查核表及保養紀錄，且每半年進行一次進階保養。

保養內容可參考背景說明中FDA建議項目及原廠之建議，並注意相關耗材的更換；且執行人員要有相關維護保養的受訓及認證記錄，以確保維護品質。

### 二、人員：操作人員有設備操作訓練紀錄及定期考核，考核內容包括以下：

#### (一) 儀器使用前的查核項目

##### 1. 外觀檢查

- 1.1 檢查麻醉機/配件是否完整無破損，電源線是否插好，電源指示燈(亮)。
- 1.2 檢查所有Absorber循環管路是否接好無破損。
- 1.3 檢查麻醉機與呼吸器之連接線是否接好。
- 1.4 檢查廢氣排除之高壓管是否接好及吸力是否適當。
- 1.5 檢查廢氣排除系統之各接頭是否均有接管接好或封閉。
- 1.6 開啟廢氣排除開關。
- 1.7 檢查中央氣體(O<sub>2</sub>/Air)之高壓管及O<sub>2</sub>小鋼瓶是否安裝好。

##### 2. (高壓)氣體供應檢查

- 2.1 檢查中央氣體壓力(O<sub>2</sub>/Air)須在 45-55 psi。
- 2.2 檢查 O<sub>2</sub> 小鋼瓶是否漏氣，壓力是否充足(指針須在壓力錶紅線以上)。

##### 3. 迴路漏氣測試

###### 3.1 低壓漏氣測試(負壓測試)

- 3.1.1 檢查低壓漏氣測試球是否正常。
- 3.1.2 檢查麻醉機低壓漏氣測試是否正常。
- 3.1.3 檢查每一揮發器之低壓漏氣測試是否正常。

###### 3.2 漏氣測試(正壓測試)—依照機器機種擇一執行

- 3.2.1 依照機器內鍵設定步驟執行

3.2.2 人工測試:完整接妥呼吸蛇型管路，同時進行蛇管及APL調整測試

#### 4. 流量控制測試

- 4.1 檢查 O<sub>2</sub> 最小流量是否為 200±25 ml/min，N<sub>2</sub>O 及 Air 為 0 l/min。
- 4.2 檢查 O<sub>2</sub> 與 N<sub>2</sub>O 流量連動比例控制是否正常
- 4.3 檢查每一流量計 (Flow meter) 之浮標是否很平穩的上升及下降。
- 4.4 檢查 O<sub>2</sub> 壓力供應故障警告系統是否正常。
- 4.5 O<sub>2</sub> sensor 校正，21%及 100%校正。

#### 5. Absorber循環系統測試

- 5.1 檢查 Absorber 進氣及吐氣閥動作是否正常。
- 5.2 檢查呼吸器，Bag/APL 呼吸循環系統是否漏氣。
- 5.3 檢查壓力錶是否歸零，動作是否順暢。
- 5.4 檢查 APL 閥排氣是否順暢。

#### 6. 揮發器檢查

- 6.1 檢查所有揮發器是否填滿且加藥處是否關緊。
- 6.2 檢查所有揮發器是否平放且固定在揮發器架上。
- 6.3 檢查是否只能一次打開一個揮發器。
- 6.4 檢查揮發器濃度是否改變 O<sub>2</sub> 流量。
- 6.5 檢查所有揮發器之濃度是否準確。(每年壹次)

#### 7. 呼吸器檢查

- 7.1 檢查管路是否齊全且無破損。
- 7.2 檢查功能及警告系統是否正常。

#### 8. 其它原廠建議項目

#### \*轉換病人間麻醉機檢測應注意事項:

上述查核項目為第一台刀開始前需做的檢測項目(除有特別註明檢測週期及原廠建議加入或排除項目)。而當病人麻醉結束送出OR、迎接下位病人之前，必須再次檢查麻醉機管路(上述項目5及7)及蛇型管漏氣測試，確定功能正常後，回復原廠設定值呈待機狀態備用。配合遵守原廠其他注意事項，勿自行簡化流程。

#### (二) 簡易故障排除

1. 麻醉機有漏氣聲，可能導因於管路破裂或接頭鬆脫，呈現Pressure low、Peak low等警訊或無任何警訊。一般而言，聽到漏氣聲，主要是高壓部份(如中央氣體供應接頭或氣體供應鋼瓶到機器主開關)的漏氣，可檢查相關部分的管路或接頭。而因為漏氣的部位主要為醫療氣體(air)及氧氣，若無法即時排除，宜依現場狀況，待病人手術完成後再進行檢修或更換機器使用。

2. 測試時呼吸氣囊下降，可能因為呼吸迴路漏氣，建議檢查清潔釋壓閥、重新調整位置，或更換釋壓閥、呼吸氣囊組。
3. 呼吸器無法正確判斷Bag/Vent開關位置，可能原因為呼吸器或二氧化碳吸收器故障，宜改為手動呼吸，同時連絡合格醫工人員檢修。
4. 呼吸迴路大量漏氣(手擠模式)，可能原因為手擠袋連接管脫落、未正確連接或蘇打石灰吸收盒罐未正確安裝，建議確認手擠袋連接管正確連接妥當或重新安裝蘇打石灰吸收盒罐。
5. 電源斷電器時常跳電，可能原因為連接到電源輸出之設備負載過大，建議檢查電源輸出之設備是否短路或分散插座使用。

### (三) 單位內建立緊急處理流程並進行演練

1. 麻醉部門應建立麻醉機故障緊急處理標準流程，遇麻醉機故障時，確保病人有足夠氧氣供應及適當換氣為第一優先考量。
  - 1.1 若病人發生缺氧或換氣不足，應緊急改為甦醒球給氣及換氣，同時請求支援麻醉醫護人力；若氧氣供應系統有問題，宜緊急調用控制室備用氧氣鋼瓶；若機器故障無法排除，可調用控制室備用麻醉機；預備用麻醉機無法支援情況，可考慮借用其他開刀房內之麻醉機。
  - 1.2 在病人有足夠供氧及適當換氣的前提下，可先連絡麻醉部儀器管理人員進行故障排除，使用備用零件解決問題；若遇麻醉機無法修復，則使用備用麻醉機或借用其他開刀房內之麻醉機。
  - 1.3 故障麻醉機請儀器管理人員及醫工人員進行進階故障排除與維修，待修機器需有故障標示，以免被誤用。
2. 相關流程每年應依實際執行狀況及科部資源變化修訂、定期宣導並進行演練。
3. 新進麻醉醫護人員於訓練課程中教授緊急處理流程，考核時進行演練。

### 參考資料

1. ECRI Institute. (2011). TOP 10 Technology Hazards For 2012. *Health Devices*, 40(11).
2. FDA. (1993). Anesthesia Apparatus Checkout Recommendations.

投稿機構：台大醫院

撰寫者：錢嘉宏/醫工部組長、葉育彰/麻醉部主治醫師

校修者：李毅委員、台灣病人安全通報系統(TPR)工作小組