

症例報告

臨床工学技士により指摘された麻酔器フローセンサの初期不良と麻酔科医が見逃したフローセンサの異常

A clinical engineering pointed out the early failure and an anesthesiologist overlooked the flow sensor trouble

舘岡 一芳¹⁾ 和泉 裕己¹⁾ 井尻えり子¹⁾ 多田 雅博²⁾ 金澤 秀和³⁾ 大谷 靖之³⁾
 Kazuyoshi Tateoka Yuki Izumi Eriko Ijiri Masahiro Tada Hidekazu Kanazawa Yasuyuki Ootani
 平間 秀昭³⁾ 石田 多鶴³⁾ 田浦 伸³⁾ 関野 貴洋³⁾ 矢野 真吾³⁾
 Hideaki Hiramatsu Tatsuru Ishida Shin Taura Takahiro Sekino Shingo Yano

Key Words : flow sensor, pre-operation inspection

はじめに

麻酔器の点検は安全な麻酔のための一つの要である。

麻酔器 Aespire7900 は 2013 年秋に購入した当院では一番新しい麻酔器である。臨床工学技士により麻酔器週間点検表に基づいた週に 1 度の点検 (図 1) と麻酔器日常点検表にもとづいた始業前点検 (図 2) が行われている。さらに、麻酔科医は

麻酔科学会により推奨された始業前点検を行うよう努めている。

＜麻酔器週間点検表＞

2014年1月7日

点検項目	コンベア 機	エスディエス	エスディエス	エスディエス	エスディエス	エスディエス
ホースアセンブリに破損・汚損がない。	○	○	○	○	○	○
流量計に破損・汚損がない。	○	○	○	○	○	○
気化器に破損・汚損がない。	○	○	○	○	○	○
予知の気化器にエラー表示がない。	○	○	○	○	○	○
気化器ガス供給装置に破損・汚損がない。	○	○	○	○	○	○
電源を入れたとき自動的に電源が 100~300ml/min 流れる。	○	○	○	○	○	○
酸素ボンベのガスの残量確認。	120	110	70	90	110	110
各気化器の供給圧が適切である。(3~6bar)	O ₂ 5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	Air 2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
	N ₂ O 2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
酸素フラッシュができる。	○	○	○	○	○	○
酸素・気化の流量計連動機能が作動する。	○	○	○	○	○	○
呼吸性麻酔ガスが同時に 2 個以上検出されないようになっている。	○	○	○	○	○	○
余剰麻酔ガス回収装置が正常に作動する。	○	○	○	○	○	○
リークがない。	○	○	○	○	○	○
吸引・呼吸が正常に検出する。	○	○	○	○	○	○
ポップオフバルブが正常に作動する。	○	○	○	○	○	○
リーク値						0.5
コンプライアンス値						0.5
ベンチレーターが正常に作動する。	○	○	○	○	○	○
ベンチレーターへの O ₂ 濃度が適正である。	○	○	○	○	○	○
流量センサの校正ができる。	○	○	○	○	○	○
ベンチレーターへの酸素センサの校正 (21%) ができる。	○	○	○	○	○	○
カブ/グラフが正しく表示される。	○	○	○	○	○	○
自己診断テストで問題がない。	○	○	○	○	○	○
酸素センサの AD 値 (10mV 以上)	70	70	70	70	70	70

点検者サイン

図 1 麻酔器週間点検表

麻酔器日常点検表

01-2014

日付	Julian	Aespire7	Excel105E	Aespire	Excel	点検者サイン
11/7	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/8	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/11	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/12	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/13	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/14	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/15	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/18	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/19	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/20	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/21	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/22	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/23	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/24	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/25	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/26	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/27	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/28	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/29	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)
11/30	5.8	○	○	○	○	別添表 (J.Ant.SRE.Asp.3D)

新バージョン

図 2 麻酔器日常点検表

症例

症例 1. 臨床工学技士が指摘したフローセンサの初期不良

臨床工学技士の点検の際に「吸気センサー不良」のアラーム表示から、フローセンサの異常を疑いメーカーに点検を依頼した。結果はフローセンサ基盤の故障であり、日本で最初の故障であった (図 3)。患者に使用する前に異常が指摘できトラブルを回避できた。

- 1) 名寄市立総合病院 麻酔科
Department of Anesthesia, Nayoro City General Hospital
- 2) 名寄市立総合病院 初期研修医
Resident, Nayoro City General Hospital
- 3) 名寄市立総合病院 臨床工学科
Clinical Engineering Department,
Nayoro City General Hospital

項	内 容
1	麻酔器エスバイア7900 修理 ・エラーメッセージ「吸気センサー不良」発生
現象	
	(2013年1月8日動作確認ご依頼分)
調査／確認内容および処置	1 エラーメッセージが発生したフローセンサーをお預かりし社内にて調査を行いました。 故障箇所はフローセンサーのコネクター内部にある基盤の故障である事を確認しました。エラーメッセージはこの基盤に記憶されている校正値が読み込めない場合に発生します（エラーメッセージが発生していてもデフォルト値を使用し動作は継続します） 故障の原因はフローセンサーの初期不良と考えられるため新品のフローセンサーと交換を行いました。
動作確認	1 フローセンサー交換後、エラーが発生せず、換気量モニタ値が許容範囲内である事を確認しました。 「吸気センサー不良」メッセージは、初期故障以外にも麻酔器本体との接触部(金属)が破損や劣化した場合ににおいても同様に発生します。校正や交換の際には接触部に異常がないか確認をお願い致します。

図3 作業報告書の一部抜粋：フローセンサの初期不良

症例2. 麻酔科医が見逃したフローセンサ不良

一般的な全身麻酔では、麻酔導入後にマニュアル換気から人工呼吸器へ切り替える必要がある。今回全身麻酔後に人工呼吸器に切り替えると「患者回路リーク発生」、「呼気フロー逆流発生」のアラームが表示されベローズが大きく動くが十分な換気量を得ることができない状態となった。メーカーに点検を依頼したが、エラーメッセージの再現性を得ることはできなかった(図4)。全身麻酔を導入した後であったので、バックバルブマスクによる換気を維持しながら麻酔器の交換をせざるを得なかった。不良品ではなかったが、予備のフローセンサと交換し翌日以降の症例に使用した。



図5 フローセンサ

項	内 容
1	麻酔器エスバイア7900 修理 ・エラーメッセージ「患者回路リーク」発生 ・エラーメッセージ「呼気フロー逆流」発生
現象	
	(2014年1月16日お問い合わせ分)
調査／確認内容および処置	1 臨床工学技士 様より連絡を頂き、サービスモードにて内部センサーを確認して頂きました。 フローセンサーからの差圧を測定する本体内部のトランスデューサは正常に校正が取れており、また安定性にも問題ありませんでした。予備のフローセンサーでランニングテストを行って頂きましたが、エラーメッセージは再現しませんでした。現状としましてはフローセンサーの故障の可能性が高いと考えられるため、エラーが発生したフローセンサーのご使用は控えて頂きました。
動作確認	1 予備のフローセンサーに交換後、ランニングテストにて故障現象が再現しない事を確認して頂きました。 上記エラーメッセージはフローセンサーチューブ部の閉塞、水分混入、フローセンサーアセンブリの固定不十分等があった場合においても発生します。校正や交換の際にはチューブ部の目視確認をお願いします。

図4 作業報告書の一部抜粋：エラーに再現性なし

まとめ

臨床医学工学技士の日常点検は安全な麻酔に大きく貢献している。麻酔科医は麻酔科学会の指針に基づく麻酔器の始業前点検施行が望まれる。

考察

麻酔器を用いた全身麻酔の致死合併症の半数は蛇管を含めた麻酔回路上のトラブルである¹⁾。この蛇管と麻酔器はフローセンサ(図5)によって結合している。フローセンサは吸気側と呼気側について一回換気量を計測する役目を果たしてい

る。

症例 1. 臨床工学科が日常行っている点検により未然に事故を防ぎ安全な麻酔に貢献している。

症例 2. 麻酔器はマニュアル換気にした状態での点検と人工呼吸器にした状態両方での点検をしなくてはならない。今回は人工呼吸器側にした状態

での点検を怠りフローセンサの異常に気づかなかったものである。

麻酔科学会の推奨する仕業点検には、9. 患者呼吸回路のガス流、テスト肺をつけて換気を確認すると記載され²⁾、(図 6)、さらに文末には解説がなされている。

参 考 文 献

- 1) Cheney FW: Potential Risks and causes of incidents. Safety and cost containment in anesthesia, Ed by Gravenstein JS and Holzer, Anesthesia, Butterworth Publishers, p11-20, 1988
- 2) 公益社団法人日本麻酔科学会：
<http://www.anesth.or.jp/guide/>

8 患者呼吸回路、麻酔器内配管のリークテスト 及び酸素フラッシュ機能

解説 7.8

- 1 新鮮ガス流量を0または最小流量にする。
- 2 APL (ポップオフ) 弁を閉め、患者呼吸回路先端 (Yピース) を閉塞する。
- 3 酸素を5-10L/分流して呼吸回路内圧を30cmH₂Oに上昇させる。
- 4 少なくとも10秒間回路内圧が30cmH₂Oに保たれることを確認する。
- 5 APL 弁を開き、回路内圧が低下することを確認する。
- 6 酸素フラッシュを行い、十分な流量があることを確認する。

9 患者呼吸回路のガス流

解説 8

- 1 テスト肺をつけ換気状態を点検する。
- 2 呼吸バグをふくみました後、押して、吸気弁と呼気弁の動きを確認する。
- 3 呼吸バグを押したり、放すことによりテスト肺がふくらんだり、しぼんだりすることを確認する。
- 4 APL (ポップオフ) 弁の機能を確認する。

10 人工呼吸器とアラーム

- 1 人工呼吸器を使用時と同様な状態にしてスイッチを入れ、アラームも作動状態にする。
- 2 テスト肺の動きを確認する。
- 3 テスト肺をはずして、低圧ならびに高圧アラームが作動することを確認する。

11 麻酔ガス排除装置

- 1 回路の接続が正しいことを確認する。
- 2 吸引量を目視確認する。
- 3 呼吸回路内からガスが異常に吸引されないことを確認する。

12 完了

- 1 点検完了を確認する。

図 6 麻酔器仕業点検