第 60 回日本胸部外科学会定期学術集会時の ハンズオンセミナーアンケート結果の検討

鈴木 一郎

要旨：2007 年 10 月、第 60 回日本胸部外科学会定期学術集会において人工心肺使用中のトラブル対処法のハンズオンセミナーを開催した。ハンズオンセミナーを開催するにあたり医師（心臓外科医、麻酔科医）の参加を求め、トラブル事例を医師とともに個別的な状況を正しく認知し、優先順位を的確に判断し、冷静・確実に操作する技術の習得を目的としたチーム医療実践を企画した。人工心肺操作時のトラブルシューティングは各施設においてマニュアルなどは整備されていると考えるが、対処法の実践はなかなか行われていないのが現状である。アンケート結果としてはセミナー実施の継続と種々のトラブルシューティングを経験したいとの意見が多数をしめた。問題点としては、①インストラクターの養成、②全国各地での開催、③トラブルシューティングシナリオの作成、④学会会員の積極的な参加、⑤使用機器物品の手配、⑥臨床使用時と同等の安全装置の仕様、⑦トラブルシミュレーションシステムの構築などがあげられた。今後、人工心肺使用中のトラブル対処法の確立とトラブルシミュレーションシステムの開発が望まれる。

牽引用語：人工心肺、体外循環、安全対策、トラブル対策、インストラクター

Fixed 60th time of Japanese Association for Thoracic Surgery Japanese Association for Thoracic Surgery scientific meeting hands-on seminar questionnaire result report

Ichiro Suzuki

Key words : a pump oxygenator, extra-corporeal circulation, safety measures, the measure against a trouble, instructor

[J Extra-Corporeal Technology 35(2) : 161-167, 2008]

I. はじめに

2007 年 10 月、日本胸部外科学会第 60 回日本胸部外科学会定期学術集会において、人工心肺使用中のトラブル対処法のハンズオンセミナーを開催した。人工心肺操作の安全対策は、開心術における人工心肺操作を担当する技術者のみならず、心臓外科医、麻酔科医は、あらゆるトラブルを常に想定して業務を遂行することが重要である。そのためには防止策と発生時の迅速かつ適切な対処を実践するための、人工心肺操作技術を順調な経過をたどる標準的な手順をマスターするだけではなく、むしろ、変化

する応用力、問題解決能力が重要である。今回、ハンズオンセミナーを開催するにあたり医師（心臓外科医、麻酔科医）の参加を求め、トラブル事例を医師とともに個別的な状況を正しく認知し、優先順位をきちんと判断し、冷静・確実に操作する技術の習得を目的にシミュレーション学習を行った。実際のトラブル・アクシデントは数百例に 1 例程度しか発生しないが¹⁾、常に起こりえる事例を前提に処置・確認・対処・原因・予防策を訓練することで人工心肺操作時の安全対策に役立つと考えられる。今回、フローチャート化したセミナーテキストを参加者に配布した。人工心肺の安全対策をまとめたハンドブック・マニュアルなども作成されているが^{2,3)}、実際のトラブルの対処法は知識だけではなく、実際に事例をシミュレーションして訓練することにより、速やかな対処方法が体得可能となる。そこで今回、参加者のアンケート結果を基に、体外循環操作のトラブル対処法実施の有用性を検討した。

◎仙台市医療センター仙台オープン病院 臨床工学室

鈴木一郎 (Ichiro Suzuki)

〒983-0824 仙台市宮城野区鶴ヶ谷 5-22-1

Department of Clinical Engineering, Sendai City

Medical Center Sendai Open Hospital

5-22-1 Turugaya Miyaginoku Sendai Miyagi

983-0824, Japan

II. 対象および方法

参加者の募集は、日本胸部外科学会のインター

ネットホームページにて行った。参加条件として、1チームの人員構成は医師の参加を絶対条件とし、技士・医師のチーム構成とした。募集チームは6チーム20名程度とした。セミナーは学術集会開催の前日午後から2回に分けて行った。セミナー内容は、体外循環装置を使用してトラブルシミュレーションの実技を医師とともに技士が行い、①患者モデルから回路・人工心肺装置の説明、②必要な安全装置やモニターを解説：脱血の酸素飽和度モニター、脱血温度、貯血槽のレベルセンサー（アラームとポンプの制御）、送血ポンプ、圧モニター、送血温度、気泡検出器、動脈フィルターと一次圧、流量計などの説明、③体外循環の開始、④膜型人工肺の酸素加不良、⑤大動脈解離、⑥貯血レベル低下による空気の誤送、⑦ポンプチューブや遠心ポンプヘッドの破損、⑧人工肺の破損、⑨回路の外れ、⑩人工心肺の停電となった場合のトラブル対処法などを行った。

実施については、3台の人工心肺装置（泉工医科工業社製・テルモ社製・マッケ社製）に模擬回路（テルモ社製）を用いた。今回のハンズオンセミナーに使用する回路を図1に示す。

今回のシミュレーション回路では患者モデルとしてソフトバックを使用、人工心肺の安全装置については、厚生労働省から示された「人工心肺装置の標準的接続方法およびそれに応じた安全教育に関するガイドライン」および日本体外循環技術医学会から

示された「人工心肺における安全装置設置基準」の勧告に則った安全装置を用いた。①人工心肺システムに必ず必要な安全装置とモニターとして、人工肺手前の送血圧モニター、静脈血酸素飽和度モニター、貯血槽のレベルセンサー（レベルアラーム）、送血ポンプの手動装置などを準備した。②人工心肺システムに備えるべき安全装置とモニターとして、アラーム機能のある圧力計、送血回路の気泡検出器、複数の送血圧計（人工肺の手前の他）、心筋保護液の圧力計、心筋保護液ラインの気泡検出器などを用いてセミナーを行った。指導教官は、各チームに1名、サポートとして各装置メーカーより1名、指導教官の補佐役として技士を1名配置し、1チーム3名の指導体制をとり、参加チームは医師を含めた3〜4名のチームとして行った。また、人工心肺の緊急対応に必要な物品として、体外循環回路の補修用に、滅菌圧力測定用チューブ、タイガンベルトとタイガン、圧力計、布テープとビニールテープ、滅菌交換用回路チューブとコネクター、ペンライト、滅菌回路カッターあるいはハサミ、酸素ボンベ（レギュレーター付き）、アルコール綿、充填薬剤（リンゲル液）、滅菌手袋、その他必要物品を用意した。

III. アンケート回答集計および考察

アンケートの回収率は100%であり、医師7名臨床工学技士11名であった。臨床工学技士のうち4

図1 シミュレーション回路図

名が体外循環技術認定士であった。

体外循環経験症例数は医師の回答を含めて 30 例前後の参加者が 28%、31 ～ 50 例が 11%、51 ～ 100 例が 17%、101 ～ 150 例が 5%、151 ～ 200 例が 5%、201 ～ 230 例が 5%、230 以上が 5%、無回答は 24% で参加者の経験症例数は多岐にわたっていた。無回答の 4 名については医師 3 名臨床工学技士 1 名であった。無回答とは、アンケート調査用紙に 0 例の記載があり、おそらく体外循環経験がない医師が 3 名含まれていた。医師の所属は不明であったが麻酔科医または心臓外科医の可能性が考えられた、体外循環操作について直接指示を出す心臓外科医の場合は、我々臨床工学技士は医師の指示の下に体外循環装置を操作することから、今後医師が体外循環操作のトレーニングなどの実施を経験する機会を作る必要があると考えられる。

参加施設ごとの一昨年の症例数の問いには、30 例前後の参加者が 44%、31 ～ 50 例が 17%、51 ～ 100 例が 17%、101 ～ 150 例が 0 名、151 ～ 200 例が 1 名、201 ～ 230 例が 0 名、230 以上が 0 名、無回答は 17% であり、今回の参加者については年間症例数 30 例前後の施設が多く見られた。

過去に体外循環シミュレーションに参加したことがあるかの問いには、参加者全員が初めての参加との回答であった。機会がなくトレーニングの実習に参加できないというよりは、トレーニングを行う体制が整っていないために参加できない現状も示唆された。

トラブルシューティングの年間トレーニング実施回数の問いには、全員が今回が初めての参加との回答であった。この回答は驚嘆すべきことであり、体外循環操作の安全対策として自施設で最低でも年に 2 回前後のトラブル対策シミュレーションを実施するべきであると考え、日本体外循環医学会として何らかの指針を策定し学会会員に周知すべきではと考える。

今回のセミナーの参加理由についての問いには、①今後のチーム体制の模索。②人工心肺回路のトラブルシューティングを学ぶ。③リスクマネジメントとして。④トラブルシミュレーションについて初めて知った。⑤ME の希望。⑥実際に経験したかったから。⑦トラブルシュートが気になっていた。⑧人工心肺におけるトラブルシューティングの習得のため。⑨症例数が少なくトラブルシュートに自信がなかった。⑩トラブル時の確認と医師との連携確認。⑪医師とともに考える場が欲しかった。⑫トラブルシューティングを実際に行ったことがなく、臨床の場で行ったときの対応を学びたいなどの参加理由が記入されていた。今回の参加者は体外循環操作の安全対策について関心と目的を持ち参加して頂

いたが、他施設では実際に軽微なトラブルに遭遇していても、トラブル対策をシミュレーションを実施している施設はまだ少ない現状ではないかと考えられる。

今回参加して新しく学んだことはとの問いには、①遠心ポンプ・人工肺・動脈フィルターの交換のコツなどを学ぶことができ、実際役立てていきたい。②病院独自のトラブル対処マニュアルを作成する。③実際に必要な物品がわかった。④普段このようなことは体験できず、それが体験できたことは大きな収穫であった。⑤トラブルシューティングの必要性を感じた。⑥心の準備と物の準備が必要。⑦自分の実力。⑧実際にやってみて日頃のトレーニングの重要性を痛感した。⑨実際、体験してみて技術の習熟の必要性を感じた。⑩思った以上に自分が何もできなかった。⑪自分が頭でわかっているつもりだけなのがよく分かり、実際は何もできなかった。⑫シミュレーションの必要性を痛感し、自施設でも行いたい。⑬新しいアラーム。⑭モニターの部分、意義について。⑮エマージェンシーキット、モニター、センサー、人員などの再検討などの回答であった。今回開催したハンズオンセミナーの目的として、実際のトラブルの場面に遭遇した時にいかに安全に対処することができるかとの企画に合致し良かったと考えている。

どのトラブルシミュレーションが難しかったかの問いには、人工心肺装置の停電時の操作が 23%、人工肺の破損時の対処が 20%、送血フィルターの閉塞時の対処が 17% と全体の半数を占めていた。各施設にてこれらの事例の対処方法を十分にシミュレーションを行い対処できるように訓練が必要と考えられた。また、遠心ポンプの破損時の対処が 14% あったが、国内の遠心ポンプ使用状況を考慮し検討しなけばならないと考えられた。膜型人工肺の酸素加不良の対処が 9%、ローラーポンプチューブ破損時の対処が 8%、動脈回路からの空気混入時の対処が 6%、大動脈解離時の対処が 3% との回答であり、今後のトラブルシミュレーション開催時におけるシナリオの作成の参考となった。

今までの自分の手技と大きく違っていたことがあったかの問いには、①人工肺の出入り口で圧を測定する。②人工肺の手前の圧は必要だと感じた。③特にないが無駄が多かった。④特にないがセンサーの使い方について参考になったなどの回答があり、各施設において独自の安全対策（必要最低限の）がとられているのではとの危機感が生じた。今後、我々体外循環操作者は、体外循環事故防止の観点からも、厚生労働省から示された「人工心肺装置の標準的接続方法およびそれに応じた安全教育に関するガイドライン」および日本体外循環技術医学会から

示された「人工心肺における安全装置設置基準」の勧告に則る安全装置を用いた体外循環装置の運用が必須であると考ええる。

想像していたように操作できたかとの問いには、はいが5%、無回答が28%、思ったより手が動かなかったが67%の回答が得られ、①難しい。②状況の把握に時間を取られた。③できなかった。④停電時には明かりの確保も大切だと感じた。⑤何度もイメージトレーニングはやってしたが、やはり実際にやると手が動かず反省点ばかりであった。⑥実際はもっと動かないであろう。⑦まだまだ勉強不足と感じた。⑧久しぶりにローラーポンプに触ったので難しかったとの意見であった。体外循環操作を日常的に行っているにもかかわらず対処できなかったこと、普段からトラブルシミュレーションを行わなければ、なかなか対処できないことを示していた。

今回のセミナーは有意義であったかとの問いには、100%の参加者が良い経験であったと回答した。また、今回体験したことで実際のトラブルに対して経験が生かせるかとの問いについても100%の参加者がはいと回答した。

今後機会があれば参加したいとの問いについても、100%の参加者がはいと回答しており、いずれの質問についてもトラブルを体験することでセミナーの経験を生かすことができ、また機会があれば参加したいと要望があったことから、今後トラブルシューティングの体験が常にできるような体制づくりが早急に望まれる。

今後開催されるトラブルシミュレーションで経験してみたい体外循環やトラブルの対処はありますかとの問いには、①人工心肺本体の故障。②遠心ポンプコンソール停止（ローラーへの移行）。③Air 送血など。④次回はバキュームアシストでのシミュレーションもしてほしい。⑤次回は遠心ポンプで受けてみたい。⑥今回のようなトラブルシューティングを繰り返し身につけたい。⑦大血管手術（脳分離etc.）下のトラブルシューティングなどを体験してみたいとの回答であった。

今回のハンズオンセミナーの感想・ご意見・要望をお書きくださいとの問いには、①ありがとうございました。今後も継続していただきたいと思います。②今後ともよろしくお願いします。③可能であれば時間をもう少しいただければ良かったと思います。④地方で開催してほしい。非常におもしろく参加できました。⑤関西地区で開催してほしいです。⑥とてもいい経験になりました。今後、自分の施設の回路を用いてもう一度やりたいと思います。⑦ある程度の知識を持つことは大切だと思いました。⑧大変勉強になりました。病院への教育・訓練に参考になりました。⑨とても有意義でした。圧モニターの位

置はすぐ変更します。⑩今までは特にトラブルを経験したことがなく、何事もなく手術が行われることが当たり前になりがちでしたが、今回実際にたくさんさんのトラブルを経験することができ自分の無知さを痛感しました。今後、この経験を生かし、より安全な人工心肺を回せるよう努力しますとの意見・感想・要望が寄せられた。今後この種のセミナーを開催するに当たって重要な課題であると考ええる。

IV. まとめ

人工心肺使用中のトラブル対処法のハンズオンセミナーのチーフインストラクターを経験して、開催にあたり、会場の制限などがあり（水を使用すること）必然的に使用する場所が限定された。ハンズオンセミナーではローラーポンプチューブ破損・人工肺の破損・遠心ポンプの破損・送血フィルター閉塞時ごとの操作が必須であり、より臨床の場で遭遇するトラブル事例を再現したいと考慮した。そのため今回使用した会場では水漏れなどが発生しても対処できるように会場一面にブルーシートを敷き詰め水対策を十分に行った。また、人工心肺装置をフルセットにて3台設置したため電源用コンセントの確保にも苦慮したことから、今後開催する場合にも注意が必要である。今回は人工心肺装置および安全装置などの機材・消耗品の準備は企業の好意により無償にて提供頂いたが、遠心ポンプ・センサー・使用回路・消耗品などの負担についても今後検討していかなければならないと考えられる。指導教官についても大変な負担を強いている現状で、全国各地で開催できるよう早期にインストラクターの養成を行う必要があると痛感した。

また、トラブルシミュレーションで実施する事例のシナリオが大変重要かつ必須であることを認識した。各施設で行われる基本的なトラブル対策のトレーニングプログラムは、日本人工臓学会主催のウェットラボセミナー（基礎・応用編）プログラムが運営されているが、現在の課題として、シナリオの充実、さらなる安全装置の充実、遠心ポンプのトラブルを加えるなどの問題が提起されている⁴⁾。今回の開催にあたり安全装置については、実際に市販されている各企業の最新の人工心肺装置を提供して頂いたことで、安全装置の重要性があらためて示唆された。今回は遠心ポンプの使用についてもトラブルシミュレーションを行うことができたが、今後もローラーポンプと遠心ポンプ仕様のトラブルシミュレーションシステムを用意し受講者に自施設の仕様と同等な装置にて受講して頂く必要があると考えられた。

今後の重要な課題として、人工心肺施行中のヒューマンエラー対策シミュレーションや人工肺の

血液ガス交換に関するトラブルシミュレーションなどの構築も考慮すべきと考える⁵⁻⁷⁾。また、日本体外循環医学会会員で臨床にて人工心肺装置の操作に携わる者は、操作必須事項としてトラブルシミュレーションを年に最低でも1回は受講し人工心肺操作の安全性を確保することが重要な課題であるとともに日本体外循環医学会として何らかの指針を策定し学会会員に周知すべきではと考えられた。また、安価ですべての施設で施行できる、トラブルシミュレーションシステムの開発が望まれるところである。

謝辞：指導教官を務めて頂いた百瀬直樹氏、又吉徹氏、南茂氏、安野誠氏、サブインストラクターとして協力して頂いた菊地徹氏、尾越登氏、出羽仁氏、千葉美樹氏、また機材などを提供して頂いた泉工医科工業株式会社、テルモ株式会社、マッケ・ジャパン株式会社に深謝致します。また、開催にあたりアドバイスを頂いた東京女子医科大学心臓血管外科富澤康子先生に感謝致します。

●参考文献

- 1) 富澤康子，百瀬直樹：日本人工臓器学会 第2回人工心肺トラブルシミュレーション-ウエットラボアンケート調査結果報告-。体外循環技術，34(1)：48-56，2007。
- 2) 鈴木一郎：会員全国アンケートの結果，体外循環技術，23(4)：115-149，1997。
- 3) 鈴木一郎：人工心肺施行中のヒューマンエラー，Clinical Engineering 16(1)：18-23，2005。
- 4) 鈴木一郎，関口 敦，百瀬直樹，ほか：人工心肺安全ハンドブック-ケース100の分析と安全対策-。初版，埼玉，日本体外循環技術研究会。2003。
- 5) 古瀬 彰，鈴木一郎，田林暁一，ほか：人工心肺安全マニュアル-人工心肺の危機管理-。初版，東京，じほう。p. 53-105，2004。
- 6) 古瀬 彰，鈴木一郎，田林暁一，ほか：医療における危険領域のリスク分析とフェイルセーフシステムに関する研究，分担研究-人工心肺の安全マニュアル作成に関する研究-，平成14年度厚生科学研究報告書；p. 42-75，2002。
- 7) 鈴木一郎：人工心肺施行中の血液ガス交換に関するトラブルに起因した合併症。Clinical Engineering，18(12)：1257-1264。

日本胸部外科学会 第60回日本胸部外科学会定期学術集会 ハンズオンセミナーアンケート調査結果報告

2007年10月17日 アンケート実施
回答数 (18)
回答者数 (医師：7、臨床工学技士：11)

1. 回答者の職種は？

2. 回答者は体外循環技術認定士か？

3. 体外循環症例数

4. 昨年一年間の経験症例数

5. 過去に体外循環シミュレーション参加したことがありますか？

6. トラブルシミュレーションの年間トレーニング実施回数？

7. 今回の参加理由

- 今後のチーム体制の模索
- 人工心肺回路のトラブルシューティングを学ぶ
- リスクマネジメントとして
- トラブルシミュレーションについて初めて知った
- MEの希望
- 実際に経験しなかったから
- トラブルシュートが気になっていた
- 人工心肺におけるトラブルシューティングの習得のため
- 症例数が少なくトラブルシュートに自信がなかったため
- トラブル時の確認とDr. との連携確認
- 医師と共に考える場が欲しかった
- トラブルシューティングを実際に行ったことがなく、臨床の場で行った時の対応を学びたい

8. 今回参加して新しく学んだことは？

- 連心ポンプ・人工肺・動脈フィルターの交換のコツなどを学ぶことができ、実際役立てていきたい
- 病院独自のトラブル対処マニュアルを作成する
- 実際に必要な物品がわかった
- 普段このようなことは体験できず、それが体験できたことは大きな収穫であった
- トラブルシューティングの必要性を感じた
- 心の準備と物の準備が必要
- 自分の実力
- 実際にやってみて日頃のトレーニングの重要性を痛感した
- 実際、体験して技術の習熟の必要性を痛感した
- 思った以上に自分が何もできなかった
- 自分が頭でわかっているつもりだけなのがよくわかった。実際は何もできなかった
- シミュレーションの必要性を痛感し、自施設でも行いたい
- 新しいアラーム
- モニターの必要性・意義について
- エマージェンシーキット、モニター、センサー、人員などの再検討

9. どのトラブルシミュレーションが難しかったか？

10. 今までの自分の手技と大きく違っていたことはありましたか？

- 人工肺の出入り口で圧を測定する
- 人工肺の手前の圧は必要だと感じた
- 特にないが無駄が多かった
- 特にないがセンサーの使い方

11. 想像していたように操作できましたか？

15. 今後も機会があれば参加したいですか？

12. 想像していたように操作できましたか？

- 難しいですね
- 状況の把握に時間をとられた
- まったくできなかった
- 停電時には明かりの確保も大切だと感じました
- 何度もイメージトレーニングはやっていましたが、やはり実際やると手が動かず反省点ばかりでした
- 実際はもっと動かないでしょう
- まだまだ勉強不足と感じた
- 久しぶりにローラーポンプを触ったので難しかった

16. トラブルシミュレーションで経験してみたい体外循環やトラブルの対処はありますか？

- 人工心肺本体の故障
- 遠心ポンプコンソール停止（ローラーへの移行）
- Air送血など
- 次回はバキュームアシストでのシミュレーションもしてほしい
- 次回は遠心ポンプで受けてみたいです
- 今回のようなトラブルシューティングを繰り返し身につけたい
- 大血管手術（脳分離etc.）下のトラブルシューティング

13. 今回のセミナーは有意義でしたか？

17. 今回のハンズオンセミナーの感想・ご意見・要望等をお書きください

- ありがとうございます。今後も継続していただきたいと思います
- 今後もよろしくお願いいたします
- 可能であれば時間をもう少しいただければ良かったと思います
- 地方での会を開催してほしい
- 非常におもしろく参加できました
- 関西地区で開催してほしいです
- とてもいい経験になりました。今後、自分の施設の回路を用いてもう一度やりたいと思います
- ある程度の知識を持つことは大切だと思います
- 大変勉強になりました。病院への教育・訓練に参考になりました
- とても有意義でした。圧モニターの位置はすぐに変更します
- 今までには特にトラブルを経験したことがなく、何事もなく手術が行われることが当たり前になりがちでしたが、今回実際にたくさんのトラブルを経験することができ自分の無知さを痛感しました。今後、この経験を生かし、より安全な人工心肺を回せるよう努力します

14. 今回体験したことで実際のトラブルに対して経験が生かされるとおもいますか？