

症例報告

術中換気困難症例に対する V-V ECMO を用いた呼吸補助の検討

寒河江 磨・矢萩亮児・五十嵐まなみ・加藤伸彦

要 旨

手術手技、気道確保の問題から術中換気困難であった 19 例に対し V-V ECMO を施行した。目標流量は経皮的酸素飽和度 (SpO₂) 90% 以上を維持できる量とし、直近の 11 例は体外循環開始時に抗凝固を行わず施行した。SpO₂ が一時的に 90% を下回った症例は 2 例、術中離脱困難症例は 3 例、出血・血行動態の破綻から開放型回路への移行が 1 例であった。2 例で一時的に SpO₂ 90% を下回ったが補助流量を上げることにより酸素加を維持することができた。離脱困難であった 3 例は術中の酸素加は十分であったが自己肺への換気の移行が困難であったため ECMO 補助下にて集中治療室入室となった。しかし、全例同日中に離脱可能であった。開放型回路へ移行した 1 例は出血への対応で開放型回路へと移行となったが、術前に想定されていたためスムーズに移行が可能であった。全例において概ね良好な結果を得ることができたが、出血や血行動態の不安定な症例に対しては技術的対処を念頭に置いて臨むことが重要であると考えられた。

索引用語：V-V ECMO、術中換気困難

V-V ECMO respiratory support for a perioperative difficult ventilation cases

Osamu Sagae, Ryogo Yahagi, Manami Igarashi, Nobuhiko Kato

key words : V-V ECMO, perioperative difficult ventilation cases

I. 緒 言

気管狭窄に対する気管支拡張術や低肺機能症例の呼吸器手術は低酸素血症のリスクがある。

手術は術式により分離肺換気、ジェットベンチレーションを併用することにより施行可能であるが、より確実に換気補助を行う目的で Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) 下においても行われている。これらの手術は頸部操作・側臥位にて施行されるためカニューレ挿入部位が制限され、大腿静脈へのカニューレ挿入を余儀なくされることが多くその中での施行となる。

II. 目 的

手術手技、気道確保の問題から術中換気困難である症例に換気補助の目的で veno-venous Extracorporeal membrane oxygenation (V-V ECMO) を施行した。その際の V-V ECMO の有用性と課題について検討を行う。

III. 対 象

2002 年 10 月から 2009 年 5 月に V-V ECMO にて術中換気補助を行った 19 例。年齢 61.5±16.2 歳、男性 11 名、女性 8 名、体表面積 1.54±0.18m²。術式の内訳は気管支狭窄拡張術 6 例、気管支ステント留置術 5 例、気管支腫瘍摘出術 2 例、胸腔鏡下肺切除術 2 例、肺内洗浄術 2 例、気管切開術 1 例、リンパ節群郭清術 1 例 (表 1)。

IV. 方 法

経大腿静脈カニューレ挿入により脱血は上大静脈から、送血は対側の大腿静脈へを行い、回路はヘパリンコーティング閉鎖型回路を使用し遠心ポンプにより送血した。目標流量は SpO₂ が 90% 以上を維持できる量とした。人工肺への吹送ガスは FiO₂ 1.0 を基本とし、

©北海道大学病院 診療支援部 ME 機器管理センター

寒河江 磨 (Osamu Sagae)

〒060-8648 北海道札幌市北区北 14 条西 5 丁目

Division of Medical Engineering Center, Hokkaido University Hospital

Kita 14, Nishi 5, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-8648, Japan

[原稿受理日：2009 年 10 月 10 日 採択日：2010 年 9 月 24 日]

表1 対象

症例	日付	診療科	病名	術式	年齢	M/F	身長 (cm)	体重 (kg)	BSA (m ²)	特記事項
1	2002.10.21	二外	右下葉気管支瘻	右中葉切除	76	M	169	36	1.39	
2	2003.12.1	耳鼻	甲状腺腫瘍	気管切開	75	F	148	55.5	1.52	
3	2004.3.3	救急	右緊張性自然気胸	胸腔鏡下肺切除	66	M	162	62	1.66	左肺機能不全
4	2005.3.24	耳鼻	気道狭窄	気道狭窄症手術	39	M	171	72.5	1.89	気道熱傷
5	2005.3.25	一内	気管腫瘍	気管支腫瘍摘出術	76	M	148	60	1.57	
6	2005.5.23	耳鼻	気道狭窄	気道狭窄症手術	39	M	171	71.5	1.88	気道熱傷
7	2005.6.28	一内	肺癌	気管支狭窄拡張術	61	M	162	50	1.55	
8	2005.9.29	一内	肺胞蛋白症	肺内洗浄術	26	F	157	58	1.62	
9	2008.3.12	一内	肺腺癌 (気道狭窄)	気管支狭窄拡張術	44	M	175	69	1.88	
10	2008.5.28	一内	肺癌 (気管支狭窄)	気管支腫瘍摘出術	77	M	152	39.2	1.34	
11	2008.8.6	一内	気管カルチノイド	気管支ステント留置術	45	F	154	44.1	1.42	
12	2008.10.29	一内	肺癌 (気管支狭窄)	気管支ステント留置術	74	F	148	42.5	1.36	
13	2008.11.7	一内	肺癌 (気管支狭窄)	気管支狭窄拡張術	71	M	167	51.9	1.57	
14	2008.11.21	一内	肺癌 (気管支狭窄)	気管支ステント留置術	74	F	148	42.5	1.36	
15	2009.1.9	一内	気管カルチノイド	気管支ステント留置術	46	F	153	43	1.4	
16	2009.3.10	二外	甲状腺乳頭癌	リンパ節群廓清術	61	F	153	49.8	1.49	
17	2009.3.18	一内	食道癌	気管支狭窄拡張術	73	M	156	48.5	1.49	
18	2009.3.25	一内	肺胞蛋白症	肺内洗浄術	71	F	143	46.2	1.37	
19	2009.5.26	一内	肺癌 (気管支狭窄)	気管支ステント留置術	74	M	166	50	1.54	

BSA : Body Surface Area

- 経大腿静脈カニューレ挿入により上大静脈から脱血 (18 ~ 21Fr ロングカニューレ) を行い、対側の大腿静脈へと送血 (15 ~ 16.5Fr) を行った。
- ヘパリンコーティング閉鎖型回路を使用。
- 送血ポンプとして遠心ポンプを使用。
- 目標流量は SpO₂ 90%以上を維持する流量を最低流量とした。
- 2008年3月からの11例は、体外循環開始時にヘパリンを使用せず施行した。
- 深部静脈血栓症予防のため逐次型空気圧式マッサージ器を用い、間欠的空気圧迫法を併用した。
- 手術開始前に ECMO を施行し、換気停止後酸素加の確認を実施した。

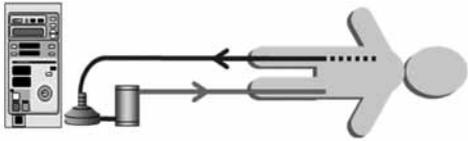


図1 方法

ガス流量は動脈血 CO₂ 分圧が正常範囲内となるようコントロールした。2008年3月からの11例は抗凝固を行わず体外循環を開始し、その際、深部静脈血栓症予防のため逐次型空気圧式マッサージ器を用い下肢の間欠的空気圧迫法を併用した。また、手術開始前に ECMO のみでの酸素加の状態を換気停止下にて評価し、問題がないことを確認後、手術を開始した (図1)。

V. 結 果

手術時間 148.2 ± 154.7min、体外循環時間 153 ±

96min、血液流量 3.8 ± 0.9L/min (F.I. 2.45 ± 0.57L/min)、体外循環中最低動脈血酸素分圧 118.7 ± 66.5mmHg、体外循環中最低 Hb 値 8.7 ± 1.5g/dL。SpO₂ の低下傾向を認めた症例は5例、そのうち最低 SpO₂ が90%を一時的に下回った症例は2例、術中離脱困難症例3例、出血・血行動態の破綻から抗凝固の後、開放型回路への移行が1例あった (表2)。全例で深部静脈血栓症の発症はなかった。SpO₂ 低下傾向を示した症例群とその他の症例群間で体外循環中最低動脈血酸素分圧が SpO₂ 低下傾向群 64.9 ± 26.4 mmHg、その他の症例群 137.9 ± 66.4 mmHg と SpO₂ 低下傾向群が有意に低値を示した。手術時間、体外循環時間、血液流量、体外循環中最低 Hb 値では統計学的有意差は見られなかった (表2)。

VI. 考 察

換気補助のみを行う場合 V-A バイパスによっても施行可能ではある。しかし自己肺での換気がない場合を想定すると、補助流量にもよるが自己心拍出により上肢へ酸素加されない血液が灌流される恐れがあるため V-V バイパスでの施行を選択した。今回は手術操作・体位によってカニューレ挿入部位が制限され、両側大腿静脈へのカニューレ挿入を余儀なくされた。その中で血液流量が確保でき、再循環も比較的少ないと考え脱血を経大腿静脈にて上大静脈から行い、送血を対側の大腿静脈へと行った。送脱血の部位に関しては上大静脈・大腿静脈からの2本脱血とし送血を下大静

表2 結果

症例	術式	手術時間 (min)	体外循環 (min)	換気補助	抗凝固	血液流量 (L/min)	F.I. (L/m ²)	SpO ₂	flow up	特記事項
1	右中葉切除	354	255	分離肺換気	○	2	1.44	100		術中離脱困難
2	気管切開術	91	45		○	3.8	2.5	100		
3	胸腔鏡下肺切除	48	210		○	4	2.41	98		
4	気道狭窄症手術	59	90		○	5.1	2.7	99		
5	気管支腫瘍摘出術	103	84		○	4.9	3.12	98		
6	気道狭窄症手術	202	220		○	4.2	2.23	96		
7	気管支狭窄拡張術	64	70		○	4	2.58	98		術中離脱困難
8	肺内洗浄術	275	360	分離肺換気	○	1.3	0.8	88	○	
9	気管支狭窄拡張術	114	138	jet		3.8	2.02	92	○	
10	気管支腫瘍摘出術	100	135	jet		3.8	2.83	100		
11	気管支ステント留置術	43	96			4.1	2.89	96	○	
12	気管支ステント留置術	107	129	jet		4.5	3.3	92	○	術中離脱困難
13	気管支狭窄拡張術	74	91	jet		3.9	2.48	88	○	
14	気管支ステント留置術	55	71			3.2	2.35	98		
15	気管支ステント留置術	74	121	jet		3.4	2.43	100		
16	リンパ節群郭清術	663	311		△	3.5	2.34	100		開放型回路へ移行
17	気管支狭窄拡張術	54	82	jet		3.8	2.55	97		
18	肺内洗浄術	287	325	分離肺換気		3.8	2.77	95		
19	気管支ステント留置術	48	80	jet		4.3	2.79	100		

F. I. : Flow Index

脈に置くことで再循環量を減少させ酸素加を得られやすくなる¹⁾という報告や、酸素加の効率に関しても大腿静脈から脱血し右心房へ送血した方が効率が良い²⁾とされる報告など様々な見解がある。しかし経験上、ロングカニューレを用いた送血による送血圧の上昇と、血液流量の確保に不安が残ることと、カニューレ挿入部位が制限されたことから本方式を採用した。また、本来体外循環には抗凝固は必須である³⁾が体外循環時間が短時間であると予想できたことと、術野での出血の抑制を目的に直近の11例は抗凝固を行わず施行した。その際、使用部材をすべてヘパリンコーティングとし生体適合性の向上を図り、深部静脈血栓症の予防として下肢の間欠的空気圧迫法を併用した。

5例でSpO₂の低下傾向が見られ、そのうち2例で一時的にSpO₂ 90%を下回ったが補助流量を上げることで酸素加を維持することができた。V-Vバイパスにて施行の際、補助流量を上げることは再循環量を増やすことにもつながりかねないため注意が必要であるが補助流量を上げることで対応可能であった。離脱困難であった3例は術中の酸素加は十分であったが自己肺への移行が困難であったためV-V ECMOによる呼吸補助下にて集中治療室入室となった。しかし、3例とも同日中に離脱可能であった。開放型回路へ移行した1例はV-Vバイパスにて補助を開始したため血行動態に破綻を来した際の補助が難しく、更に出血への対応で抗凝固の後、開放型回路のV-Aバイパス

への移行となった。しかし、術前に想定されていたためスムーズに移行が可能であった。

全例において概ね良好な結果を得ることができたが、SpO₂の低下を認めた症例もあり、その原因の究明には至っておらず今後の検討が必要であると考えられた。また、出血や血行動態の不安定な症例に対しては技術的対処を念頭に置き臨むことが重要であると考えられた。

VII. 結 語

術中換気困難であった症例に対して換気補助としてのV-V ECMOの施行は十分な酸素加を得ることができ有用であった。しかし、課題点も見られたため今後の更なる検討も必要と考えられた。

●参考文献

- 1) Ichiba S, Peek GJ, Firmin RK, et al. : Modifying a venovenous extracorporeal membrane oxygenation circuit to reduce recirculation. *Ann Thorac Surg*, 69 ; 289-299, 2000.
- 2) Rich PB, Awad SS, Schreiner RJ, et al. : A prospective comparison of atrio-femoral and femoro-atrial flow in adult venovenous extracorporeal life support. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 116 ; 628-632, 1998.
- 3) 松田 暉 監 : 新版 経皮的心肺補助法 PCPS の最前線. 第2版, 東京, 秀潤社. 2004. p.56-58.

[本論文は第35回日本体外循環技術医学会大会にて報告した]