

2013.10: 沖縄呼吸ケア研究会定例会

心外術後の合併症に対してIPVが有効であった1例
～ ICUでの術後合併症管理に難渋した症例を振り返って ～

沖縄南部徳洲会病院 臨床工学部¹⁾
同看護部²⁾ リハビリテーションセンター³⁾ 心臓血管外科⁴⁾

○赤嶺 史郎¹⁾ 神谷 敏之¹⁾ 嘉数 太志¹⁾ 垂澤 一輝¹⁾
比屋根 寛²⁾ 糸数 卓弘²⁾ 宇栄原 愛³⁾ 島袋 味希³⁾ 瀬名波 栄信⁴⁾

倫理的配慮

本研究は、患者さま本人・家族に対して写真撮影や研究のためのスライド作成など了承を得ておらず、また院内倫理委員会の了承も得ていないことから、本研究会での報告を対象に作成しています。

そのためプライバシーを厳守し外部に講じないこと、また情報の漏洩は避けて頂きたいと思いをします。

78歳 男性

主訴： 呼吸苦、体重増加(BMI:23.2→28.9)

既往歴： 高血圧、糖尿病、慢性腎不全、腎性貧血、慢性心不全、

現病歴： 大動脈弁狭窄症、狭心症、右心不全、2型糖尿病性腎症

ICU入室までの経過：

糖尿病・腎機能障害で当院内科通院中であつた。平成24年秋頃より呼吸苦、体重増加あり。心エコーでAS指摘され循環器科へ紹介入院。心カテ検査にて手術適応と判断され心臓血管外科へ転科。

平成24年12月28日に人工心肺下CABG:2枝+AVRの手術施行され、術後ICU入室となる。

【心エコー結果】

AS、MR: I° A弁弁輪径: 20mm

【大動脈弁狭窄症、僧帽弁閉鎖不全: I° (OP適応>MRⅢ°)】

maxPG: 75-80mmHg/meanPG: 53mmHg

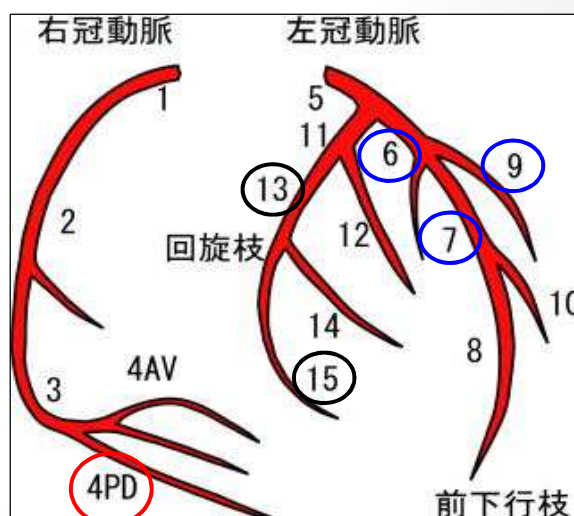
大動脈圧と左心圧との圧較差(重症>max80・mean: 50)

【CAG結果】

RCA: #4PD 90%
(右冠動脈)

LAD: #6 50%
(左前下行枝) #7 90%
#9 total

LCX: #13 75%
(左回旋枝) #15 75%



【開心術】

CX-SVG-Ao

(回旋枝→大伏在静脈-大動脈)

LITA-LAD+AVR

(左内胸動脈→左前下行枝+弁置換)

(生体弁:Magna 19mm)



【人工心肺】

送血部位:

AO(上行大動脈-21Fr)

脱血部位:

SVC(上大静脈-28Fr)

IVC(下大静脈-34Fr)

目標体温: 32°C

ポンプ時間: 299min

大動脈遮断時間: 251min

術中IN/OUTバランス: +2153ml

— ICU入室時所見 —

**Vital: ABP:100/60, NBP:118/55/min, HR:80, BT:36.6°C,
PA:30/18, CO/CI:3.2/1.7, SVO₂:56%, CVP:12**

血液検査:	WBC 96000 / μ l	CPK	2444 IU/l
	Hb 10.1 g/dl	AST	383 IU/l
	Ht 28.1 %	LDH	941 IU/l
	PLT 8.8 × 10 ⁴ 1.3	ALB	3.1 g/dl
	PT-INR / μ l	BUN	35.4 mg/dl
	APTT 32.1 mg/dl	CLEA	1.88 mg/dl
		Na	136 mEq/l
		K	6.1 mEq/l

血液ガス:

PH:7.283, PCO₂:45.2, PO₂:156, HCO₃⁻:20.7, BE:-5.3

－ 開心術後の主な合併症 －

- ① 心タンポナーデ
- ② 出血
- ③ 心不全【低心拍出量症候群(LOS)】
- ④ 不整脈・・・開心術後最も頻度が高い
- ⑤ 腎不全・・・開心術後15%
- ⑥ 脳血管障害(空気塞栓・低酸素脳症)
- ⑦ 感染症(カテーテル・人工材料)、呼吸器感染症(VAP)
- ⑧ 無気肺(強制換気依存による下側肺障害)
- ⑨ 肝障害(輸血・薬剤副作用)
- ⑩ ICU症候群

ICU経過 ①

第1病日 8 12病日 21 22病日 34病日 37病日 47 第55病日

人工呼吸管理

呼吸リハ 再挿管 気管切開

人工呼吸器	NPPV	IPV	人工呼吸器	Tフロー O2:3Lpm
※ 無気肺		※ ウィーニング困難		
Mode: V.SIMV	Mode: CPAP	Mode: VC+.SIMV	Mode: VC+.SIMV	Mode: SPONT
FIO2: 0.5	FIO2: 0.4	FIO2: 0.5	FIO2: 0.4→0.3	FIO2: 0.3
TV: 500	CPAP: 6	TV: 500	TV: 500	PEEP: 3→0
f: 15→10→6		f: 15	f: 12→10→8→6	PSV: 5→OFF
PEEP: 6/PSV: 8		PEEP: 5/PSV: 15	PEEP: 5/PSV: 10→8	TC: 100%

急性期血液浄化

CRRT (CHD: 24h)	SLED HD (7h)	HD (2~4h) +ECUM	間歇HD
PLT↓・膜凝固	※ HIT		
Mode: CHD Qd: 0.8L/h 除水: 0→80→200ml/h NM: 30→40mg/h→ He: 500→700U/h	Mode: CHD Qd: 0.8L/h、除水: 50~400ml/h NM (50→40→30mg/h) +アルカトロパン(側管) (2→1.5→1.0→0.5→0.2mg/h)	Mode: HD QDQB: 500・200ml/min 除水: 0→80→200ml/h NM: 30→40mg/h +アルカトロパン(側管)	透析室で定期透析

ICU経過 ②

	第1病日	第8病日	第22病日	第34病日	第55病日
人工呼吸管理	挿管人工呼吸器	NPPV	IPV	挿管人工呼吸器	T7ロー
鎮静	プロポフォール		ミタゾラム		
鎮痛	フェンタニル				
急性血液浄化	CRRT			HD+ECUM	間歇HD
抗凝固薬	ナファタット	ヘパリン	ナファタット + アルガトロバン		
昇圧剤	NOA				
	DOA + DOB				
冠血管拡張剤	シグマート				
抗不整脈薬	メキシチール				
	オノアクト				
抗生剤	CEZ		BMC		CTR
利尿薬	ローブストン				
血糖コントロール	ヒューマリン持続投与				
消化性潰瘍予防	オメプラール		内服:ランソプラゾール		
その他	呼吸リハビリ(ROM・右胸郭スクイーミング・体位ドレナージ・EZ-PAP・アカベラ)				
			気管切開		内シャント術

CRRT(持続的腎代替療法)

1日24時間行い、その間に、過剰な水分、尿毒症物質、電解質をゆっくり除去する治療方法。

→ Mode: CHDF・CHD・CHF

Renal Indication (腎代替療法)

循環動態の悪化に対する
腎機能の補助目的に施行

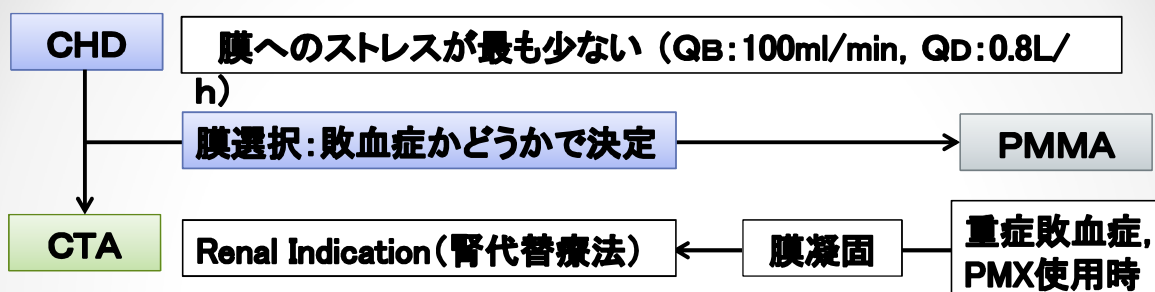
- ・ 透析患者の術後管理
- ・ 循環動態の悪い急性腎不全
- ・ 心原性肺水腫

Non -Renal Indication

悪影響を及ぼしている
病因物質を除去し病態
改善を図る

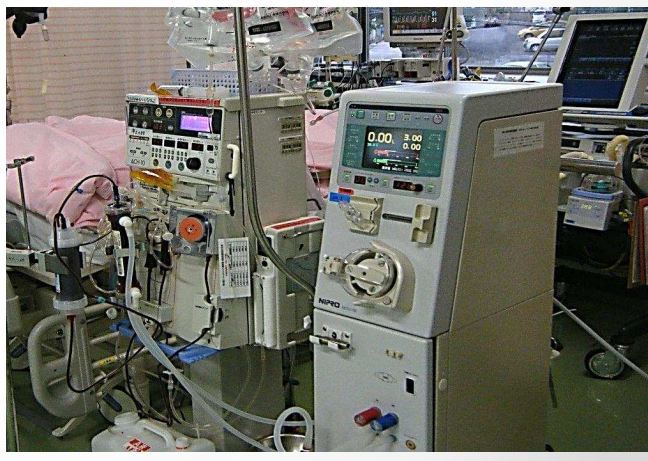
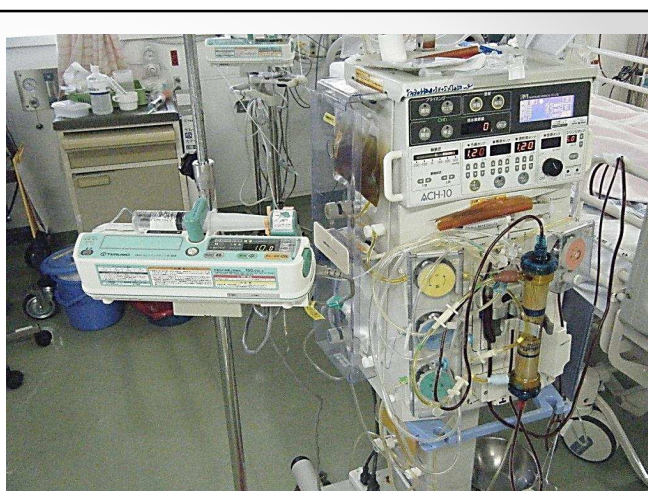
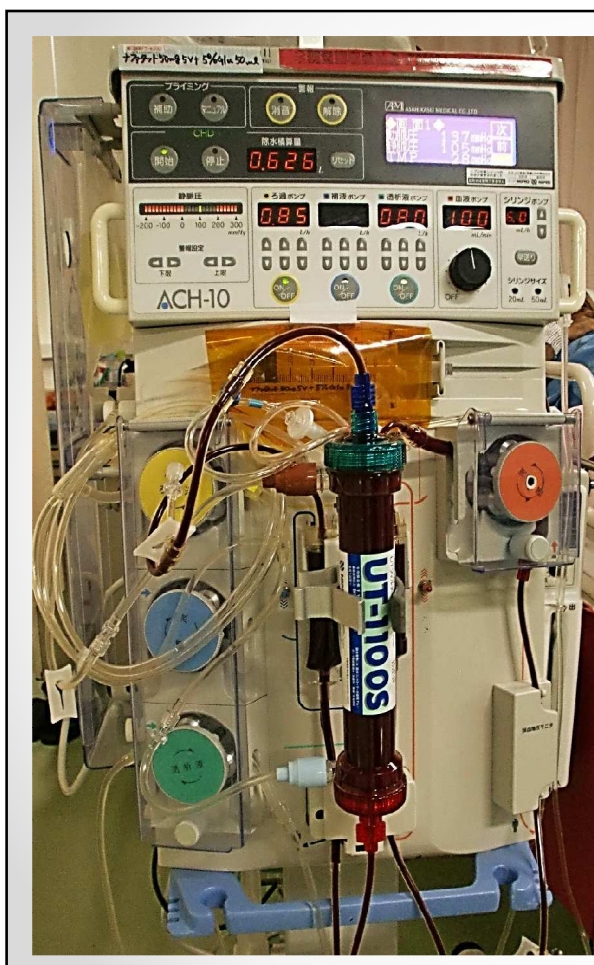
- ・ Sptic shock
- ・ 多臓器不全
- ・ 重症急性膵炎

Mode選択: CHDに統一 (Modeによる生命予後に有意差なし)



その他の血液浄化法: 酸塩基平衡, 平均血圧, カテコラミン使用量で決定





合併症管理 1.

腎不全に対するCRRT継続

→ 頻繁なCRRTの回路凝固

HIT (ヘパリン起因性血小板減少症)

heparin-induced thrombocytopenia

【診 断】

ヘパリン投与中もしくは投与後の血小板数が、30～50%以上の低下を認め、HIT抗体(IgG,IgM,IgA)陽性により診断される。

【分 類】

I型: 非免疫機序で発生 → 10～30%の血小板減少

※. 臨床症状や血栓の合併はない。

II型: ヘパリン依存性の自己抗体が出現

II型の特徴はヘパリン投与平均10日位に発症し、ヘパリンを継続する限り血小板減少は進行し、出血ではなく動静脈血栓が合併。

【代替薬】

本邦ではHITに使用が可能なのはアルガトロバンのみ。

各抗凝固剤の特徴

	ヘパリン	ナファタット	アルガトロバン
半減期	60～120分	5～8分	30～40分
長所	安価で一般的 プロタミンで中和 可能	短時間作用の為、 出血時でも使用可能	ATⅢ欠乏・低下症例に おける抗凝固剤として 臨床使用可能
短所	出血を助長しやすい 他、血小板減少・脂質 代謝異常・骨軟化症 などが懸念される	・大量投与が必要で 経済的な面から長期 使用が難しい ・一部の透析膜では 吸着される	・高価 ・投与量が5mg～40mg/h と大量 ・出血を認める場合は 使用不可

生化学検査

項目	術前	入室時 CRRT開始	第5病日 ヘパリン開始	第12病日 アルガトロバン 開始	第34病日 間歇HD
WBC($10^3/u$)	50.1	96.0	115.9	135.8	92.4
Hb(g/dl)	10.3	10.1	9.3	8.1	8.9
Ht(%)	30.6	28.1	27.5	24.8	26.9
PLT($10^4/u$)	23.1	8.8	4.8	7.2	15.9
CPK(IU/L)	52	2444	576	75	—
AST(IU/L)	24	200	107	45	40
LDH(IU/L)	161	751	921	657	302
ALB(g/dl)	3.2	3.6	3.0	2.9	2.3
BUN(mg/dl)	34.1	35.5	42.2	67.2	84.1
CREA(mg/dl)	2.01	1.88	2.40	2.80	4.18
Na(mEq/l)	141	136	137	139	128
K(mEq/l)	5.0	6.1	4.0	4.0	4.6
AT3(%)	78.4	—	64.7	41.8	—

臨床経過 ①

CRRTにおいて膜および血液回路が頻繁に凝固あり。
抗凝固薬を変更(NM→He)後に凝固はさらに増悪した。

感染症はコントロールされていたが、PLTの大幅な低下
からHITを疑い抗体検査を行った。

検査で陽性反応のためHeを禁止し、NM+アルガトロバン
側管注を開始。変更後回路凝固は改善しCRRTを継続。

徐々に施行時間を短縮して間歇HDへ移行し内シャント
造設、術後55病日を経てICU退室、血液浄化センター
におけるの定期透析となった。

合併症管理 2.

全く改善が見られない無気肺

- 呼吸理学療法 + NPPV(CPAP)
- 再挿管(気管支ファイバースコープ)
 - IPV(パーカッション)施行へ

IPV (肺内パーカッション療法)

Intrapulmonary Percussive Ventilator

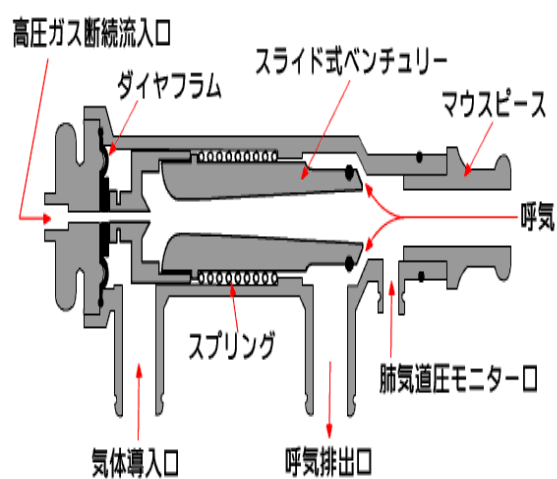


【IPV-1

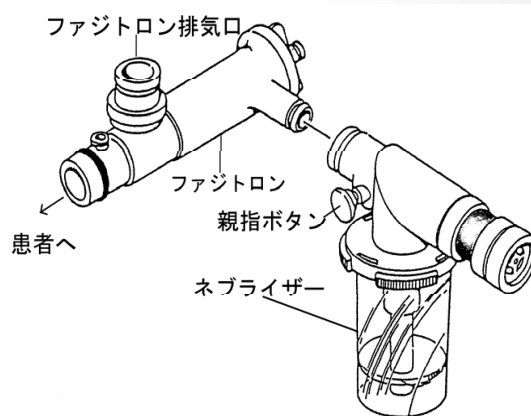
肺内をパーカッション(打撃の意味)しながら、呼吸補助を行う肺内パーカッション式人工呼吸器。断続的かつ高頻度(数百回/min)で噴射(パーカッション)する。

- ① パーカッションによる分泌物の流動化・排痰促進
(重力を考慮した体位との併用で更なる相乗効果が期待)
- ② 喀痰による気管閉塞部の開孔による無気肺の解消
- ③ ガス拡散・攪拌効果により酸素-炭酸ガス交換機能を向上
- ④ ネブライザーからの導入効率が良く薬剤効果が向上

基本構造



パーカッション流 (ファジトロン)



ファジトロン+ネブライザー

- ・エアゾール: 2~5 μ
- ・ネブライザーボトル容量: 20cc
- ・1回の使用時間: 約20分
- ・薬液量は通常のネブライザーの1/3で使用(ドラッグデリバリー効果)

IPVの禁忌：未処置の緊張性気胸

※. 以下の場合には注意して適時使用する！

- ① 気胸の履歴がある場合
- ② 肺から出血がある場合
- ③ 肺切除手術の直後
- ④ 心臓血管不全・冠動脈還流不全
- ⑤ 嘔吐がひどい場合
- ⑥ ろっ骨骨折
- ⑦ 肺塞栓

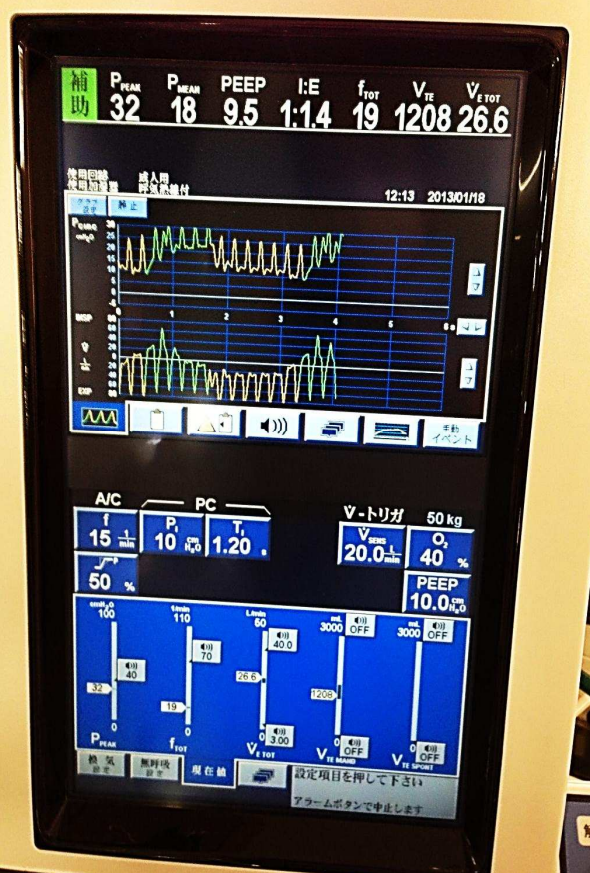
IPV使用時の合併症

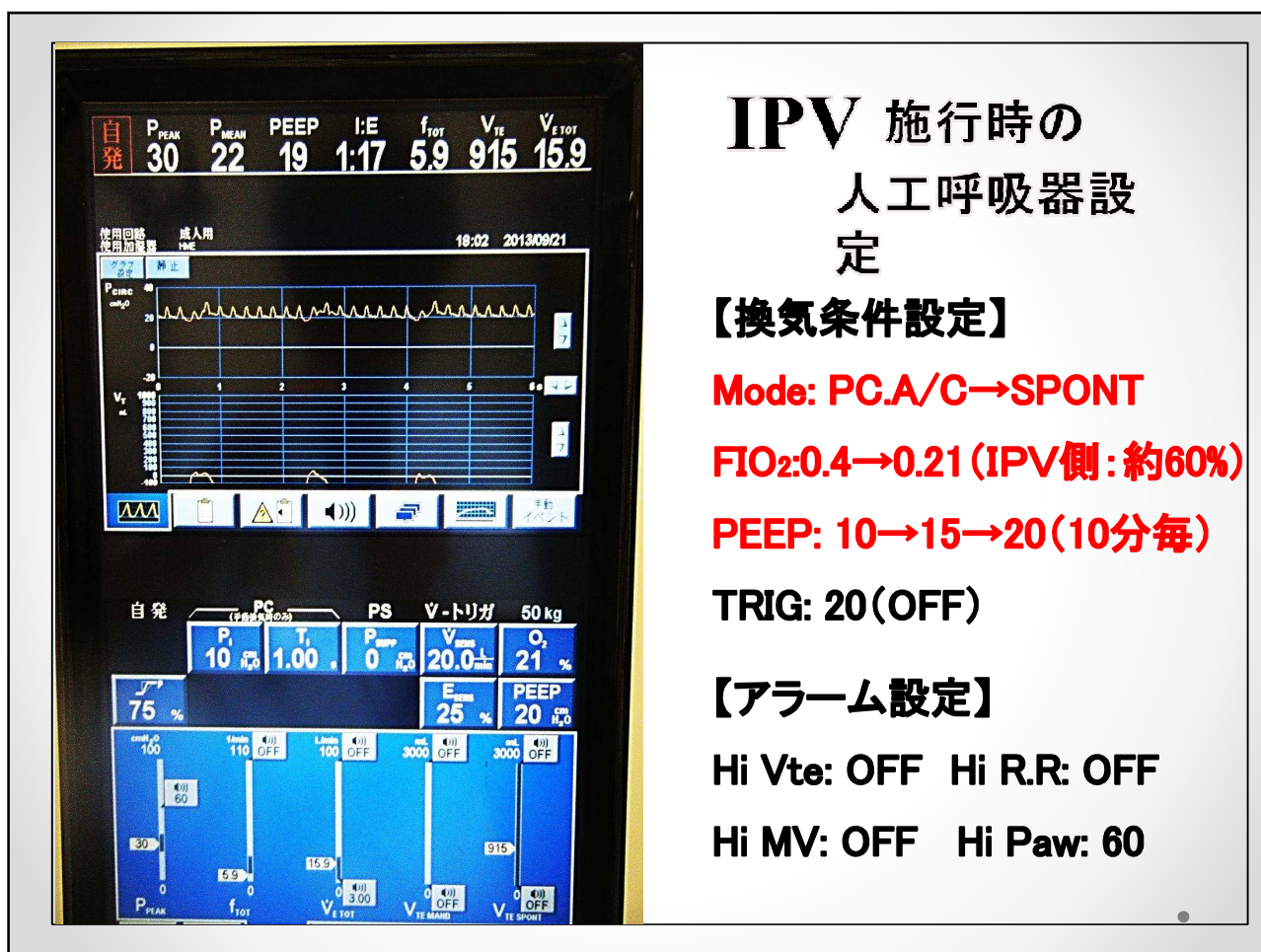
- ① 気胸
- ② Barotrauma
- ③ 過換気・過酸素化
- ④ 心拍出量低下
- ⑤ 不整脈
- ⑥ 胃膨張
- ⑦ エアートラッピング増加
- ⑧ 頭蓋内圧増加
- ⑨ 呼吸抑制
- ⑩ 喀血



IPV 施行手順

- ① 左側臥位固定後
PEEP: 5 → 10 へ変更
～ バイタルチェック ～
- ② 人工呼吸器設定変更
- ③ アラーム設定変更
- ④ IPV: 「ON」
～ バイタルチェック ～
～ 作動状況チェック ～
- ⑤ PEEP10分単位でUP





IPV 施行時の 人工呼吸器設 定

【換気条件設定】

Mode: PC.A/C→SPONT

FIO₂: 0.4→0.21 (IPV側: 約60%)

PEEP: 10→15→20 (10分毎)

TRIG: 20 (OFF)

【アラーム設定】

Hi Vte: OFF Hi R.R: OFF

Hi MV: OFF Hi Paw: 60



IPV 設定

駆動圧: 30psi

Percussion: 5Hz
(300bpm)

Mode: SPONT

CPAP (20cmH₂O) 1日1h×2クールでIPV施行

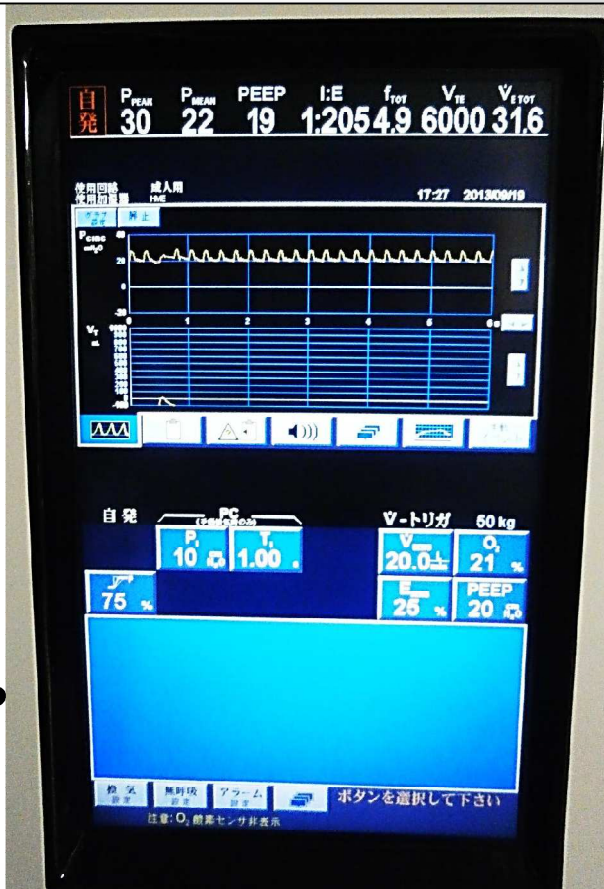
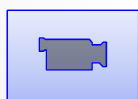
※ 某施設の使用経験者からのアドバイス
(強制換気時のPIP上昇防止のため)

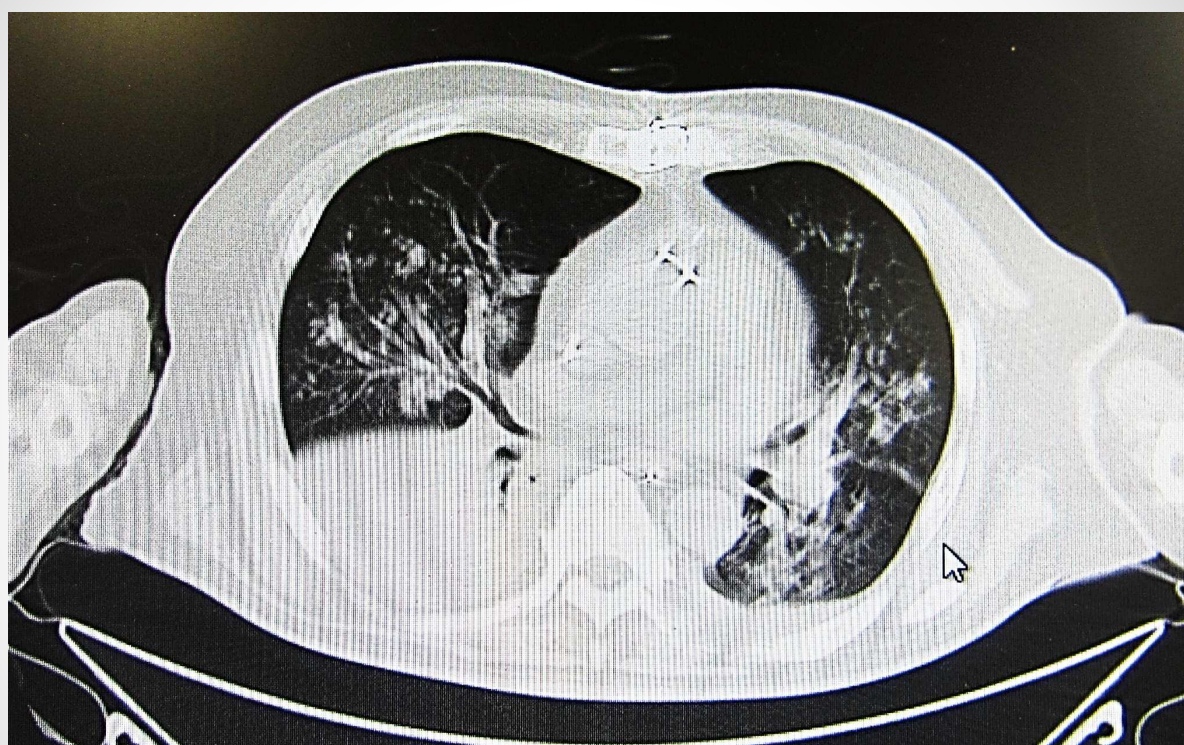
【2日目開始時】

人工呼吸器モニター画面
波形・各パラメータ静止確認

※自発呼吸消失時に発生！
→ 正常動作判定困難

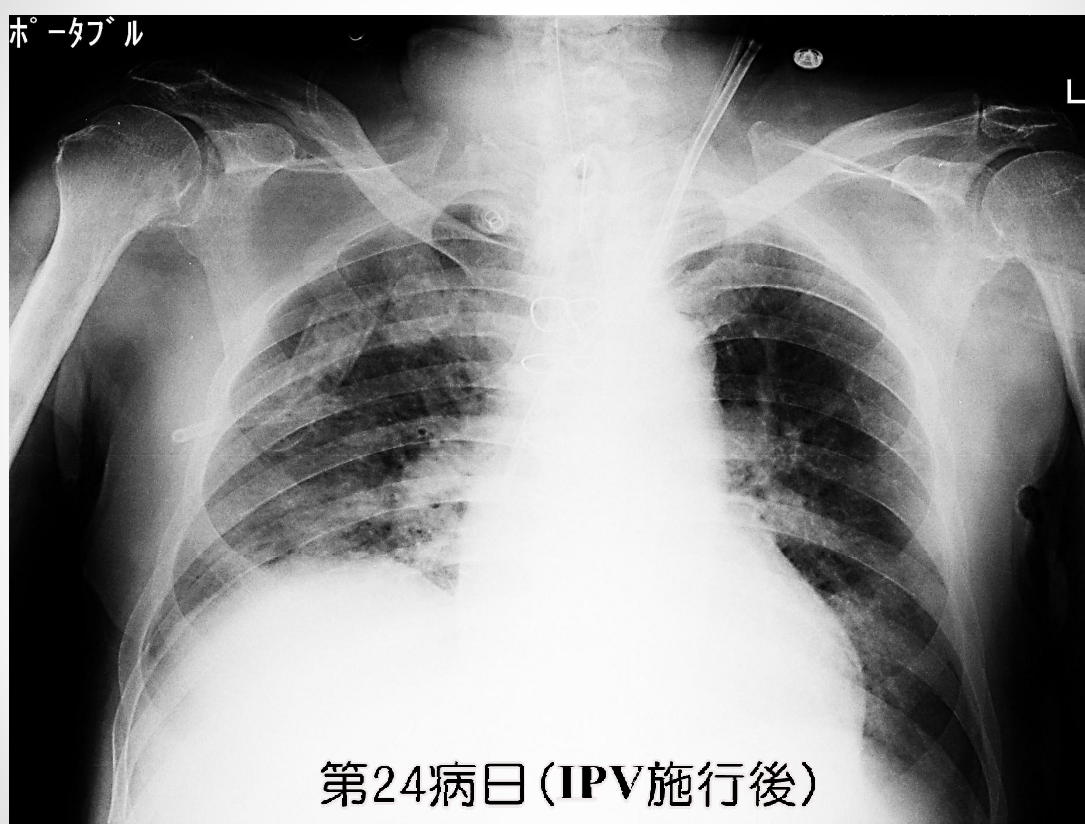
Mode:P.A/Cへ変更
作動状況確認後、再度SPONT
へ変更。
自発呼吸下の正常動作
(PEEP:20cmH₂O)確認しながら
施行。





第21病日(再挿管前)CT画像





血液ガス所見

項目	第8病日 (抜管前)	第21病日 (再挿管前)	第22病日 (IPV開始前)	第22病日 (IPV施行中)	第23病日 (IPV終了)
PH	7.376	7.297	7.328	7.35	7.433
PCO ₂	40.6	52.9	52.1	48.2	39.0
PO ₂	85.6	100	169	430	136
HCO ₃	23.2	—	26.6	26.3	25.6
BE	-1.3	-1.2	0.8	1.0	1.7
条件設定	人工呼吸器 SPONT FIO ₂ :0.4 TC-100% PEEP:0	NPPV S/T FIO ₂ :0.4 IPAP:8 EPAP:4	人工呼吸器 P.SIMV FIO ₂ :0.4 Pi:15 f:15 PEEP:5	IPV併用 駆動圧30Psi Percussion: 5Hz(300bpm) CPAP:20 FIO ₂ :0.4	人工呼吸器 VC.SIMV FIO ₂ :0.4 TV:500 f:12 PEEP:5/PS:

臨床経過 ②

術後3日目、周術期の人工呼吸器強制換気依存により発生した無気肺を胸部XPにて右肺下側部に確認したが、VAPを避け早期ウィーニング抜管しNPPV導入となった。

無気肺の改善に努めたが諸治療に対し抵抗性を示し、結果的に肺炎増強による呼吸不全のため再挿管となった。

再挿管後、人工呼吸器と併用してIPVを開始。2日間の施行により無気肺は改善。その後気管切開を行ったが、廃用症候群や嚥下障害のためリハビリに時間を要するなど人工呼吸器からの離脱に難渋し、術後47日経過して離脱に成功した。

考 察 1.

既往疾患(糖尿病性腎症)による腎機能障害が術後の経過に与える影響は大きかったと考えられる。

CRRTはHITの併発のため頻繁な回路交換を繰り返し、維持・安定継続が困難になった。

また体外循環中の影響から積極的なリハビリテーションが行えないことにより、廃用も進行し長期ICU管理となったと考えられる。

考 察 2.

IPV専用器は機種によってスペックが異なるため、PEEPを付加できる機種を選択し、人工呼吸器との併用を避ける手段も検討する必要があった。

人工呼吸器とIPVを併用するため、高機能の人工呼吸器側でモニタリングを行ったが、IPV施行に伴い動作不良と判断したことから、経験のない特殊な治療を行う場合、事前に機器の作動状況について確認作業(CE)が必要である。

またIPV使用に関しては主治医と協議の上、厳正な管理体制下で施行する必要がある。

～ 症例を振り返って ～

本症例ではCAG検査から術中人工心肺管理、ICUにおいて人工呼吸器およびCRRT管理、ICU退室後は血液浄化センターでの定期透析に至るまで、臨床工学部が一貫して関わられた。

術後合併症の合併症のような経緯となり長期入院となったが、CRRT中のHITへの対応、人工呼吸器とIPVの併用など柔軟に対応し、ICU常勤CEとして機械的安全性の維持を図り治療に貢献することができた。

特に急性期においては、医師・看護師・理学療法士・臨床工学技士など、他職種間での業務連携が図られていない場合、患者の予後にも影響を及ぼす可能性があるため、医師を中心としたチーム医療での治療展開が必須である。