

Journal Club

リクルートメントマニユーマー
は術後肺合併症を予防するか？

2017/4/25

東京ベイ浦安市川医療センター

飯尾 純一郎

本日の論文

JAMA | Preliminary Communication | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

Effect of Intensive vs Moderate Alveolar Recruitment Strategies Added to Lung-Protective Ventilation on Postoperative Pulmonary Complications A Randomized Clinical Trial

Alcino Costa Leme, RRT, PhD; Ludhmila Abrahao Hajjar, MD, PhD; Marcia S. Volpe, MS, RRT, PhD; Julia Tizue Fukushima, MSc; Roberta Ribeiro De Santis Santiago, MD, PhD; Eduardo A. Osawa, MD, PhD; Juliano Pinheiro de Almeida, MD, PhD; Aline Muller Gerent, MD; Rafael Alves Franco, MD; Maria Ignez Zanetti Feltrim, RRT, PhD; Emilia Nozawa, RRT, PhD; Vera Regina de Moraes Coimbra, RRT; Rafael de Moraes Ianotti, RRT; Clarice Shiguemi Hashizume, RRT; Roberto Kalil Filho, MD, PhD; Jose Otavio Costa Auler Jr, MD, PhD; Fabio Biscegli Jatene, MD, PhD; Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, MD, PhD; Marcelo Britto Passos Amato, MD, PhD

JAMA. 2017;317(14):1422-1432.

心臓手術後の術後肺合併症

- ◆心臓手術の後に呼吸器系の合併症はしばしば起こり、致死的事であることがある

Anesthesiology. 2015;123(3):692-713.

- ◆体外循環の使用や開胸に伴う肺の虚脱により肺にダメージを与えてしまう

J Cardiothorac Vasc Anesth. 2007;21(2):279-284.

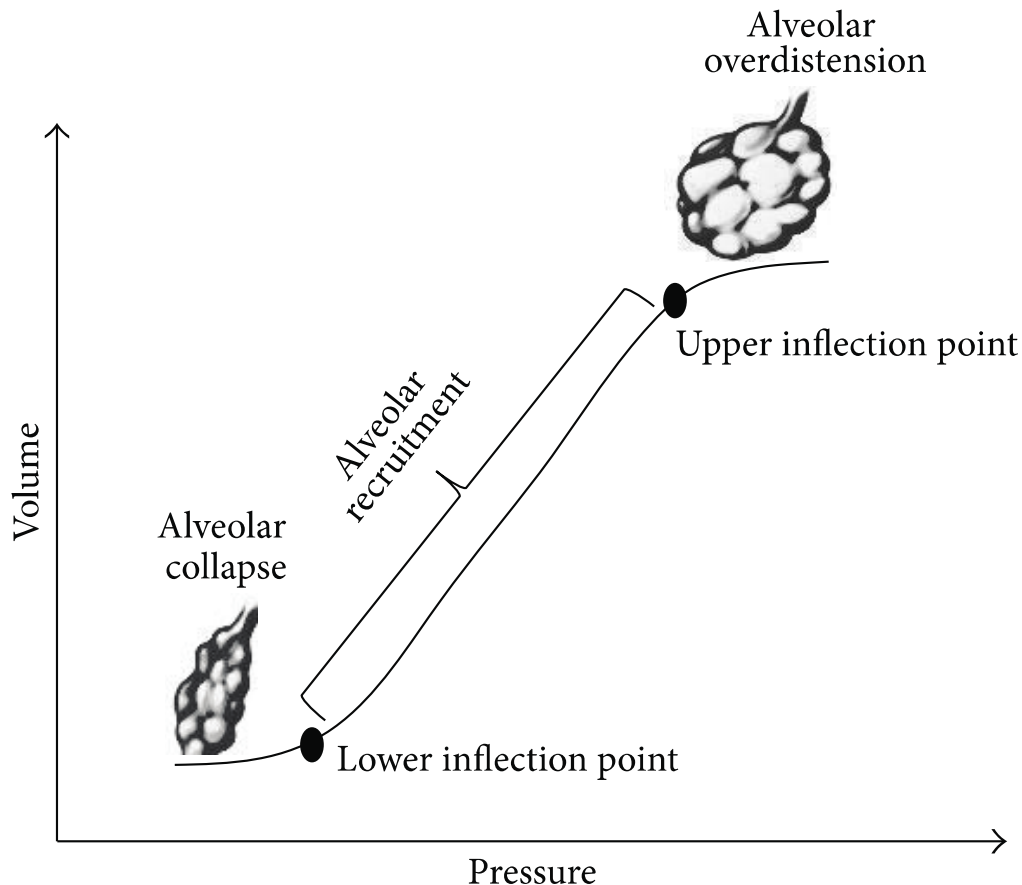
- ◆その結果低酸素、肺炎、VILI、ARDSなどを惹起しリハビリの遅れ、致死率の増加、退院日数の増加、呼吸器離脱の遅れなどを引き起こす

Lancet Respir Med. 2016;4(4):272-280.

術中・術後の人工呼吸器管理において肺保護換気を行うことで術後肺合併症を予防するか？

肺保護換気

人工呼吸器関連肺傷害（VILI）を防ぐ



「過伸展の防止」
low tidal strategy

「虚脱の防止」
PEEP

ORIGINAL ARTICLE

A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery

多施設ランダム化比較試験 (IMPROVE study)

P: 予定腹部手術を施行する成人患者

I: 術中に肺保護換気を施行する

VT 6-8ml/kg, PEEP 6-8cmH₂O, 30分おきにRM

C: 肺保護換気を施行しない

VT 10-12ml/kg, PEEP 0, RMを施行しない

O: 術後7日以内の肺及び肺外合併症

Variable	Nonprotective Ventilation (N=200)	Lung-Protective Ventilation (N=200)	Unadjusted Relative Risk or Between-Group Difference (95% CI)	P Value†	Adjusted Relative Risk or Between-Group Difference (95% CI)‡	P Value
Primary composite outcome — no. (%)						
Within 7 days§	55 (27.5)	21 (10.5)	0.38 (0.24–0.61)	<0.001	0.40 (0.24–0.68)	0.001
Within 30 days	58 (29.0)	25 (12.5)	0.43 (0.28–0.66)	<0.001	0.45 (0.28–0.73)	<0.001
Secondary outcomes — no. (%)						
Pulmonary complication within 7 days¶						
Grade 1 or 2	30 (15.0)	25 (12.5)	0.69 (0.42–1.13)	0.14	0.67 (0.39–1.16)	0.16
Grade ≥3	42 (21.0)	10 (5.0)	0.24 (0.12–0.46)	<0.001	0.23 (0.11–0.49)	<0.001
Atelectasis within 7 days	34 (17.0)	13 (6.5)	0.38 (0.21–0.70)	0.001	0.37 (0.19–0.73)	0.004
Pneumonia within 7 days	16 (8.0)	3 (1.5)	0.19 (0.05–0.63)	0.01	0.19 (0.05–0.66)	0.009
Acute lung injury or ARDS within 7 days	6 (3.0)	1 (0.5)	0.17 (0.02–1.37)	0.12	0.21 (0.02–1.71)	0.14
Need for ventilation within 7 days						
Invasive	7 (3.5)	2 (1.0)	0.29 (0.06–1.36)	0.51	0.40 (0.08–1.97)	0.26
Noninvasive	29 (14.5)	9 (4.5)	0.31 (0.15–0.64)	0.006	0.29 (0.13–0.65)	0.002
Extrapulmonary complication within 7 days						
SIRS	100 (50.0)	86 (43.0)	0.86 (0.70–1.06)	0.16	0.87 (0.65–1.17)	0.37
Sepsis	29 (14.5)	13 (6.5)	0.45 (0.24–0.84)	0.04	0.48 (0.25–0.93)	0.03
Severe sepsis or septic shock	9 (4.5)	8 (4.0)	0.89 (0.35–2.26)	0.80	1.48 (0.51–4.32)	0.47
Death within 30 days	7 (3.5)	6 (3.0)	0.86 (0.29–2.51)	0.80	1.13 (0.36–3.61)	0.83

肺保護換気群で、
術後肺合併症の低下（無気肺、肺炎、NIVの使用）

本研究では、
低1回換気、PEEP、RMの
どれが良かったのかわからない

Association Between Use of Lung-Protective Ventilation With Lower Tidal Volumes and Clinical Outcomes Among Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome

A Meta-analysis

ARDS以外を理由に人工呼吸器管理をされた
患者を対象に、
低1回換気と高1回換気を比較した研究を
集めてメタ解析
ほとんどが周術期患者を対象

低1回換気（6-8ml/kg）はARDSでなくても有効である

Low VT High VT

肺傷害

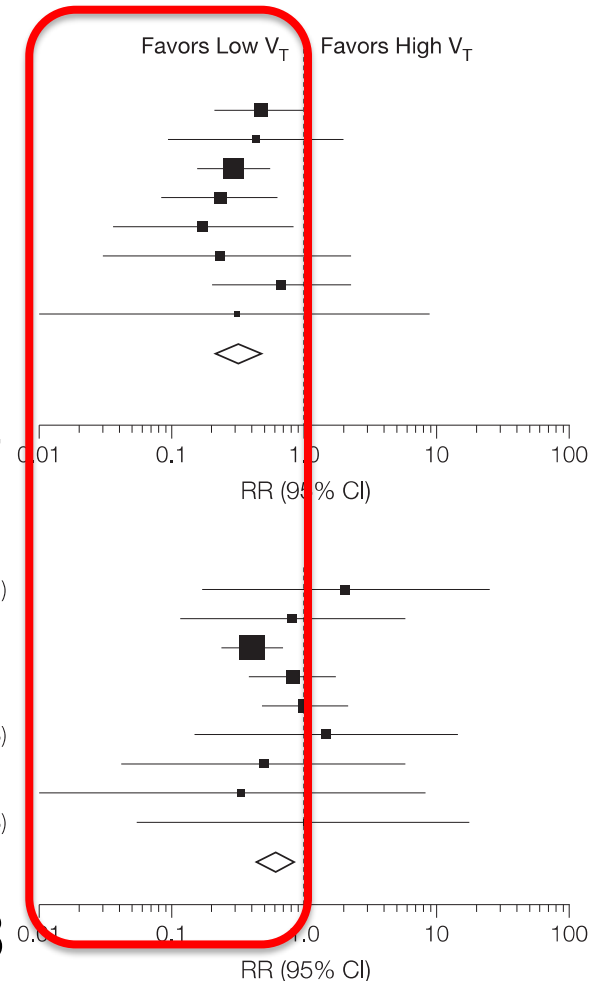
Lung injury

	High V _T , No.		Low V _T , No.		Weight, %	RR (95% CI)
	Events	Total	Events	Total		
Gajic et al, ¹⁶ 2004	32	100	12	66	18.1	0.47 (0.22-1.00)
Michelet et al, ²⁰ 2006	6	26	3	26	4.6	0.43 (0.10-1.97)
Yilmaz et al, ²³ 2007	60	212	17	163	40.7	0.29 (0.16-0.53)
Licker et al, ²⁶ 2009	20	533	5	558	17.7	0.23 (0.09-0.62)
Determann et al, ²⁷ 2010	10	74	2	76	8.6	0.17 (0.04-0.82)
Yang et al, ³¹ 2011	4	50	1	50	3.4	0.23 (0.03-2.18)
Fernandez-Bustamante et al, ²⁹ 2011	5	75	7	154	5.6	0.67 (0.20-2.17)
Weingarten et al, ³² 2012	1	20	0	20	1.3	0.32 (0.01-8.26)
Subtotal (95% CI)		1090		1113	100.0	0.33 (0.23-0.47)
Total events	138		47			

Heterogeneity: $\chi^2_7 = 3.74$; $P = .81$, $I^2 = 0\%$

Test for overall effect: $z = 6.06$; $P < .001$

NNT 11



死亡

Mortality

	High V _T , No.		Low V _T , No.		Weight, %	RR (95% CI)
	Events	Total	Events	Total		
Michelet et al, ²⁰ 2006	1	26	2	26	1.0	2.08 (0.18-24.51)
Wolthuis et al, ²² 2007	2	13	3	23	2.5	0.82 (0.12-5.71)
Yilmaz et al, ²³ 2007	69	212	27	163	55.7	0.41 (0.25-0.68)
Licker et al, ²⁶ 2009	15	533	13	558	16.7	0.82 (0.39-1.75)
Determann et al, ²⁷ 2010	23	74	24	76	17.7	1.02 (0.51-2.04)
Fernandez-Bustamante et al, ²⁹ 2011	1	75	3	154	1.5	1.47 (0.15-14.38)
Sundar et al, ³⁰ 2011	2	74	1	75	2.2	0.49 (0.04-5.48)
Yang et al, ³¹ 2011	1	50	0	50	1.7	0.33 (0.01-8.21)
Weingarten et al, ³² 2012	1	20	1	20	1.1	1.00 (0.06-17.18)
Subtotal (95% CI)		1077		1145	100.0	0.64 (0.46-0.86)
Total events	115		74			

Heterogeneity: $\chi^2_8 = 6.94$; $P = .54$, $I^2 = 0\%$

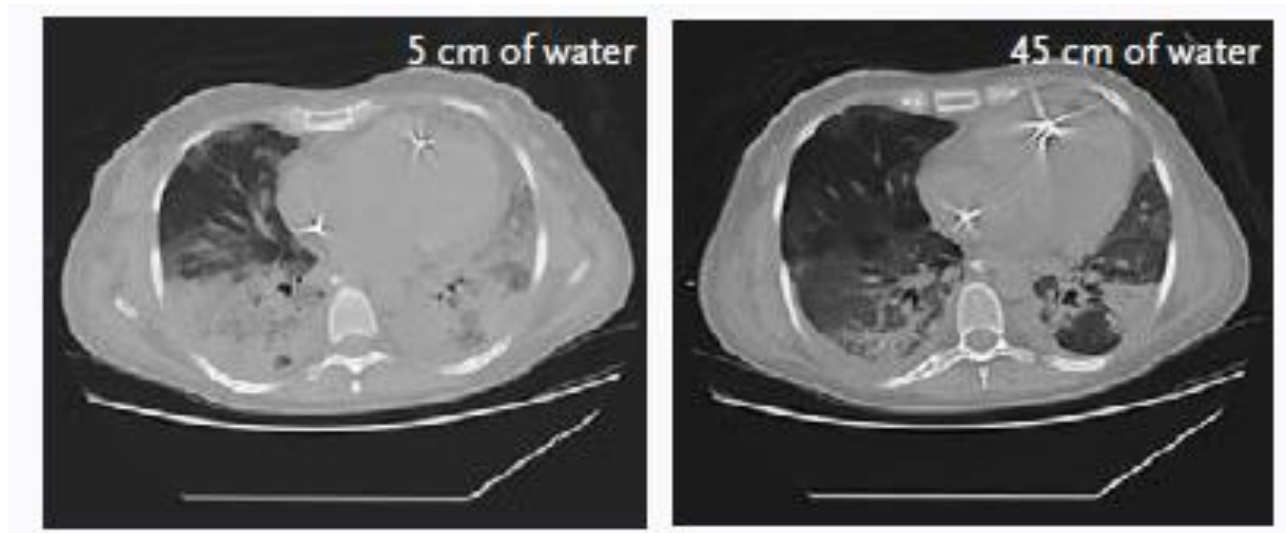
Test for overall effect: $z = 2.68$; $P = .007$

NNT 23

リクルートメントマニユーマーは
どうか？

リクルートメントマニューバー

高圧をかけて虚脱肺を膨らませること
主にARDSを対象に研究
40-40法や段階的に圧を上げていく方法
などがある



Clinical question

リクルートメントマニューバーを
肺保護換気に追加して行うことで
術後肺合併症を減らすことができるか

本日の論文

JAMA | Preliminary Communication | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

Effect of Intensive vs Moderate Alveolar Recruitment Strategies Added to Lung-Protective Ventilation on Postoperative Pulmonary Complications A Randomized Clinical Trial

Alcino Costa Leme, RRT, PhD; Ludhmila Abrahao Hajjar, MD, PhD; Marcia S. Volpe, MS, RRT, PhD; Julia Tizue Fukushima, MSc; Roberta Ribeiro De Santis Santiago, MD, PhD; Eduardo A. Osawa, MD, PhD; Juliano Pinheiro de Almeida, MD, PhD; Aline Muller Gerent, MD; Rafael Alves Franco, MD; Maria Ignez Zanetti Feltrim, RRT, PhD; Emilia Nozawa, RRT, PhD; Vera Regina de Moraes Coimbra, RRT; Rafael de Moraes Ianotti, RRT; Clarice Shiguemi Hashizume, RRT; Roberto Kalil Filho, MD, PhD; Jose Otavio Costa Auler Jr, MD, PhD; Fabio Biscegli Jatene, MD, PhD; Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, MD, PhD; Marcelo Britto Passos Amato, MD, PhD

JAMA. 2017;317(14):1422-1432.

論文のPICO

P: 心臓血管外科の術後ICUで低酸素血症の患者

I: intensiveな肺胞リクルートメント＋肺保護換気

C: moderateな肺胞リクルートメント＋肺保護換気

O: 術後肺合併症の重症度

研究デザイン

単施設ランダム化比較試験

ブラジル サンパウロ大学心臓血管センター

2011年12月から2014年2月まで

Inclusion criteria

予定のCABG、弁膜症手術を実施され、
術後ICU入室時に低酸素血症であった患者

低酸素血症の定義

P/F ratio < 250 mmHg (PEEP $\geq$ 5 H₂O)

Exclusion criteria

- 18歳以下、80歳以上
- 既往に呼吸器疾患の存在 ($FEV1/FVC < 70\%$)
- 過去に心臓血管外科の手術歴がある
- 神経筋疾患の既往
- 肺高血圧症 ($mPA \geq 35\text{mmHg}$)
- $EF < 35\%$
- BMI 20以下、40以上
- 緊急手術 VAD使用
- NAD 2γ以上の使用
- 入室時に低血圧、不整脈あり
- 入室時に気胸、エアリークあり
- 他研究に組み込まれている

プロトコール

- ◆術中についてはプロトコール記載あり
- ◆最初はVCVで換気
- ◆TV 6ml/kg PBW、FiO₂:0.6、PEEP 5cm H₂O で換気開始
- ◆研究組み込みを確認後、1:1にランダム化する
- ◆ランダム化はweb-based programにより行われ concealmentは保証されている
- ◆患者はフェンタニル、ミダゾラム、cisatracurium で鎮静、鎮痛、筋弛緩を行っている

PV Curveを描く

- ◆人工呼吸器はGalileo（Hamilton社）を使用
- ◆まずはPV Toolを用いて、PV curveを描く
- ◆ベースラインはPEEP 5 cmH₂O
- ◆圧を1秒に2cmH₂Oごと増加させて30cmH₂O
まで上げる
- ◆同様のスピードで5cmH₂Oに戻す
- ◆4時間後に再度上記を行う

それぞれのプロトコール

Intensive group

リクルートメントは**60秒**
インターバルは60秒で3回行う

リクルートメント中の設定は**PCV**
PEEP : 30cmH₂O
Driving pressure : 15 cmH₂O
RR:15 吸気時間1.5秒 FiO₂:0.4

インターバル設定は**AC/PC**
Driving pressureをVT:6ml/kgになるように調節
FiO₂:0.4 吸気時間1秒 **PEEP13cmH₂O**
呼吸数はPaCO₂:35-45になるように設定

Moderate group

リクルートメントは**30秒**
インターバルは60秒で3回行う

リクルートメント中の設定は**CPAP**
CPAP : 20cmH₂O
FiO₂:0.6

インターバル設定は**AC/VC**
VT 6ml/kg 漸減波
FiO₂:0.6 吸気時間1秒 **PEEP8cmH₂O**
呼吸数はPaCO₂:35-45になるように設定

リクルートメントの開始基準

- ◆ 血行動態が安定している
下肢挙上試験が陰性
- ◆ RM前に昇圧薬を以下のように調整
Intensive群でMAP>80mmHgになるように
Moderate群でMAP>70mmHgになるように

リクルートメント施行後は

4時間後に再度PV curveを描き、リクルートメントを実施
その後ウィーニングを進める

PSを5まで下げてPEEPは抜管まで固定とする

抜管後

- ◆酸素投与下で $SpO_2 < 90\%$
- ◆ $5l/min$ 以上の酸素投与が必要
- ◆ $RR > 30$

上記を満たす場合はNIVを使用

CPAP 10以上、PS : 5-10で開始する

Primary outcome

Postoperative pulmonary complication score

grade	所見
1	乾性咳嗽、レントゲン異常なし、BT<37.5 軽度呼吸困難
2	湿性咳嗽、wheeze、SpO2<90%(r/a)、胸部XP異常、BT>37.5、PaCO2>50
3	胸水、肺炎（レントゲン画像、白血球上昇、発熱、喀痰増加）、気胸、NIPPV使用（酸素投与下でSpO2<92%、5l以上の酸素投与、RR>30）、48時間以内の再挿管 NIPPVも含めた人工呼吸器使用48時間未満
4	術後48時間以上の人工呼吸器管理
5	退院前の死亡

Secondary outcome

- ICU滞在期間
- 入院期間
- 死亡率
- 5日以内のbarotrauma 発生

Post hoc outcome

- POD5までに酸素が必要となるか
- ICUでの人工呼吸器使用
- NIV使用
- 肺炎発生率
- 創部感染
- 術後6時間以内の出血
- 心血管系イベント
- 敗血症
- 心房細動
- 再手術

サンプルサイズ

先行研究からGrade3以上の肺合併症の発生率を、
Moderate群では30%と見積もり

JAMA. 2006;296(15):1851-1857.

N Engl J Med. 2013;369(5):428-437.

Intensive RMにより15%発生率が低下すると推測

α エラー 0.05、power 90%

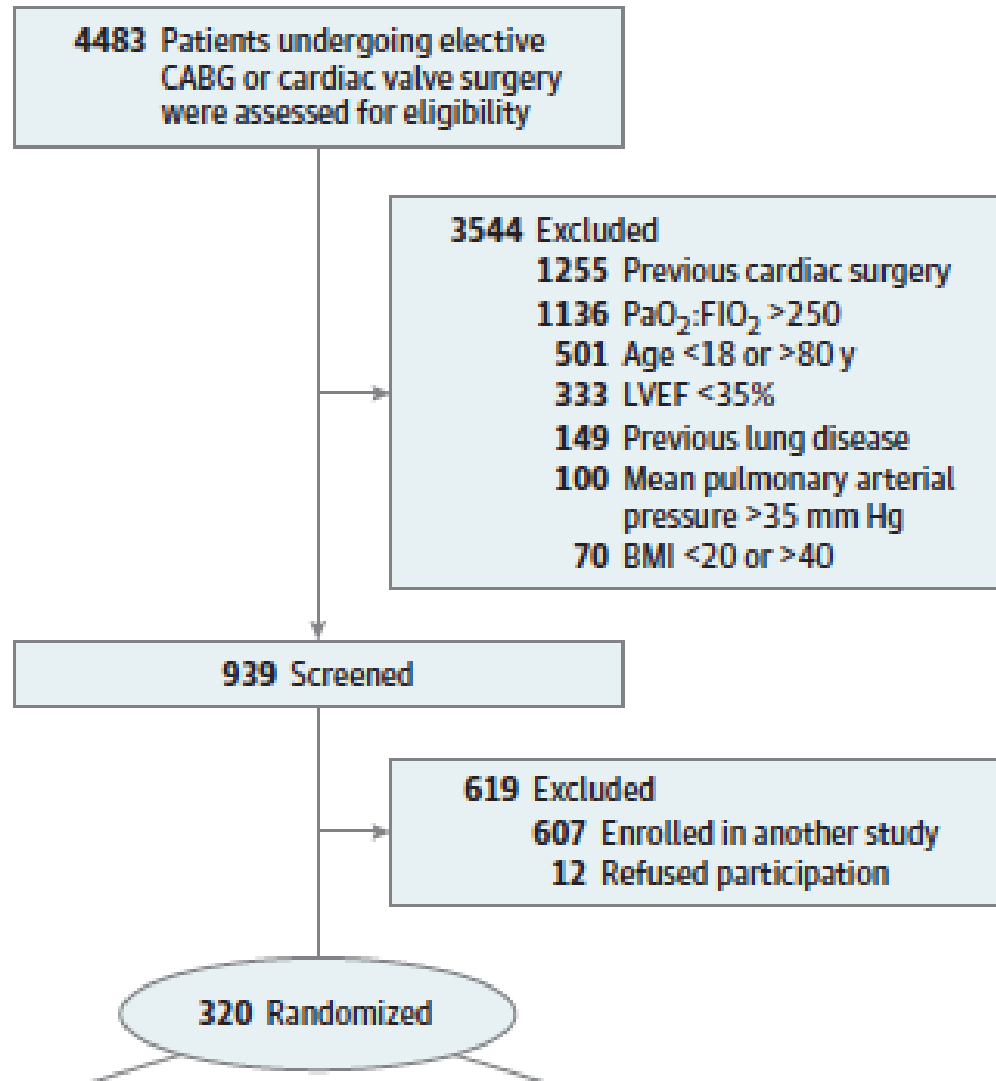
サンプルサイズを両群で322人と算出した

統計解析

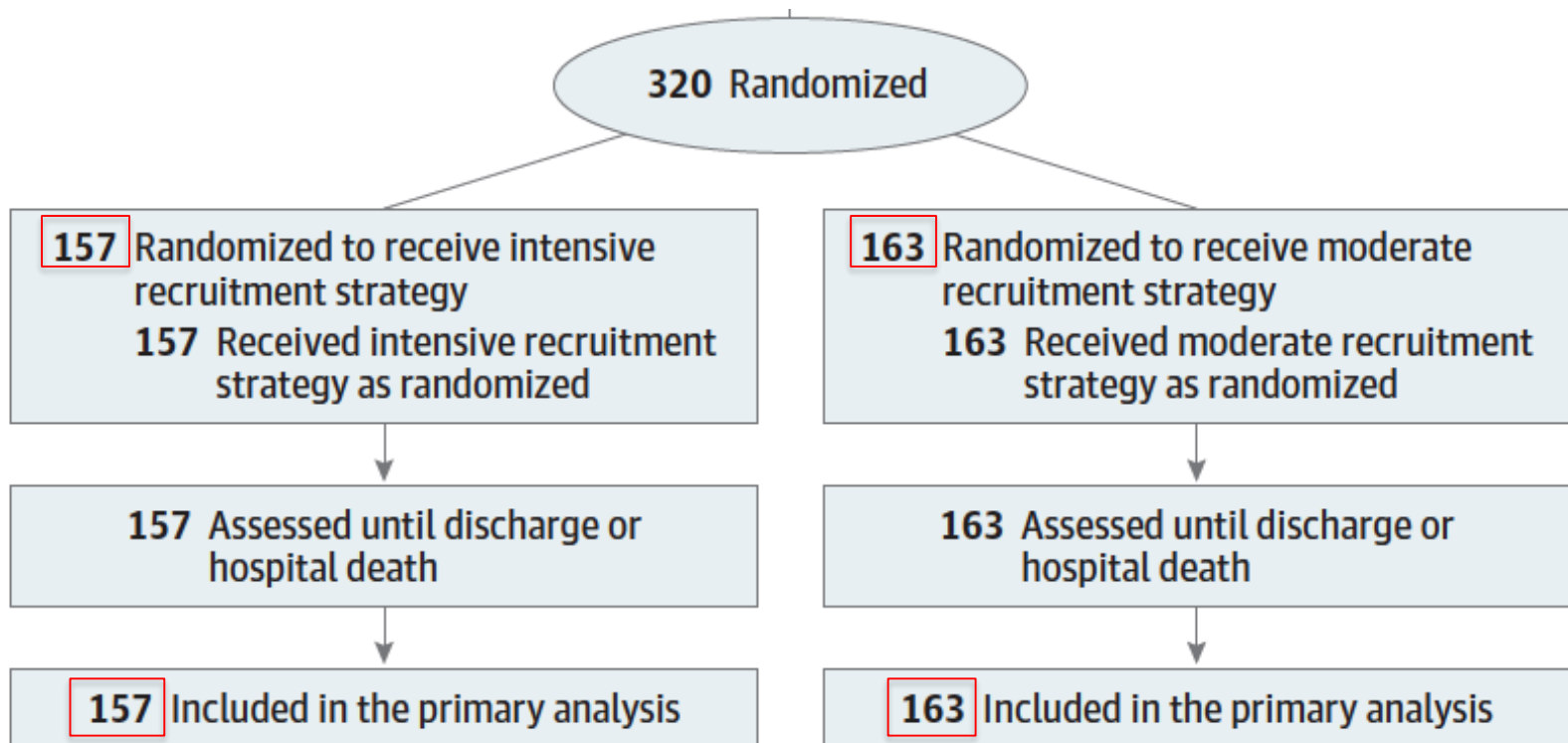
- ITT解析で実施
- スコアリングはMann WhitneyのU検定
- カテゴリー変数はFisher検定
- ICU滞在期間、入院期間：log rank検定でK-M曲線
- 院内での死亡率：ロジスティック回帰分析
- p値 0.05未満を有意とした
- SPSS version 19で解析

結果

割り付け



割り付け



ベースライン

Table 1. Baseline Characteristics^a

Variables	Recruitment Strategy	
	Intensive (n = 157)	Moderate (n = 163)
Men	98 (62)	97 (60)
Age, y	62 (56-68)	63 (57-70)
Weight, kg	76 (68-86)	76 (68-86)
BMI	28 (25-31)	28 (24-30)
PBW, kg ^b	62 (52-68)	62 (52-68)
LVEF, %	60 (50-65)	60 (50-65)
Creatinine, mg/dL	1.1 (0.9-1.3)	1.1 (0.9-1.4)
Comorbid conditions		
Hypertension	137 (87)	134 (82)
Dyslipidemia	97 (62)	100 (61)
Diabetes mellitus	71 (45)	70 (43)
Angina	69 (44)	63 (39)
Previous AMI	44 (28)	49 (30)
Smoking	38 (24)	44 (27)
Heart failure ^c	27 (17)	33 (20)
RV dysfunction ^d	10 (6)	11 (7)
Liver disease	3 (2)	3 (2)
EuroSCORE ^e	3 (2-5)	3 (2-5)
Parsonnett score ^f	7 (4-11)	8 (4-12)

2群でほとんど変わらない
年齢は60代
BMIは平均28
EFは60%と心機能良好
喫煙歴は4割前後
心不全の既往は約20%

手術内容

Table 2. Intraoperative Characteristics

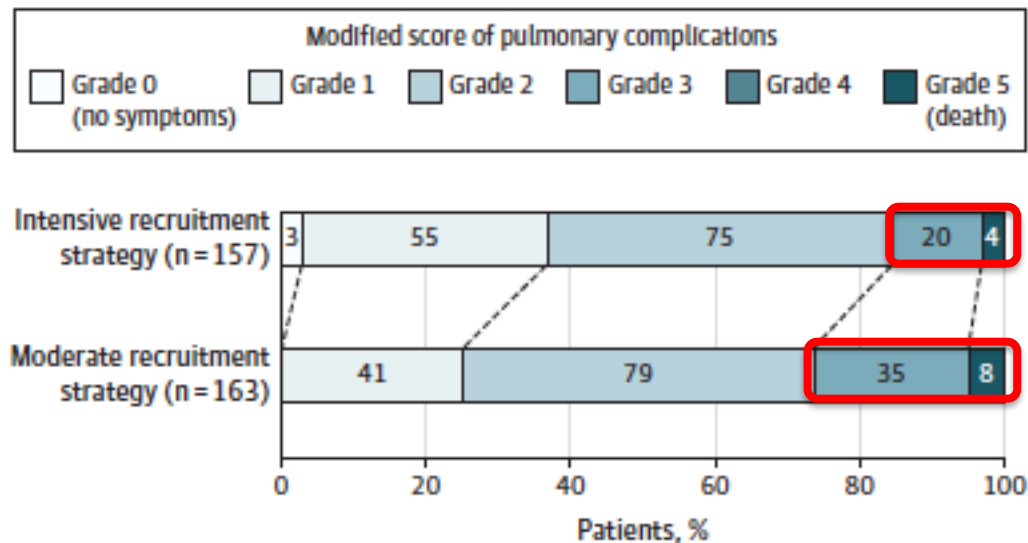
Variables	Recruitment Strategy, No. (%) of Patients	
	Intensive (n = 157)	Moderate (n = 163)
Type of surgery		
CABG	116 (74)	119 (73)
Valvular repair	35 (22)	36 (22)
Combined	6 (4)	8 (5)
Duration of surgery, median (IQR), min	390 (340-450)	390 (335-450)
Use of CPB	134 (85)	135 (83)
Length of CPB, median (IQR), min	91 (78-104)	90 (75-107)
No. of grafts		
1	3 (2)	8 (5)
2	30 (19)	35 (21)
≥3	89 (57)	84 (52)
Type of graft		
Mammary arterial	122 (78)	127 (78)
Saphenous vein	112 (71)	121 (74)
Radial arterial	10 (6)	4 (2)
Alveolar recruitment maneuver during surgery ^a	49 (31)	44 (27)
Drug exposure		
Dobutamine	148 (94)	152 (94)
Epinephrine	18 (12)	14 (9)
Nitroglycerin	53 (34)	47 (29)
Nitroprusside	40 (26)	42 (26)
Norepinephrine	15 (10)	21 (13)
Fluid balance, median (IQR), L ^b	3.1 (2.4-3.7)	3.0 (2.0-3.7)
Net blood loss, median (IQR), L (accounting for transfused red blood cells)	0.3 (0.1-0.5)	0.3 (0.1-0.4)

- CABGが7割
- 人工心肺は8割
ずつ使用（90分）
- カテコラミン使用は両群で変わらず
- 術中バランスは両群とも+3L

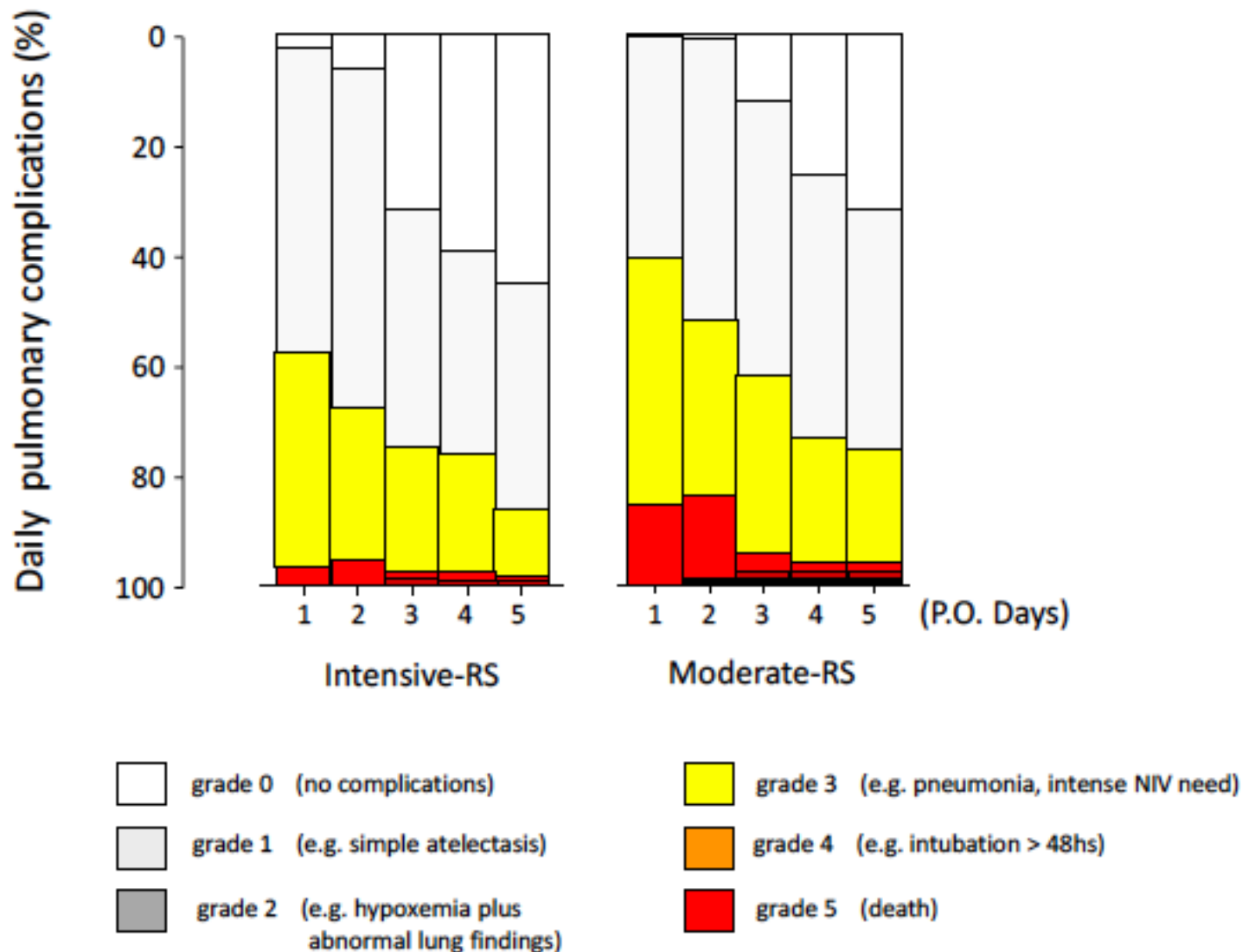
Primary outcome

Variables	Recruitment Strategy		Odds Ratio (95% CI) or Absolute Difference, % (95% CI)	P Value Unadjusted
	Intensive (n = 157)	Moderate (n = 163)		
Primary outcome				
Pulmonary complication severity score	1.7 (1 to 2)	2 (1.5 to 3)	1.86 (1.22 to 2.83) ^a	.003 ^b
Dichotomized as grade, No. (%) ^c				
≥2	99 (63)	122 (75)	-11.8 (-21.6 to -1.7)	
≥3	24 (15)	43 (26)	-11.1 (-19.8 to -2.2)	
≥4	4 (2.5)	8 (4.9)	-2.4 (-7.1 to 2.2)	

Grade 3以上の術後肺合併症はIntensive RM群で少ない



術後5日間における肺合併症



Secondary outcome

Variables	Recruitment Strategy		Odds Ratio (95% CI) or Absolute Difference, % (95% CI)	P Value Unadjusted
	Intensive (n = 157)	Moderate (n = 163)		
Secondary outcomes				
ICU stay, median (IQR), d	3.8 (3.4-4.3)	4.8 (4.2-5.3)	-1.0 (-1.6 to -0.2)	.01 ^d
Hospital stay, median (IQR), d	10.9 (9.9-11.9)	12.4 (11.3-13.6)	-1.5 (-3.1 to -0.3)	.04 ^d
Hospital death, No. (%)	4 (2.5)	8 (4.9)	-2.4 (-7.1 to 2.2)	.27 ^h
Barotrauma, No. (%) ^f	0	1 (0.6)	-0.6 (-1.8 to 0.6)	.51 ^e

ICU滞在、入院期間はIntensive RM群で短い

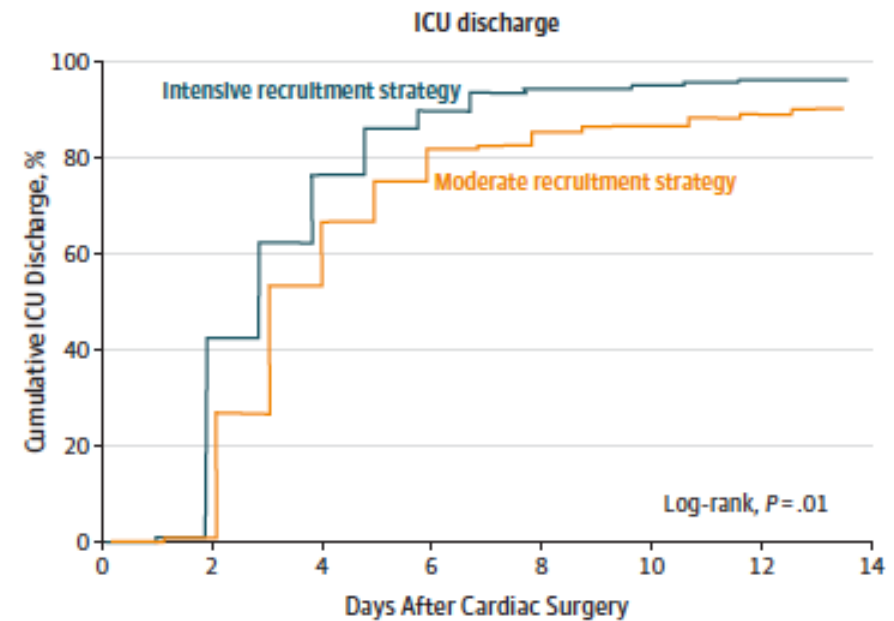
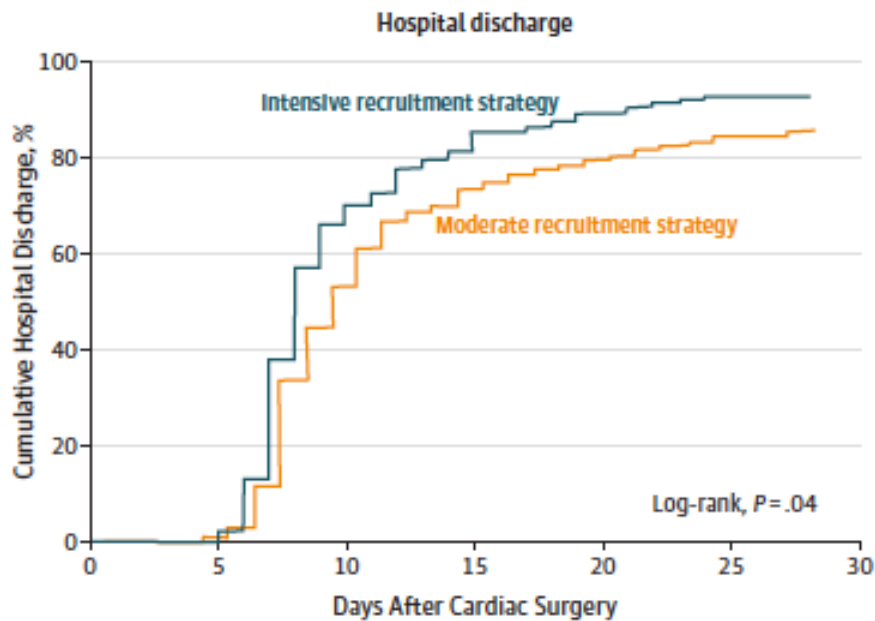
Barotraumaは両群で変わりなし

Other outcome

Variables	Recruitment Strategy		Odds Ratio (95% CI) or Absolute Difference, % (95% CI)	P Value Unadjusted
	Intensive (n = 157)	Moderate (n = 163)		
Other outcomes				
Need of supplemental O ₂ >24 h within first 5 d, No. (%) ^g	93 (59)	125 (77)	-17.5 (-27.2 to -7.2)	.001 ^h
Mechanical ventilation in ICU, mean (95% CI), h ^g	10.6 (9.6-11.3)	11.7 (10.8-12.5)	1.1 (-1.7 to -0.3)	.02 ⁱ
Extended use of NIV, No. (%) ^{g,j}	6 (4)	25 (15)	-11.5 (-17.2 to -5.2)	<.001 ^h
Pneumonia, No. (%) ^{g,k}	15 (10)	17 (10)	-0.9 (-7.6 to 5.9)	.79 ^h
Hospital wound infection, No. (%)	13 (8)	12 (7)	0.3 (-5.8 to 6.4)	.76 ^h
Blood loss >300 mL in first 6 h after surgery, No. (%)	5 (3)	11 (7)	-3.6 (-8.8 to 1.4)	.14 ^h
Cardiovascular complications, whole hospital stay, No. (%)				
Septic shock	3 (2)	4 (3)	-0.5 (-4.4 to 3.3)	.74 ^h
Atrial fibrillation	13 (8)	16 (10)	-1.5 (-8.0 to 5.0)	.63 ^h
Reoperation	3 (2)	4 (3)	-0.5 (-4.4 to 3.3)	.74 ^h

24時間以上の酸素投与、人工呼吸器期間、
NIV使用はIntensive RM群で少ない

Secondary outcomeのK-M曲線



No. at risk

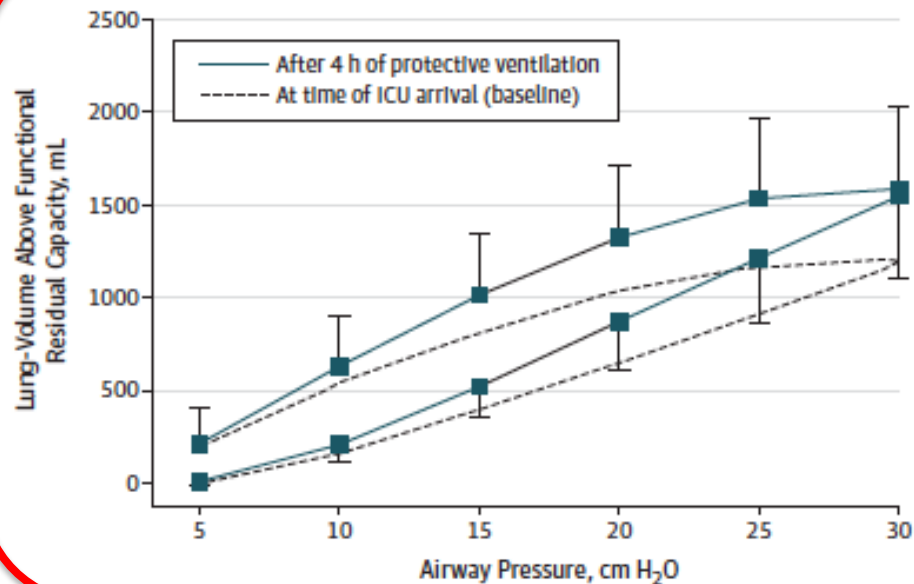
Intensive	157	53	19	11
Moderate	163	75	32	20

157	38	10	6
163	54	18	14

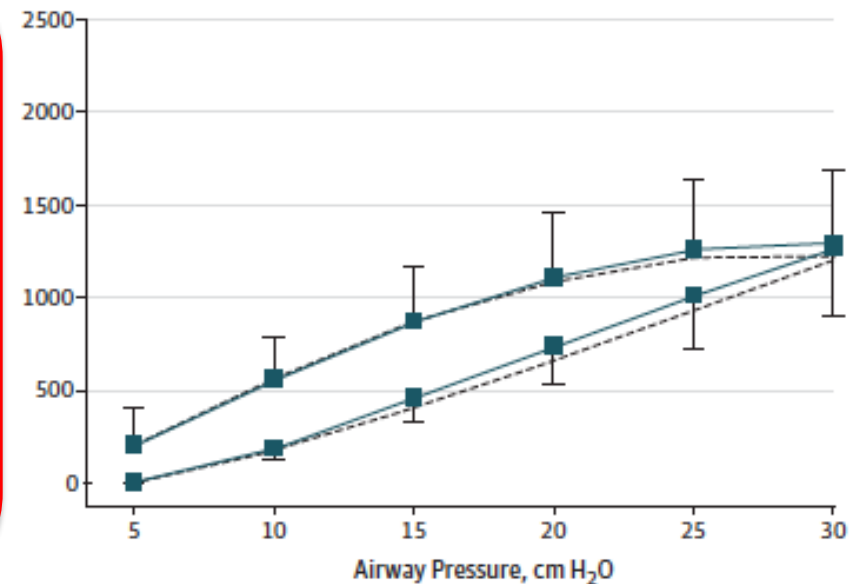
PV curve

A Pressure-volume curves

Intensive recruitment strategy (n = 150)



Moderate recruitment strategy (n = 155)

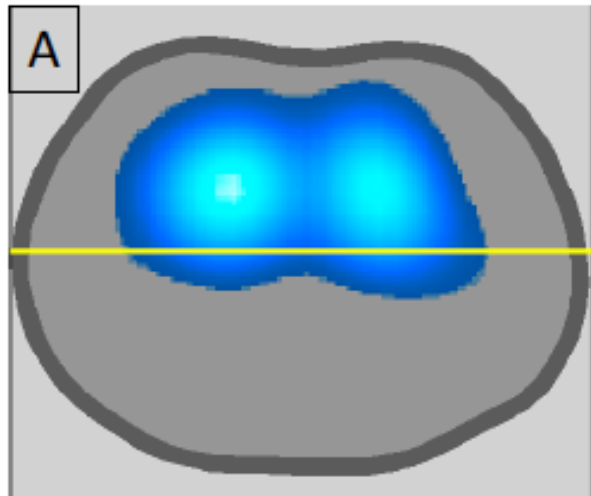


Intensive RM群では、
ICU入室時に比べて4時間後のPV curveで
コンプライアンスの改善が認められる

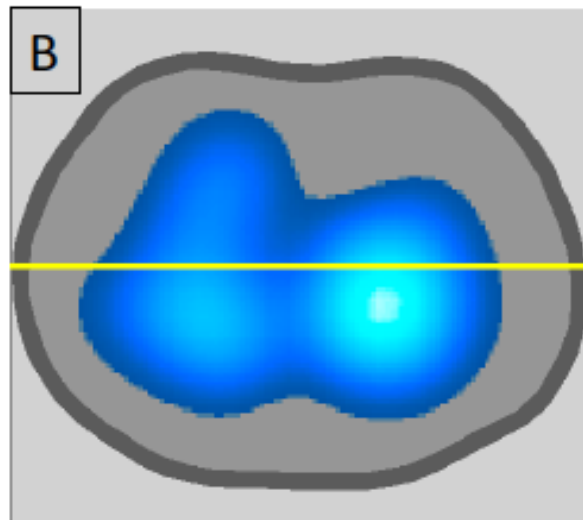
RM前後の呼吸器系変化

Variables	Baseline	15 min after 1° RM	4 hours	15 min after 2° RM	P-Value between-factor	P-Value interaction-factor
V_T (mL/PBW)						
Moderate-RS (N=155)	6.0 (0.9)	6.1 (1.0)	6.0 (1.0)	6.1 (1.1)	0.387	0.520
Intensive-RS (N=144)	6.1 (1.4)	6.1 (1.3)	6.1 (1.4)	6.2 (1.4)		
Plateau pressure (cmH ₂ O)						
Moderate-RS (N=156)	14.6 (2.2)	16.1 (2.1)	16.4 (2.1)	15.9 (2.2)	<0.001	<0.001
Intensive-RS (N=147)	15.3 (3.2)	19.6 (2.3)	20.6 (2.6)	19.1 (2.4)		
Driving pressure (cmH ₂ O)						
Moderate-RS (N=156)	9.6 (2.2)	8.1 (2.1)	8.4 (2.1)	7.9 (2.2)	<0.001	<0.001
Intensive-RS (N=147)	10.3 (3.2)	6.6 (2.3)	7.6 (2.6)	6.1 (2.4)		
C_{RS} (mL/cmH ₂ O)						
Moderate-RS (N=155)	42.3 (12.8)	50.0 (15.5)	47.9 (14.5)	52.6 (17.8)	<0.001	<0.001
Intensive-RS (N=144)	41.6 (12.7)	64.6 (19.4)	54.9 (17.1)	68.4 (19.0)		
PaO ₂ /FiO ₂						
Moderate-RS (N=151)	183 (37)	236 (68)	231 (74)	239 (74)	< 0.001	< 0.001
Intensive-RS (N=142)	181 (35)	344 (74)	348 (69)	362 (67)		

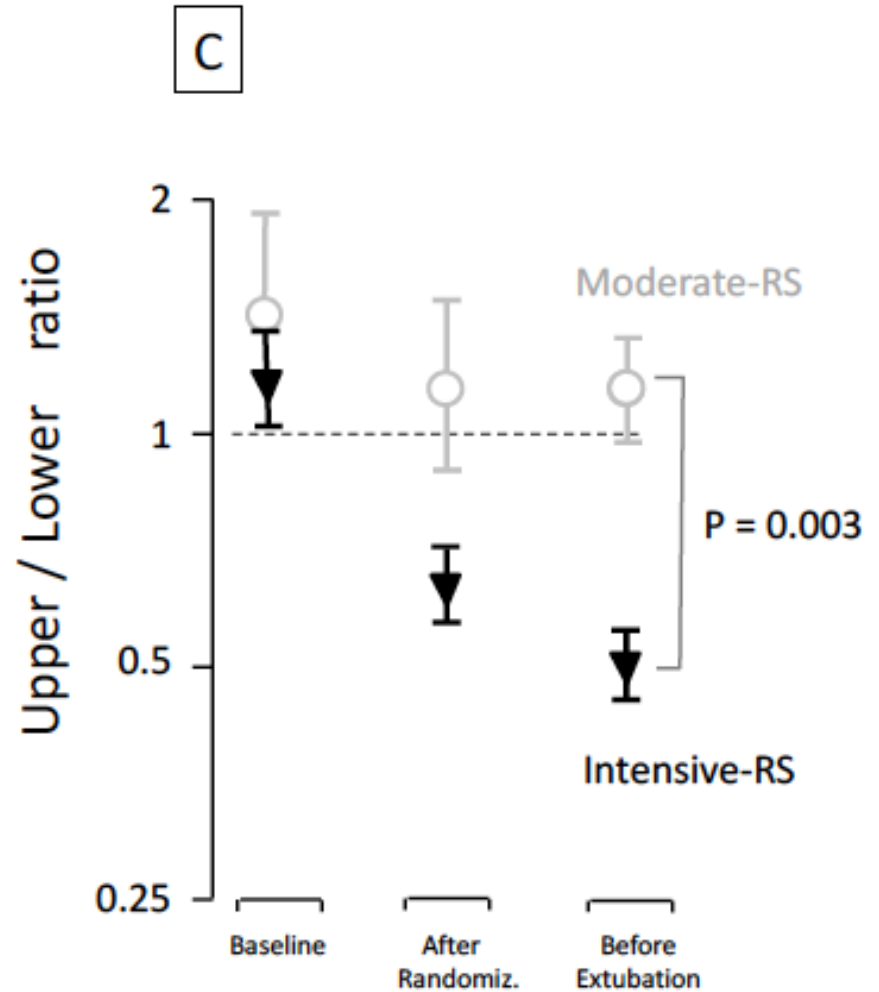
RM後のEIT結果



U/L ratio = 4.7 (Moderate-RS)



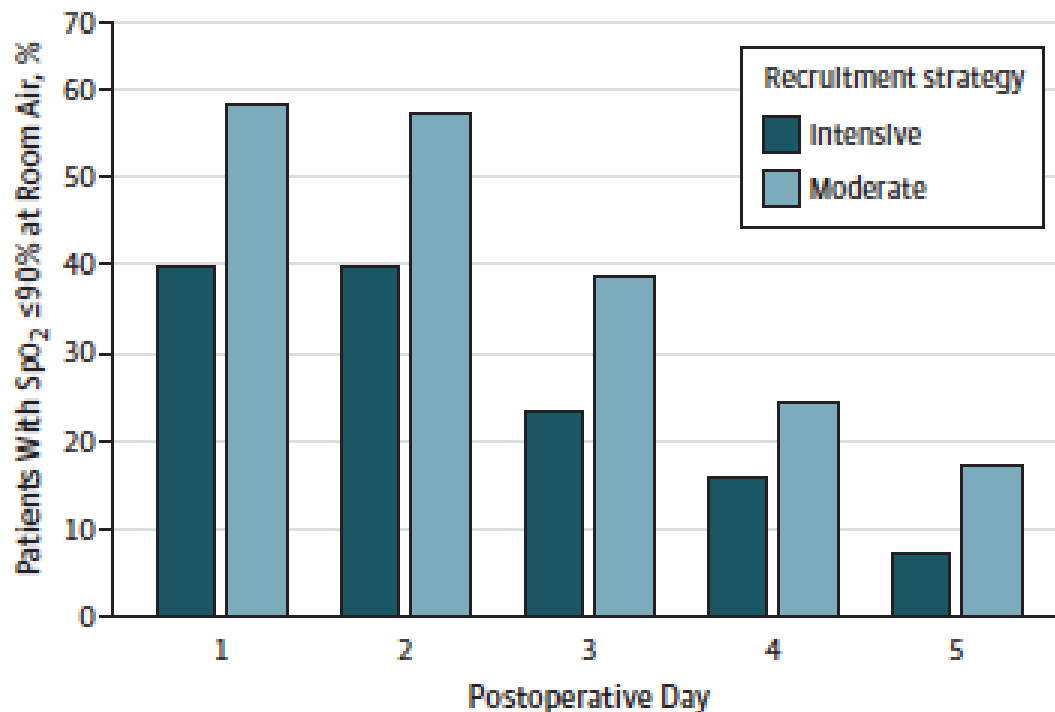
U/L ratio = 0.5 (Intensive-RS)



Intensive RM後に
明らかに背側肺が広がっている

低酸素血症のある患者の割合

B Hypoxemia



No. of patients by recruitment strategy

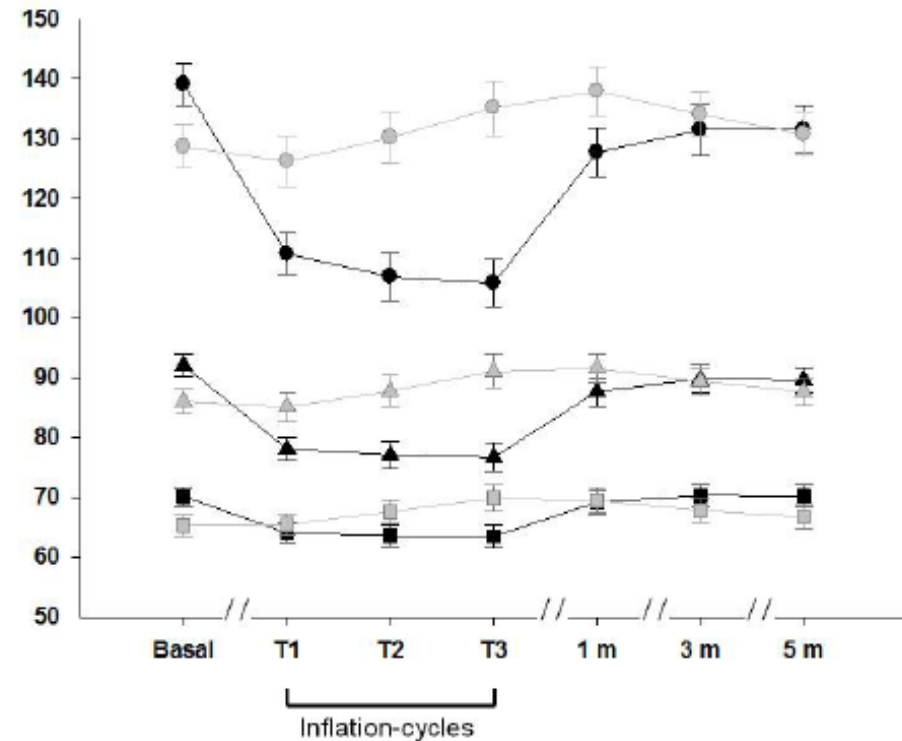
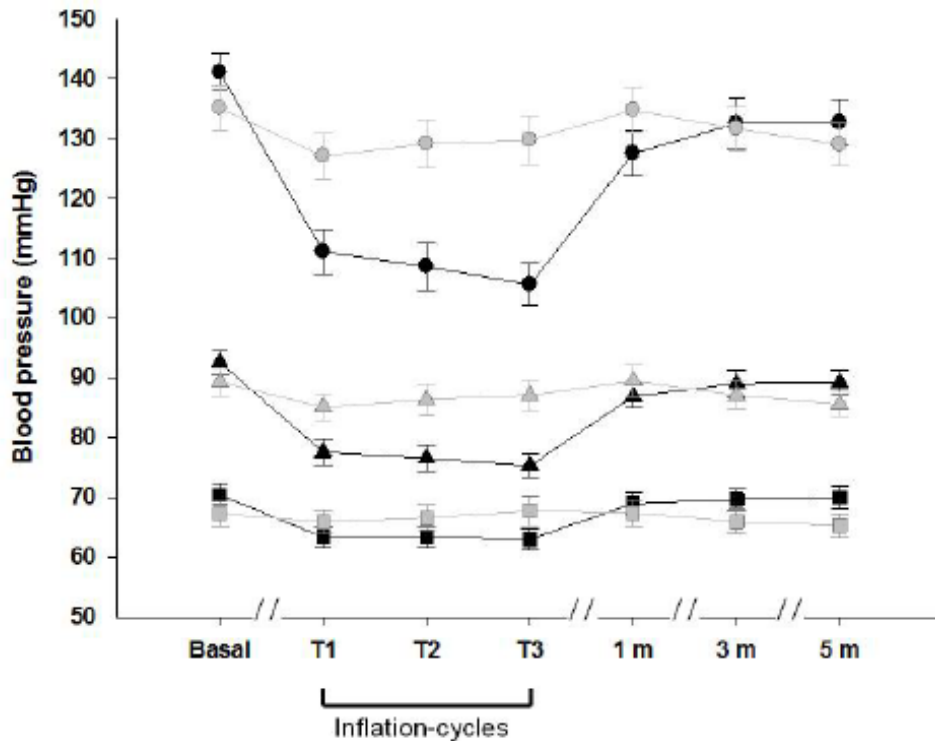
Intensive	154	154	154	154	154
Moderate	158	158	158	158	157

Intensive RM群では、
低酸素血症の患者が少ない

RM中の血圧低下

1° Recruitment Maneuver

2° Recruitment Maneuver



■ Intensive-RS ■ Moderate-RS
○ Systolic arterial pressure
△ Mean arterial pressure
□ Diastolic arterial pressure

Intensive RM群では、RM中に明らかに血圧が低下している

結果のまとめ

Intensive RM群のほうが

- ◆3点以上の術後肺合併症が低下
- ◆酸素投与の必要性、挿管期間、抜管後NIVの使用頻度が低下
- ◆肺のコンプライアンスが改善
- ◆低酸素血症も少ない

合併症のまとめ

- ◆Intensive群ではRM中に血圧の大きな低下を認めた
- ◆60mmHg以上の低下は認められず、短時間で改善するものばかりであった
- ◆リクルートメントを行った5分後には血圧は両群では差が認められない状態であった
- ◆Barotraumaの発生はIntensive群ではなかった
(Moderate群で1名の発生のみ)

筆者らの考察

- 本研究はリクルートメントマニューバーが臨床的アウトカムを改善することを示した初めての研究である
- 対照群も肺保護換気は行われている中でこの結果が示されていることは特筆すべきであり、ここからもリクルートメントマニューバーの効果が示されたと言えるのではないか

筆者らの考察

- EITの結果を見ると抜管前まで背側肺のリクルートメント効果は維持されており、それが抜管後の酸素投与およびNIV使用が少なくなったこと、ICU滞在期間や入院期間が短くなったことにつながっているのではないか

筆者らの考察

- しかしPROVHILO trialでは相反する結果が報告されている

High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial



The PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology*

P: 開腹手術を受ける患者

I: 術中 VT 8ml/kg PBW, **PEEP 12cmH₂O + RM**

C: 術中 VT 8ml/kg PBW, **PEEP ≤ 2cmH₂O**

O: 術後肺合併症 → 介入による改善認めず

筆者らの考察

- 本研究の対象患者はPROVHIRO trialよりも、無気肺になりやすくりクルートメントマニューバーの恩恵を受ける患者群である
(BMIが高い、人工心肺を受けること、および胸部手術であること、など)
- PROVHIRO trialでは35cmH₂Oまでしか圧をかけていないが、本研究では45cmH₂Oまでかけている
- また術後に行う方がより安全ではないだろうか

Limitation

- ◆単施設での研究である
- ◆スコアリングシステムを結果としている
(肺合併症の内訳が示されていない、症状や画像所見など主観的な項目が含まれている)
- ◆過去の研究より肺合併症が多かった
- ◆人工心肺を使用した患者が多く、想定より肺の障害が高かったことが予想される
- ◆術後の水分バランス、鎮静の程度は検討されていない

結語

心臓外科術後の低酸素血症を
合併する患者に対して、
intensiveな
リクルートメントマニューバーを行うことで
中等症以上の
術後肺合併症を減らすことができる

論文の解釈①

本研究のPrimary outcomeはスコアリングを用いている

→評価項目が身体所見、レントゲンの画像など、ややファジーであり、観察者の所見の取違いなどで selection biasが生まれる可能性がある

→一応、呼吸器内科専門医2名の判断ということにはなっている

論文の解釈②

ベースの心機能がよく、年齢が60代が中央値であり比較的軽症、若年を対象にした研究であり、我々が日々対面している合併症の多い高齢者では一般化しにくい

論文の解釈③

本研究でのリクルートメントを行う基準が、血行動態の安定化=leg rising testが陰性であることと
MAP>70 or 80だけ

その時のカテコラミン使用、術後心機能および心拍出量、輸液バランス、出血の状況などの検討はない

→本指標のみだけでRMを行うべきではなく、その他の指標や出血等その他の状況も加味するべきであろう

患者への適応

◆単施設の研究であり、実際に同じ方法を採用するかは慎重に判断すべき

◆しかし、無気肺が原因と思われる術後低酸素血症の患者には酸素化改善にリクルートメントマニューバーが有効である可能性もあるので、循環動態の安定化を確認した上で施行してもいいかもしれない

◆少なくとも術後肺合併症の予防のため、術中・術後とも高1回換気は避ける（ $\leq 8\text{ml/kg PBW}$ ）、ある程度のPEEPはかける（ $6\text{-}8\text{cmH}_2\text{O}$ ）、といった基本的な肺保護換気は行うべきである