



人工呼吸器関連肺炎（VAP）の 病因、診断、予防対策

岡本竜哉

国立研究開発法人 国立国際医療研究センター 集中治療科

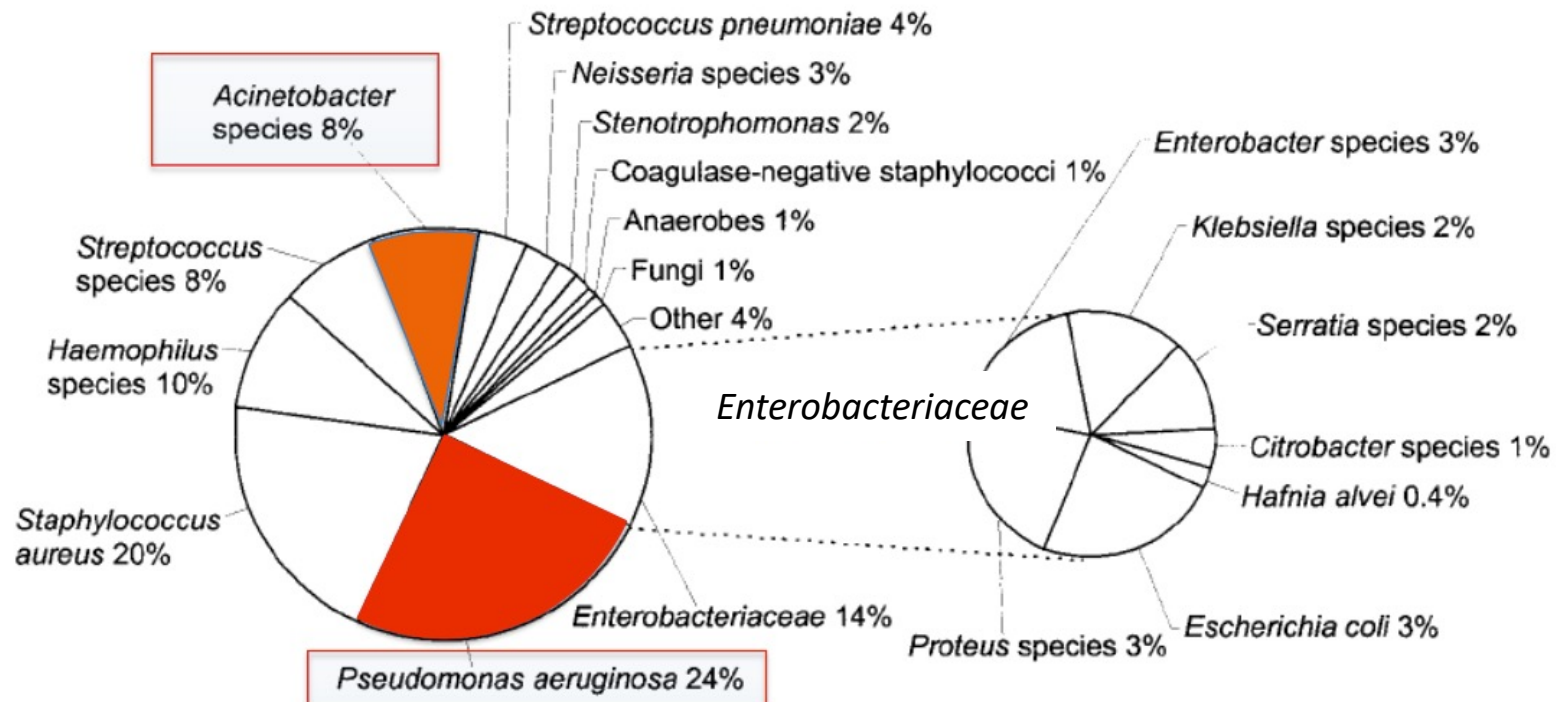


1. VAP の病因と診断基準
2. VAP 予防バンドル
3. NCGM-ICU におけるバンドル遵守状況
4. BMH-ICU における解決すべき課題



VAP (Ventilator Associated Pneumonia)

挿管・人工呼吸開始後 **48 時間以降**に発症する院内肺炎を人工呼吸器関連肺炎 (VAP) とよぶ。その**死亡率**は 20~60% と高く、**ICU 死亡の 15%** を占める。日本では VAP は**入室患者の 3~4%**、1,000 人工呼吸器日あたり **12.6 症例**発生し、ICU 内の**院内感染で最も多く**、**在院日数を 6 日間延長**させる。また**多剤耐性菌**の問題が出現しその対応が急がれている。VAP の診断・治療については gold standard がなく、**予防に重点**が置かれている。



VAP (Ventilator Associated Pneumonia)

Aspiration of oropharyngeal, gastric, or tracheal secretions around the **cuffed endotracheal tube** into the normally sterile lower respiratory tract results in VAP.

Pneumonia occurring > 48 hours after endotracheal intubation

endotracheal tube associated pneumonia

Early onset VAP (< 4 days)
Late onset VAP (> 5 days)

MDR (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, MRSA)



TaperGuard™カフ

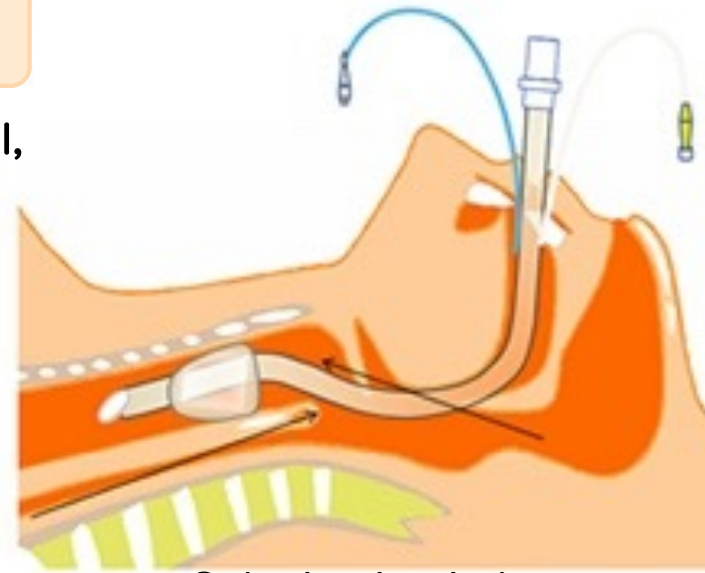


Hi-Lo™カフ

Endogenous
oropharyngeal,
and gastric
secretion
↓
Aspiration

Exogenous

Endotracheal
tube
biofilm
formation
↓
Aspiration



Colonisation in lower
respiratory tract

Host defence

VAP

VAP 予防バンドルポスター

VENTILATOR-ASSOCIATED PNEUMONIA PREVENTION BUNDLE



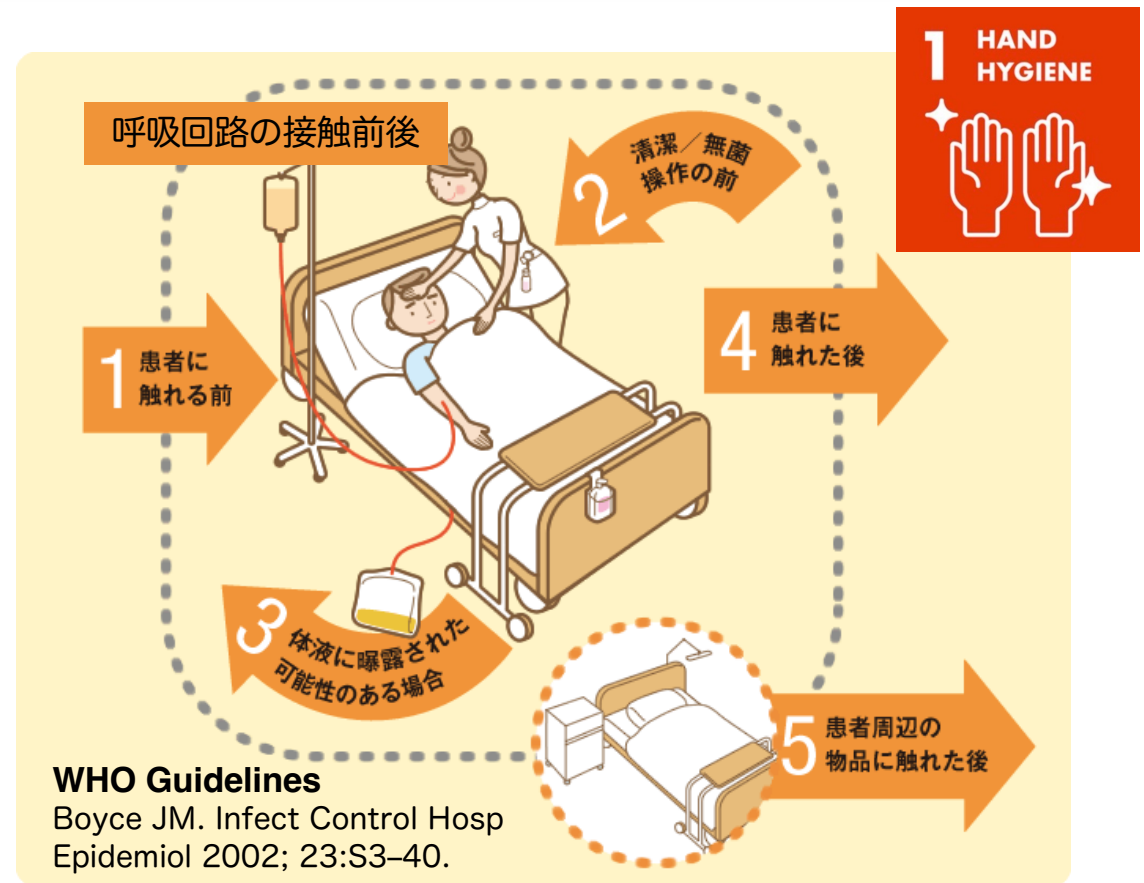
VAP 予防に有効と報告されている項目を網羅した VAP バンドル 10 項目を定め、**遵守率**と **VAP 予防効果**について解析を行った。**口洗なしの口腔ケア**と**呼吸回路の単回使用**、および**早期抜管**が VAP の予防に有効であると結論された。

手指衛生「5つの瞬間」アプローチ

すべての医療従事者

- 医師
- 看護師
- 看護学生
- 看護助手

家族や面会者



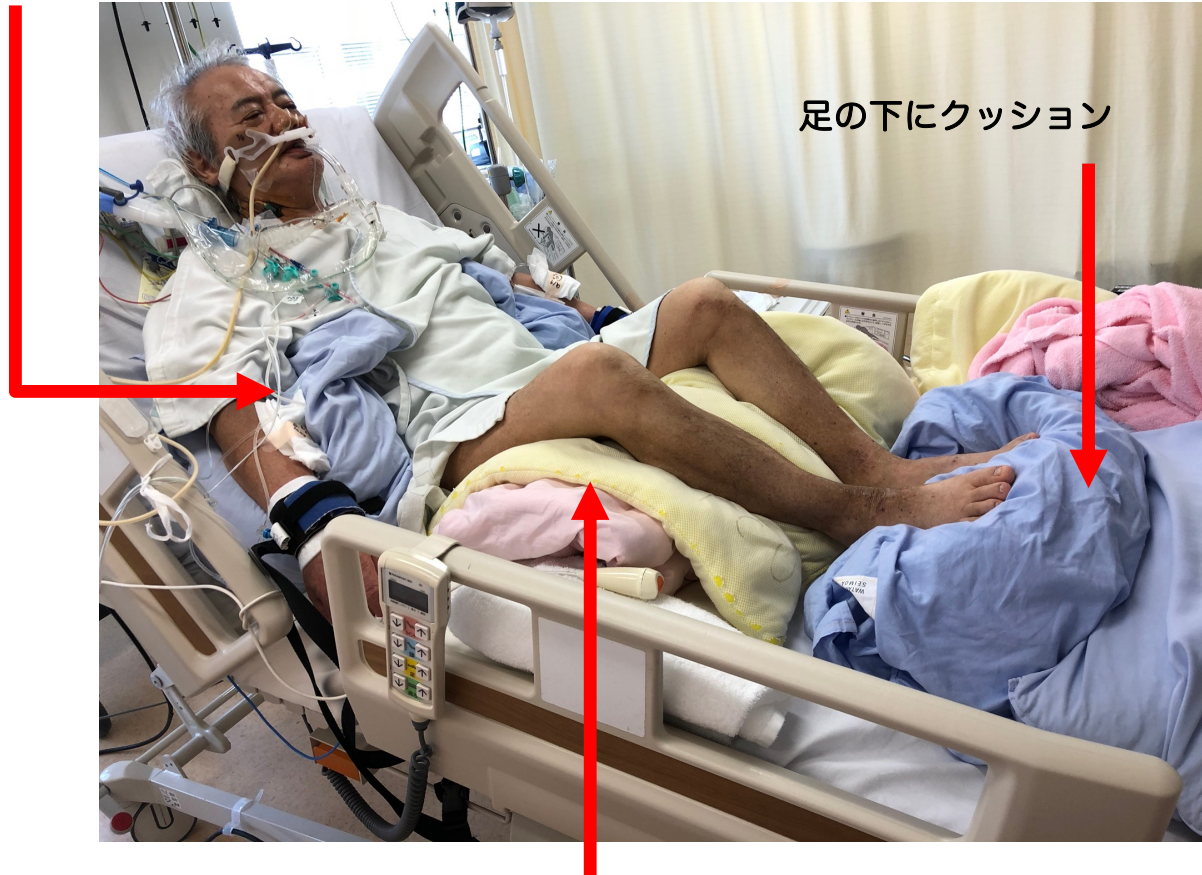
病原体の水平伝播の大部分を医療従事者の手が担っているとの認識

目に見える汚れがない → 手指消毒（速乾式アルコール消毒薬）
目に見える汚れがある → 手洗い（流水と石けん）



ギヤッチアップ $\geq 30^\circ$ ・ ポジショニング

両脇の下にクッション



2 G-up $\geq 30^\circ$



ポジショニングの維持には4個のクッションが必要。家族に持ってきてもらう必要がある。背面開放にビニール袋を用意する。

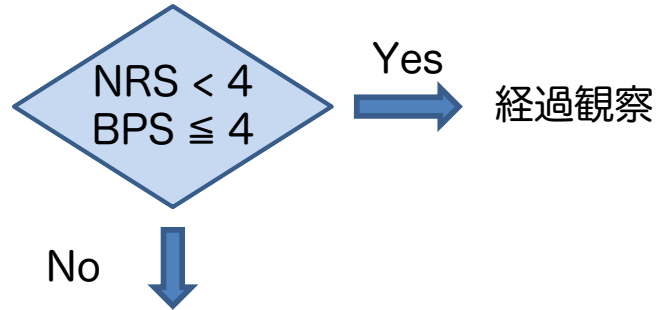
Revised Oral Care Protocol (February 2019)





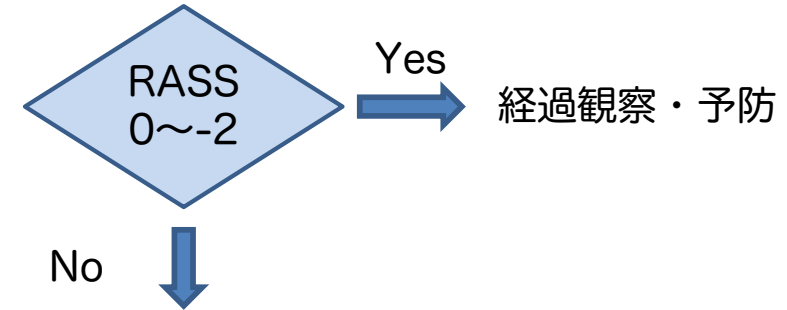
NCGM-ICU の鎮痛・鎮静プロトコル

疼痛



鎮痛プロトコル (フェンタニル 2 ml/hr より開始)		
BPS	3	1/2 量に減量
	4	そのまま
	5-9	2 ml/hr 増量
	10-12	4 ml/hr 増量

不穏・せん妄



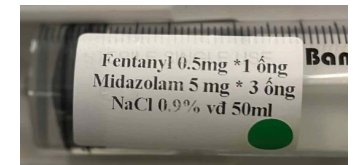
鎮静プロトコル (Dex 0.4 µg/kg/hr ・ Pr 2 ml/hr より開始)		
RASS	≥ +1	Dex 増量 or Pr 開始・増量
	0~-2	そのまま
	≤ -3	Dex 減量 or Pr 減量・中止



入室後 2 時間毎に疼痛・不穏・せん妄を評価している。

鎮痛薬 フェンタニル (10 µg/ml)

鎮静薬 プロポフォール (Pr 10 mg/ml) 適度な鎮静、覚醒が早い、PRIS
 デクスメトミジン (Dex 4 µg/ml) 浅い鎮静、せん妄防止、徐脈
 ミダゾラム (1 mg/ml) 深い鎮静 (蓄積性、せん妄誘発、離脱症状)



十分な**鎮痛**・適度な**鎮静** (analgesia-based sedation)



再利用されていた呼吸回路 (2019年2月)



5 BREATH
CIRCUIT



シリコン製のリユーズブルな呼吸回路の使用をやめ、
ディスポーザブルな呼吸回路を使用するよう、病院の上層部を含め
お願いした。



カフ圧管理・カフ上吸引 (2022年12月)



6 CUFF PRESSURE
カフ圧計には3方活栓をつけた延長チューブとシリンジを用いて、20-30 cmH₂O となるよう微量調節する。



7 SUBGLOTTIC SUCTION
カフ上吸引が付いてない気管チューブであっても、咽喉頭の持続吸引で代用することができる。

Subglottic Secretion Drainage (SSD) Tube

A Randomized Clinical Trial of Intermittent Subglottic Secretion Drainage in Patients Receiving Mechanical Ventilation*



Chest. 2002;121(3):858-62. PMID:11888973

*Kees Smulders, MA; Hans van der Hoeven, MD, PhD;
Ineke Weers-Pothoff, MD, PhD; and Christina Vandenbroucke-Grauls, MD, PhD*

Objective: To study the effect of subglottic secretions drainage on the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP) in patients receiving mechanical ventilation.

Design: A randomized clinical trial.

Setting: A 12-bed general ICU.

Patients: One hundred fifty patients with an expected duration of mechanical ventilation > 72 h were enrolled in the study.

Intervention: Patients were randomly assigned to receive either an endotracheal tube for intermittent subglottic secretions drainage or a standard endotracheal tube.

Outcome measurements: Incidence of VAP, duration of mechanical ventilation, length of ICU stay, length of hospital stay, and mortality.

Results: Seventy-five patients were randomized to subglottic secretion drainage, and 75 patients were randomized to the control group. The two groups were similar at the time of randomization with respect to demographic characteristics and severity of illness. VAP was seen in 3 patients (4%) receiving suction secretion drainage and in 12 patients (16%) in the control group (relative risk, 0.22; 95% confidence interval, 0.06 to 0.81; p = 0.014). The other outcome measures were not significantly different between the two groups.

Conclusion: Intermittent subglottic secretion drainage reduces the incidence of VAP in patients receiving mechanical ventilation. (CHEST 2002; 121:858-862)

Key words: aspiration; intubation; mechanical ventilation; subglottic secretion drainage; ventilator-associated pneumonia

Abbreviations: APACHE = acute physiology and chronic health evaluation; CI = confidence interval; RR = relative risk; VAP = ventilator-associated pneumonia



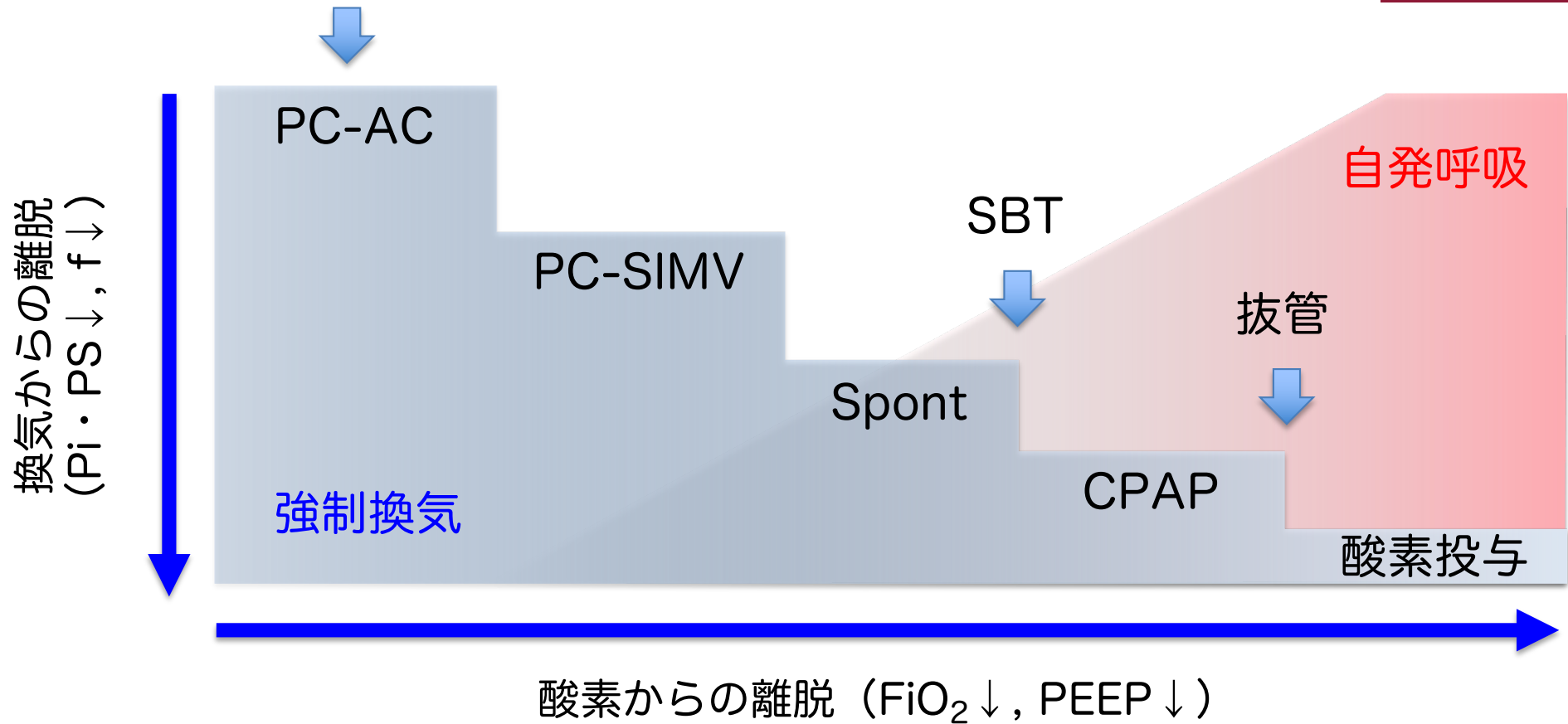
TaperGuard™ Evac tube



人工呼吸器のウィーニングプロトコル



Volume Control (VC-AC, VC-SIMV)



至適 PEEP の目安は $FiO_2 \div 5$ (30% ならば 6 程度)



無気肺と VAP

十分な鎮痛・浅い鎮静
 側臥位、腹臥位
 G-up $\geq 30^\circ$ (横隔膜運動促進)
 胸水ドレナージ
 口腔ケア・声門下吸引
 吸引・体ドレ・リクルートメント
 適切な PEEP ($FiO_2/5$)
 自発呼吸温存・Spont

疼痛・過鎮静
 同一体位・臥床
 高度肥満・腹圧上昇
 胸水
 唾液の下気道落下
 痰による気道閉塞
 低すぎる PEEP
 多すぎる RR

抗菌薬適正使用
 (ICT/AST)

気管支鏡で吸痰

早期気切

バンドル徹底



正常肺
 (normal lung)



無気肺
 (atelectasis)

単一細菌
 定着増殖
 下気道感染



肺炎
 (VAP)

発熱
 膿性痰
 CRP \uparrow
 P/F \downarrow
 培養陽性



レントゲン所見のみで無気肺と VAP を鑑別するのは難しいが、
 無気肺は可逆的 (原因除去にて改善)
 VAP は不可逆的 (進行性)

PEEP は最低でも 5、目安は $FiO_2/5$ をお願いします

低 PEEP は、無気肺と VAP のリスクを高めます

- 肺胞虚脱予防のため、最低限の PEEP (5 cmH₂O 程度) を維持
- 目標の酸素化が得られる FiO_2 に対し、 $FiO_2/5$ が目安
- ハイリスク患者 (肥満・開腹手術後) : 高めに設定 (+ 1-2 cmH₂O)
- 血行動態が不良な患者 (血管内脱水) : 低めに設定 (- 1-2 cmH₂O)

FiO_2	PEEP
25 %	5
30 %	6
35 %	7
40 %	8
50 %	10
60 %	12

高 PEEP の有効性はリクルータビリティの有無で評価します

- 用手リクルートメント前後で 1 回換気量 100 ml 以上増加 → ありと判定
- PEEP/ FiO_2 テーブル (ARDSNet) に従って PEEP をかける (概ね $FiO_2/5$)
- 重度の呼吸不全に対しては、IRV や APRV を試みる

高 PEEP を避けた方が良い場合

- 術後の血管内脱水 (昇圧薬や輸液で対応)
- 重症右心不全 (血圧低下)
- 重症 COPD (エアートラップによる過膨張を助長)
- 頭蓋内病変で脳圧が高い患者 (脳圧をさらに高める可能性)
- 多量胸水や器質化でリクルータビリティがない患者 (過伸展による VALI を助長)

1. [Brower RG](#) NEJM 2004

2. [Briel M](#) JAMA 2010

3. [Nakos G](#) Intensive Care Med 2003

4. [Mo J](#) BMC Anesthesiology 2024

5. [Manzano F](#) Crit Care Med 2008

6. [Shima N](#) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌 2012

7. [Neto AS](#) Crit Care 2016



SAT & SBT



SBT (Spontaneous Breathing Trial) とは、人工呼吸による補助がない状態に患者が耐えられるか否かを確認する試験

呼吸器のモードを **PC-SIMV** に変更
PEEP を少しずつウィーニング
($PEEP \doteq FiO_2/5$)

↓
鎮静薬中止 (**SAT**)

↓
SBT 開始基準のチェック
Spont (5 + 5) までウィーニング

↓
CPAP 5 (SBT)

↓
30 分後 **RSBI (f/Vt)** を評価

↓
抜管

自発覚醒トライアル(SAT) & 自発呼吸トライアル(SBT)

SAT (Spontaneous Awakening Trial)	
鎮静薬中止時(:)の RASS ()	
鎮静薬中止後(:)の RASS ()	
RASS -1~0 で下記の状態が見られない	
1	<input type="checkbox"/> 持続的な興奮状態や不安状態
2	<input type="checkbox"/> 制御できない疼痛
3	<input type="checkbox"/> 頻呼吸 (≥ 35 回/分)
4	<input type="checkbox"/> 低酸素状態 (SpO ₂ < 90%)
5	<input type="checkbox"/> 新たな不整脈
6	<input type="checkbox"/> 呼吸促拍徴候(補助筋使用・奇異性呼吸)
SAT 判定()	

日時: _____ 年 _____ 月 _____ 日
患者: _____
医師: _____

SBT の準備	
1	<input type="checkbox"/> ステロイド投与(12, 8, 4 hr 前, 直前)
2	<input type="checkbox"/> 経管栄養中止(:)
3	<input type="checkbox"/> 本人に SBT の説明

カフリークテスト 判定()		
PC-AC, PEEP _____ cmH ₂ O, PS _____ cmH ₂ O		
	カフ虚脱前	カフ虚脱後
リーク音	なし	あり・なし
1		
2		
3		
4		
5		
6		
平均	(真ん中4つ)	(下から3つ)
差が 110 ml 以上であればクリア (喉頭浮腫の可能性が少ない)		

SBT 開始基準	
1	<input type="checkbox"/> 呼吸不全の原因が改善傾向
2	<input type="checkbox"/> P/F ≥ 200
3	<input type="checkbox"/> PEEP ≤ 5
4	<input type="checkbox"/> 口腔・気道分泌物が多くない
5	<input type="checkbox"/> 咳反射が十分ある
6	<input type="checkbox"/> 心筋虚血のリスクが少ない
7	<input type="checkbox"/> カテコラミン使用量が多くない
8	<input type="checkbox"/> 脳圧亢進状態ではない
9	<input type="checkbox"/> 意識が清明
10	<input type="checkbox"/> 医師が離脱可能と信じている

SBT (Spontaneous Breathing Trial) 判定()

SBT の方法	CPAP or T-チューブ				基準
	開始前	開始3分後	30分後	分後	
時刻	:	:	:	:	
設定	PEEP (cmH ₂ O)				
	PS (cmH ₂ O)	0	0	0	
	FiO ₂ (%)				
呼吸器	F (回/分)				<input type="checkbox"/> ≥ 35 回/分
	Vt (ml)				<input type="checkbox"/> ≤ 5 ml/kg
	RSBI (F/Vt)				<input type="checkbox"/> ≤ 100
血ガス	pH				<input type="checkbox"/> アシドーシスではない
	PaCO ₂ (mmHg)				<input type="checkbox"/> Δ ≤ 10
	PaO ₂ (mmHg)				<input type="checkbox"/> > 60
	P/F				<input type="checkbox"/> ≥ 200
モニター	SpO ₂ (%)				<input type="checkbox"/> > 90%
	EtCO ₂ (mmHg)				<input type="checkbox"/> Δ ≤ 10
	BP (mmHg)				<input type="checkbox"/> BPs 90-180、Δ < 30
	HR (回/分)				<input type="checkbox"/> HR < 140、Δ < 20%
状態	発汗				<input type="checkbox"/> なし
	努力呼吸				<input type="checkbox"/> なし
	精神状態				<input type="checkbox"/> 安定

SAT 加算 100 点
SBT 加算 60 点
NCGM RST

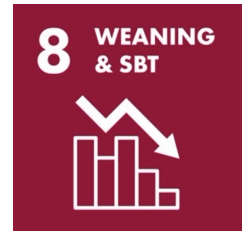


ジャクソンリリースと用手リクルートメント

バッグバルブマスク



ジャクソンリリース



- **バッグバルブマスク**は PEEP がかけられないので、手を離した際に肺は**虚脱する**。
- **ジャクソンリリース**は PEEP をかけることができ、手を離しても肺は**虚脱しない**。
- **無気肺**に陥った肺を膨らませることができる (**用手リクルートメント**)
- **ウィーニング**の過程で酸素化が悪化したら、**ジャクソンリリース**で肺を広げましょう。
- 抜管の前には、ジャクソンリリースで肺を揉みつつ、十分に**喀痰を開放吸引**しましょう。

これまでの VAP バンドル活動の論文 (国際展開推進事業)

Global Health & Medicine. 2023; 5(1):33-39.

ORIGINAL ARTICLE

DOI: 10.35772/ghm.2022.01038

Evaluation of a bundle approach for the prophylaxis of ventilator-associated pneumonia: A retrospective single-center Study

Keigo Sekihara^{1,2}, Tatsuya Okamoto^{1*}, Takatoshi Shibasaki^{1,3}, Wataru Matsuda^{1,3}, Kazuhito Funai², Yuki Yonehiro¹,
Chieko Matsubara⁴, Akio Kimura^{1,3}

Original Article

Efficacy of compliance with ventilator-associated pneumonia care bundle: A 24-month longitudinal study at Bach Mai Hospital, Vietnam

Hoan Minh Hoang^{1,2} , Co Xuan Dao^{1,3} , Hoang Huy Ngo² ,
Tatsuya Okamoto⁴ , Chieko Matsubara⁵, Son Ngoc Do^{1,3} ,

SAGE Open Medicine
Volume 12: 1–10
© The Author(s) 2024
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/20503121231223467
journals.sagepub.com/home/smo



Glob Health Med 2023, 5, 33



Sage Open Med 2024, 12, 1



Review

The development of a 10-item ventilator-associated pneumonia care bundle in a general intensive care unit of a tertiary hospital in Vietnam: lessons learned

Bui Thi Huong Giang¹, Chieko Matsubara^{2*}, Tatsuya Okamoto³, Hoan Minh Hoan¹, Yuki Yonehiro³, Duong Thi Nguyen¹, Yasuhiro Maehara⁴, Keigo Sekihara^{3,5}, Dang Quoc Tuan¹, Do Van Thanh⁶ and Dao Xuan Co¹



Healthcare 2025, 13, 443