

Journal Club

ICUでの気管挿管デバイス ビデオ喉頭鏡vs直視型喉頭鏡 初回成功率の比較 ～MACMAN試験～

東京ベイ浦安市川医療センター

井上 博人

本日の論文

JAMA | **Original Investigation** | **CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT**

Video Laryngoscopy vs Direct Laryngoscopy on Successful First-Pass Orotracheal Intubation Among ICU Patients A Randomized Clinical Trial

Jean Baptiste Lascarrou, MD; Julie Boisrame-Helms, MD, PhD; Arthur Bailly, MD; Aurelie Le Thuaut, MSc; Toufik Kamel, MD; Emmanuelle Mercier, MD; Jean-Damien Ricard, MD, PhD; Virginie Lemiale, MD; Gwenhael Colin, MD; Jean Paul Mira, MD, PhD; Ferhat Meziani, MD, PhD; Jonathan Messika, MD; Pierre Francois Dequin, MD, PhD; Thierry Boulain, MD; Elie Azoulay, MD, PhD; Benoit Champigneulle, MD; Jean Reignier, MD, PhD;
for the Clinical Research in Intensive Care and Sepsis (CRICS) Group

JAMA. 2017 Feb 7;317(5):483-493.
PMID: 28118659

論文の背景

- 手術室以外での挿管は心停止や低酸素血症などを含めた重篤な合併症の発症率が高い
- 全身状態が不安定な患者が多いICUでは特に気管挿管を迅速に初回で成功させる必要がある

J Clin Anesth. 2004 Nov;16(7):508-16.
PMID: 15590254

ICUでの気管挿管時バンドル

バンドルの使用により重篤な合併症発生率が減少した

Table 1 Intubation care bundle management

Pre-intubation

1. Presence of two operators
2. Fluid loading (isotonic saline 500 ml or starch 250 ml) in absence of cardiogenic pulmonary edema
3. Preparation of long-term sedation
4. Preoxygenation for 3 min with NIPPV in case of acute respiratory failure (FiO_2 100%, pressure support ventilation level between 5 and 15 cmH_2O to obtain an expiratory tidal volume between 6 and 8 ml/kg and PEEP of 5 cmH_2O)

During intubation

5. Rapid sequence induction: etomidate 0.2–0.3 mg/kg or ketamine 1.5–3 mg/kg combined with succinylcholine 1–1.5 mg/kg in absence of allergy, hyperkalemia, severe acidosis, acute or chronic neuromuscular disease, burn patient for more than 48 h and medullar trauma
6. Sellick maneuver

Post-intubation

7. Immediate confirmation of tube placement by capnography
8. Norepinephrine if diastolic blood pressure remains <35 mmHg
9. Initiate long-term sedation
10. Initial “protective ventilation”: tidal volume 6–8 ml/kg of ideal body weight, PEEP <5 cmH_2O and respiratory rate between 10 and 20 cycles/min, FiO_2 100% for a plateau pressure <30 cmH_2O

NIPPV non-invasive positive pressure ventilation, PEEP positive end expiratory pressure, FiO_2 inspired oxygen fraction

ICU挿管時のポイント10個

- 輸液の前負荷
- 前酸素化
- Rapid sequence induction
- カプノグラフィー使用
- 昇圧薬の準備 ……など

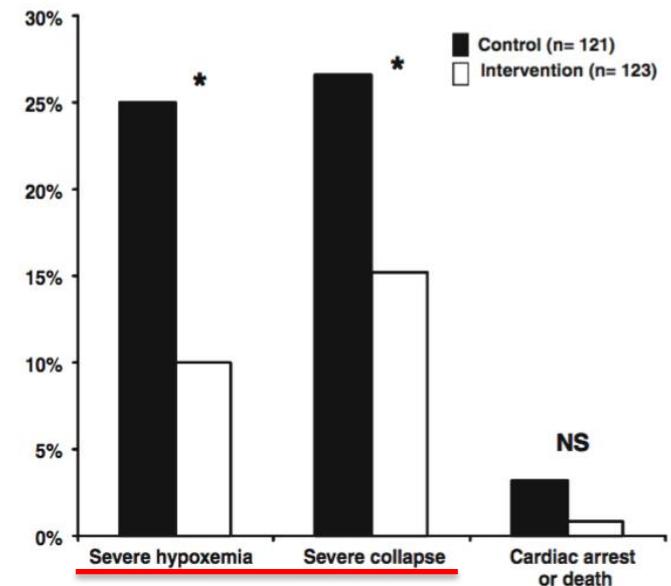


Fig. 1 Life-threatening complications occurring after all intubations performed during the control ($n = 121$) and the intervention ($n = 123$) phases. * $p < 0.05$ versus control phase. NS not significant

気管挿管時の筋弛緩薬使用

Neuromuscular Blockade Improves First-Attempt Success for Intubation in the Intensive Care Unit

A Propensity Matched Analysis

Jarrold M. Mosier^{1,2}, John C. Sakles², Uwe Stolz², Cameron D. Hypes^{1,2}, Harsharon Chopra³, Josh Malo¹, and John W. Bloom¹

Departments of ¹Medicine, Section of Pulmonary, Critical Care, Allergy, and Sleep, and ²Emergency Medicine, University of Arizona, Tucson, Arizona; and ³University of Arizona College of Medicine, Tucson, Arizona

挿管時の筋弛緩薬の使用により

合併症を増やすことなく初回成功率が有意に上昇した

Table 2. Intubation success and grade of laryngoscopic view by use of neuromuscular blocking agent

Outcome	Paralytic		No Paralytic		P Value
	% (n/N)	95% CI	% (n/N)	95% CI	
First attempt success	80.9 (401/496)	77–84	69.6 (117/168)	62–76	0.003
More than two attempts	3.6 (18)	2.2–5.7	5.4 (9)	2.5–9.9	0.36
CL I or II	82.1 (407/496)	78–85	78.0 (131/168)	71–84	0.26
POGO score, mean	72%	69–75	69%	63–74	0.29

Definition of abbreviations: CI = confidence interval; CL = Cormack-Lehane grade of view; POGO = percentage of glottic opening.

Video Laryngoscopyの使用

TABLE 2. Success Rate and Complications of Direct Versus Video Laryngoscopy

Variables	Direct Laryngoscopy (n = 60) (%)	Video Laryngoscopy (n = 57) (%)	p
First-pass success	24 (40)	41 (74)	< 0.01
Required > 2 attempts	16 (27)	5 (9)	0.02
Average number of attempts	1.93	1.39	< 0.01
Time to intubation (s)	218	120	< 0.01
Time to intubation (s) when only one attempt required	74.5	64.5	0.30
Need for attending intervention	1 (2)	1 (2)	1.00
Witnessed vomiting or aspiration	4 (7)	6 (9)	0.69
Esophageal intubation	4 (7)	0	0.05
Desaturation < 80%	5 (8)	2 (4)	0.27
Hypotension (systolic blood pressure < 70)	8 (13)	6 (11)	0.64
Cormack-Lehane grade 1 or 2	31/54 (57)	50/54 (93)	< 0.01

ビデオ喉頭鏡の使用により

- ・ 初回成功率
- ・ 挿管時間

が有意に改善した

Comparison of Video Laryngoscopy Versus Direct Laryngoscopy During Urgent Endotracheal Intubation: A Randomized Controlled Trial*

Michael J. Silverberg, MD; Nan Li, MD; Samuel O. Acquah, MD; Pierre D. Kory, MD, MPA

Crit Care Med. 2015 Mar;43(3):636-41.
PMID: 25479112

Evaluation of six videolaryngoscopes in 720 patients with a simulated difficult airway: a multicentre randomized controlled trial

M. Kleine-Brueggeney^{1,2,*}, R. Greif¹, P. Schoettker³, G. L. Savoldelli⁴, S. Nabecker¹ and L. G. Theiler¹



ビデオ喉頭鏡の中では
C-MAC、McGrathが推奨される
 初回成功率が高く、咽頭傷害が少ない

	Devices without a guiding channel			Devices with a guiding channel			P-value
	C-MAC™ D-blade (n=120)	GlideScope™ (n=120)	McGrath™ (n=120)	Airtraq™ (n=120)	A.P. Advance™ (n=120)	KingVision™ (n=120)	
First-attempt success [n (%); 95% CI]	114 (95); [89–98]	102 (85); [77–90]	117 (98); [92–99]	102 (85); [77–90]	44 (37); [28–46]	104 (87); [79–92]	<0.01*
Cormack–Lehane grade I/IIa/IIb/III/IV (n)	76/36/7/0/0	80/29/3/2/3	64/45/9/1/0	74/30/4/0/3	19/28/22/8/19	63/41/7/1/4	<0.01†
Percentage of glottic opening [median (percentiles)]	90 (80; 100)	100 (83; 100)	90 (80; 100)	90 (80; 100)	60 (10; 80)	90 (80; 100)	<0.01†
Failure because of technical problems/poor view/intubation difficulty (n)	0/0/5	0/5/12	0/1/2	3/7/5	2/34/27	0/6/7	0.05‡

ブレードの形状の違い

左からMcGRATH™ MAC、直接喉頭鏡、C-MACであるが
いずれも比較的類似した形状である



ビデオ喉頭鏡に不利な結果となった文献

直視型喉頭鏡と比べ・・・

- ・挿管時間の延長を認め、初回成功率は有意差なし
42秒(13-350秒) vs 30秒(11-600秒) $p < 0.01$

Acad Emerg Med. 2009 Sep;16(9):866-71.
PMID: 19664096

- ・低酸素の発生率を上昇させた
50%(N=27/54) vs 24%(N=15/63) $p = 0.004$

J Trauma Acute Care Surg. 2013 Aug;75(2):212-9.
PMID: 23823612

【これまでの研究のLimitation】

- 単一施設での研究
- 筋弛緩薬を使用していない
- 重症患者の除外

Clinical Question

ICUでの気管挿管で
ビデオ喉頭鏡を使用することで
初回成功率を安全に上昇させられるか？

本日の論文

JAMA | **Original Investigation** | **CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT**

Video Laryngoscopy vs Direct Laryngoscopy on Successful First-Pass Orotracheal Intubation Among ICU Patients A Randomized Clinical Trial

Jean Baptiste Lascarrou, MD; Julie Boisrame-Helms, MD, PhD; Arthur Bailly, MD; Aurelie Le Thuaut, MSc; Toufik Kamel, MD; Emmanuelle Mercier, MD; Jean-Damien Ricard, MD, PhD; Virginie Lemiale, MD; Gwenhael Colin, MD; Jean Paul Mira, MD, PhD; Ferhat Meziani, MD, PhD; Jonathan Messika, MD; Pierre Francois Dequin, MD, PhD; Thierry Boulain, MD; Elie Azoulay, MD, PhD; Benoit Champigneulle, MD; Jean Reignier, MD, PhD;
for the Clinical Research in Intensive Care and Sepsis (CRICS) Group

JAMA. 2017 Feb 7;317(5):483-493.
PMID: 28118659

論文のPICO

P	フランス9施設のICU入室中に気管挿管が必要になった371人
I	ビデオ喉頭鏡で挿管
C	直視型喉頭鏡で挿管
O	気管内挿管の初回成功率

Study Design

- 多施設、オープンラベル
前向きランダム化比較試験（優越性試験）
- フランスの7カ所のICU
- 2015年5月から2016年1月に実施
- 追跡期間28日

Study Design

- 施設と挿管する医師（expert/nonexpert）によって層別化し4名ずつのブロックに分けてランダム化
- 隠蔽化は行われている

【expertの定義】

5年以上のICU勤務歴

麻酔科研修2年以上かつICUに1年以上勤務

【nonexpertの定義】

expert以外

Inclusion criteria

ICU入室患者で人工呼吸器管理を
行うために経口挿管が必要な症例

Exclusion Criteria

- 経口気管挿管禁忌（不安定な脊髄病変など）
- ランダム化する時間が不十分（心停止などの理由）
- 18歳未満
- 妊婦または授乳婦
- 矯正施設の受刑者
- 被後見人
- 健康保険なし
- 患者、親族が研究参加に拒否
- 挿管を主とするRCTに以前に登録したことがある（今回の試験も含まれる）

挿管手技

- ICUで働く全ての医師は、
ビデオ喉頭鏡と直視型喉頭鏡のトレーニングを受講
- nonexpertが気管挿管を行うときは、
必ずexpert立会いで行われた
- 挿管/換気困難の評価項目を記録
BMI、開口度、TMD: Thyromental distance
Mallampati score、いびきの既往、歯の欠損、SAS
- 挿管はプロトコールに従って実施された

挿管プロトコール

前酸素化

担当医が選択し、3分以上行う

- バッグバルブマスク 15L/min
- 非再吸入マスク 15L/min
- NIV FiO₂ 100%
- high flow nasal FiO₂ 100% 60L/min

挿管プロトコール

筋弛緩薬

- ・ スキサメトニウム1mg/kg
(高K血症、24時間以内の熱傷、脊椎病変、アレルギーがない症例)
- ・ ロクロナウム1mg/kg
(スガマデックス 16mg/kgを用意した上で使用)

鎮静鎮痛薬

- ・ エトミデート0.2–0.3mg/kg
(非バルビツレート系全身麻酔薬 (GABA A受容体作動薬)
(作用時間が極めて短く、血圧の低下を生じない特徴がある))
- ・ ケタミン1–2mg/kg

薬剤と投与量はガイドラインに従い症例毎に調整

挿管プロトコール

- ビデオ喉頭鏡 (McGrath MAC)
- 直視型喉頭鏡 (Macintosh型)

上記 2 種類から無作為に割り当てられ使用



McGrath MAC



Macintosh型喉頭鏡

McGrath MAC

- Macintosh型喉頭鏡とブレードのカーブが近く
Macintosh型喉頭鏡の使用経験があれば簡単に
使用できる
- モニターを供覧でき指導医に監督してもらえる
- 最も軽量なビデオ喉頭鏡で保管場所もとらない

挿管プロトコール

- 挿管成功の評価方法
カプノメーターの正常波形が4サイクル以上得られた場合に挿管成功と評価
- Sellick法は挿管を行う個人の裁量に任せられ実施したかを記録する
- 初回挿管が失敗した場合は、他の挿管デバイス使用やexpertへの交代ができる
- 口腔内への喉頭鏡の挿入で1回とカウントする

Primary Outcome

気管挿管の初回成功率

Secondary Outcome

- 1) 最終的な挿管成功率
- 2) 挿管に成功するまでの時間
- 3) Cormack-Lehane grade
- 4) POGO score
the percentage of Glottic Opening scale score
- 5) 換気および挿管困難者の割合
- 6) 代替技術を使った割合
ガムエラスティックブジーやラリンジアルマスク
光ファイバー、外科的気道確保

Secondary Outcome

7) 合併症

死亡、心停止、重度の心臓血管虚脱、不整脈
低酸素血症または重度の低酸素血症、誤嚥
食道挿管、歯科的障害

8) 人工呼吸器の継続期間

9) ICU滞在期間

10) 入院期間

11) ICU死亡率

12) 28日の死亡率

POGO score

the percentage of glottic opening score

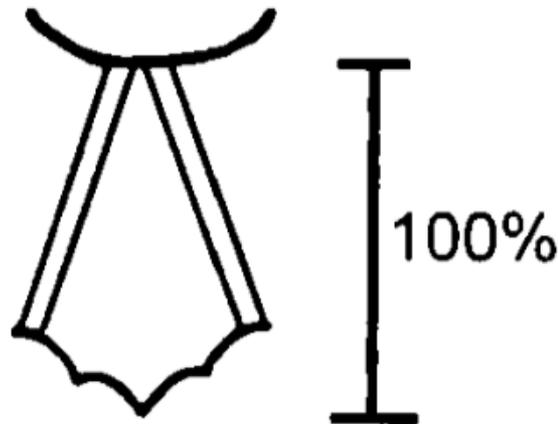


Figure 1. A schematic diagram of the percentage of glottic opening (POGO) score. The most posterior point is the interarytenoid notch and the most anterior portion is the anterior commissure. The percentage of glottic visualization represents the POGO score.

complication

【mild to moderate】

- 食道挿管
- 誤嚥
- 不整脈 (VT、VF、NSVT)
- 歯牙損傷

【severe】

- 死亡
- 心停止
- 重度の低血圧 (sBP<90mmHg)
- 重度の低酸素血症 (SpO₂<80%)

サンプルサイズ

先行研究結果から初回挿管成功率を、

- 直視型喉頭鏡65%
- ビデオ喉頭鏡80%

と見積もり、 α 5%、 β 10%で設定した
→両群で185人ずつ必要

Intensive Care Med . 2013;39(12):2144-2152.

PMID : 24045887

Prehosp Emerg Care . 2014;42(4):886-895.

PMID : 16036839

Crit Care Med . 2014;42(4):886-895.

PMID : 24275511

Statistical Analysis

(Primary outcome)

- Intention-to-treat解析
 - 層別化した因子（施設と術者の経験）を混合効果ロジスティックモデルで計算し気管挿管に初回成功した割合を比較した
- Per-protocole解析（以下を除外）
 - 1) 包含/除外基準を満たさなかったもの
 - 2) 人工呼吸器管理を行わなかったもの
 - 3) 医学的理由で研究から撤退したもの
- 初回挿管に失敗した群
 - MACOCHAスコアをもとに感度解析を行った

MACOCHAスコア

		点数
患者因子	Mallampatiスコア Ⅲ-Ⅳ	5
	OSASの病歴	2
	椎体の可動域制限	1
	開口制限 < 3 cm	1
疾患因子	昏睡	1
	重度の低酸素 (<80%)	1
術者因子	非麻酔科医	1
合計		12

- 挿管困難症例のリスク評価するスコア
- スコア >3 : 挿管困難が予測される (感度73% 特異度89%)
- スコア ≤3 : ICU研修医でも1回目で成功することが多い
- スコア ≥8 : まず1回目では成功せず

熟練者と複数のデバイスを用意すべき

Statistical Analysis

(Secondary outcome)

- 質的データ： χ^2 検定、Fisher exact検定
- 量的データ： t 検定、Wilcoxon rank sum検定
- 挿管時間：Kaplan-Meier曲線、log-rank検定
- サブグループ解析：混合モデルで解析

すべての検定は両側、 P 値：0.05以下

結果

割付

489 Patients assessed for eligibility

118 Excluded

80 Did not meet inclusion criteria

30 Insufficient time for inclusion and randomization

15 Correctional facility inmate

15 Previous inclusion in randomized clinical trial with intubation as the primary end point

8 Contraindication to orotracheal intubation

5 Nasotracheal fiberoptic intubation

5 No health insurance

2 Age <18 y

2 Refused to participate

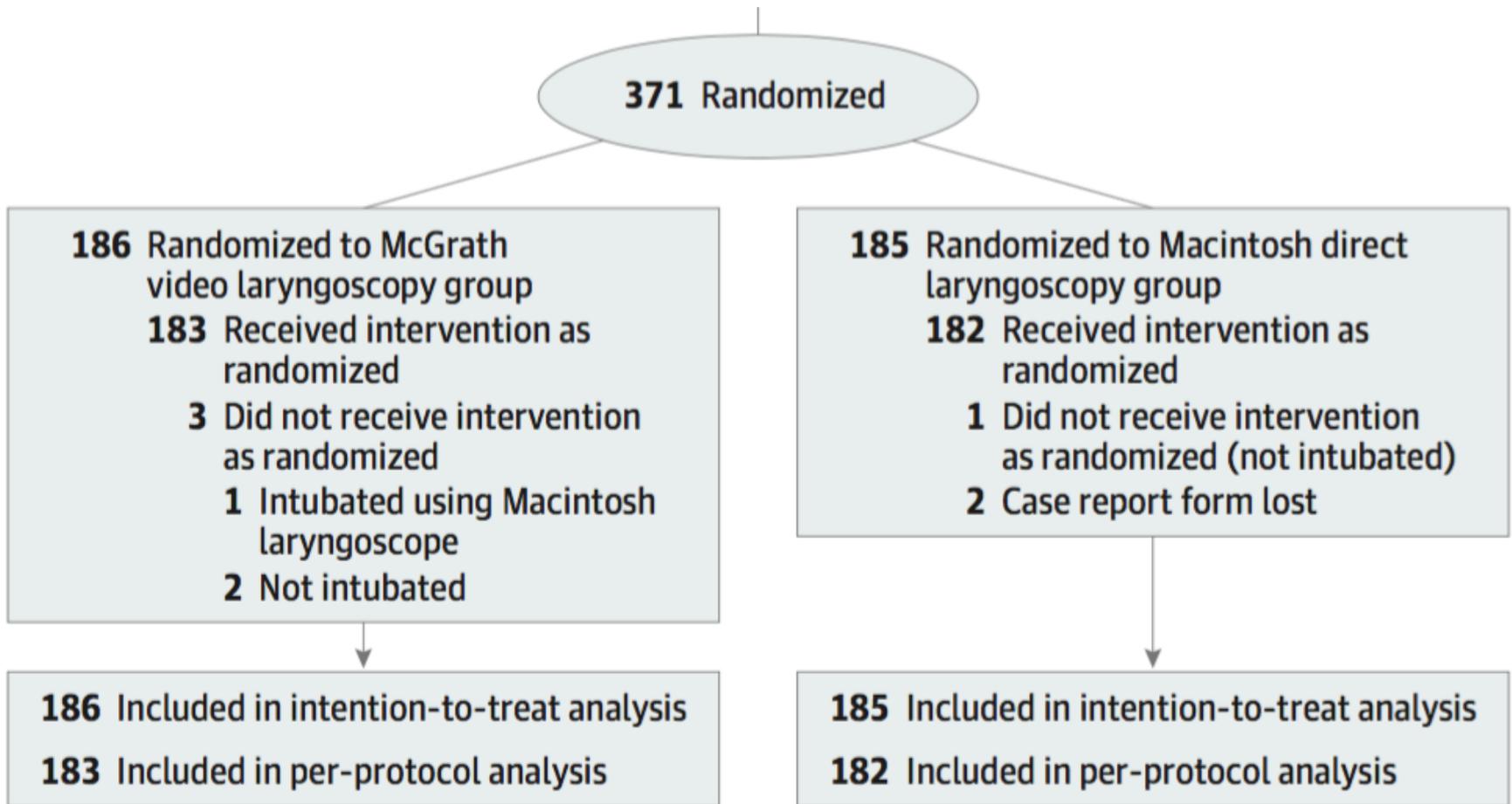
2 No investigator present

34 Other reasons

適格性を489人が評価され、
うち371人がランダム化と
なった

371 Randomized

割付



ビデオ喉頭鏡186人、直視型喉頭鏡185人
全員が試験を完了

ベースライン

	Video Laryngoscopy (n = 186)	Direct Laryngoscopy (n = 185)
Demographics ^a		
Age, mean (SD), y	62.7 (15.3)	62.8 (16.3)
Male sex, No. (%)	122 (65.6)	113 (61.1)
BMI, mean (SD) ^b	26.2 (6.7)	26.6 (7.2)
Simplified Acute Physiologic Score II, mean (SD) ^c	58.0 (21.0)	57.7 (21.8)
Activity level (Knaus chronic health status score), No. (%)		
Normal health status	24 (12.9)	22 (11.9)
Moderate activity limitation	90 (48.3)	103 (55.7)
Severe activity limitation due to chronic disease	70 (37.6)	56 (30.3)
Bedridden	2 (1.1)	4 (2.2)
Charlson comorbidity index, mean (SD) ^d	2.9 (2.1)	3.0 (2.1)

平均 62.8歳、36.7%が女性
年齢・性別、重症度、併存疾患で差はない

ベースライン

	Video Laryngoscopy (n = 186)	Direct Laryngoscopy (n = 185)
Diagnosis at admission to the intensive care unit, No. (%)		
Acute circulatory failure	32 (17.2)	22 (11.9)
Acute neurological failure	46 (24.7)	40 (21.6)
Acute respiratory failure	73 (39.2)	86 (46.5)
Trauma	35 (18.8)	37 (20.0)
Other ^e	45 (24.2)	44 (23.8)
Reason for intubation, No. (%)		
Neurological failure	71 (38.2)	76 (41.1)
Respiratory failure	52 (28.0)	51 (27.6)
Circulatory failure	3 (1.6)	4 (2.2)
Other	13 (7.0)	9 (4.9)
At time of enrollment		
Sequential Organ Failure Assessment score, mean (SD) ^f	7 (4)	7 (3)
Glasgow Coma Scale score, mean (SD) ^g	12 (4)	12 (4)
Heart rate, mean (SD)	107 (28)	101 (25)
Arterial systolic pressure, mean (SD), mm Hg	129 (32)	126 (30)
Peripheral oxygen saturation, mean (SD), %	95 (6)	95 (6)
Ratio of Pao ₂ to Fio ₂ , median (IQR)	95 (71-191)	91 (71-145)
Serum lactic acid, mean (SD), mmol/L	3.1 (3.1)	3.0 (3.3)

ベースライン

	Video Laryngoscopy (n = 186)	Direct Laryngoscopy (n = 185)
Diagnosis at admission to the intensive care unit, No. (%)		
Acute circulatory failure	32 (17.2)	22 (11.9)
Acute neurological failure	46 (24.7)	40 (21.6)
Acute respiratory failure	73 (39.2)	86 (46.5)
Trauma	35 (18.8)	37 (20.0)
Other ^e	45 (24.2)	44 (23.8)
Other	13 (7.0)	9 (4.9)
At time of enrollment		
Sequential Organ Failure Assessment score, mean (SD) ^f	7 (4)	7 (3)
Glasgow Coma Scale score, mean (SD) ^g	12 (4)	12 (4)
Heart rate, mean (SD)	107 (28)	101 (25)
Arterial systolic pressure, mean (SD), mm Hg	129 (32)	126 (30)
Peripheral oxygen saturation, mean (SD), %	95 (6)	95 (6)
Ratio of Pao ₂ to Fio ₂ , median (IQR)	95 (71-191)	91 (71-145)
Serum lactic acid, mean (SD), mmol/L	3.1 (3.1)	3.0 (3.3)

ビデオ喉頭鏡群で循環器疾患が多い傾向
直視型喉頭鏡群で呼吸器疾患が多い傾向

ベースライン

	Video Laryngoscopy (n = 186)	Direct Laryngoscopy (n = 185)
Criteria for difficult facial mask ventilation, No./total (%)		
Age >55 y	134/185 (72.4)	133/185 (71.9)
Edentulous	41/183 (22.4)	45/181 (24.9)
Snores	28/171 (16.4)	35/173 (20.2)
Has beard	22/184 (12.0)	22/181 (12.2)
Limited mandibular protrusion	5/147 (3.4)	12/135 (8.9)
BMI >26	77/177 (43.5)	88/179 (49.2)
Criteria for difficult intubation		
History of difficult intubation, No. (%)	3 (1.6)	2 (1.1)
Mallampati score, No./total (%) ^h		
1	25/111 (22.5)	32/107 (29.9)
2	45/111 (40.5)	44/107 (41.1)
3	30/111 (27.0)	26/107 (24.3)
4	11/111 (9.9)	5/107 (4.7)
Thyromental distance <65 mm, No./total (%)	19/182 (10.4)	26/177 (14.7)
Mouth opening <35 mm, No./total (%)	27/181 (14.9)	26/178 (14.6)
Limited cervical mobility, No./total (%)	12/183 (6.6)	13/179 (7.3)
Sleep apnea, No./total (%)	11/182 (6.0)	10/180 (5.6)
BMI >35, No./total (%)	13/177 (7.3)	20/179 (11.2)
MACOCHA score, mean (SD) ⁱ	3 (3)	3 (3)

ベースライン

	Video Laryngoscopy (n = 186)	Direct Laryngoscopy (n = 185)
Criteria for difficult facial mask ventilation, No./total (%)		
Age >55 y	134/185 (72.4)	133/185 (71.9)
Edentulous	41/183 (22.4)	45/181 (24.9)
Snores	28/171 (16.4)	35/173 (20.2)
Has beard	22/184 (12.0)	22/181 (12.2)
Limited mandibular protrusion	5/147 (3.4)	12/135 (8.9)
BMI >26	77/177 (43.5)	88/179 (49.2)
Criteria for difficult intubation		
History of difficult intubation, No. (%)	3 (1.6)	2 (1.1)
Mallampati score, No./total (%) ^h		
1	25/111 (22.5)	32/107 (29.9)
2	45/111 (40.5)	44/107 (41.1)
3	30/111 (27.0)	26/107 (24.3)
4	11/111 (9.9)	5/107 (4.7)
Thyromental distance <65 mm, No./total (%)	10/183 (5.4)	7/177 (3.9)
BMI >35, No./total (%)	13/177 (7.3)	20/179 (11.2)
MACOCHA score, mean (SD) ⁱ	3 (3)	3 (3)

ビデオ喉頭鏡群で
Mallampati 3, 4が多い傾向にある

Primary Outcome

	No./Total (%) of Patients ^a		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Primary Outcome: Successful First-Pass Intubation				
Intention-to-treat analysis	126/186 (67.7)	130/185 (70.3)	-2.5 (-11.9 to 6.9)	.60
Per-protocol analysis	126/183 (68.9)	130/182 (71.4)	-2.5 (-12.3 to 6.4)	.54

初回挿管成功率に差は認められなかった

Secondary Outcomes

	No./Total (%) of Patients ^a		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Cormack-Lehane grade ^b				
1	133/176 (75.6)	93/177 (52.5)	23.1 (13.3 to 32.7)	<.001
2	25/176 (14.2)	51/177 (28.8)	-14.6 (-23.0 to -6.2)	
3	10/176 (5.7)	20/177 (11.3)	-5.6 (-11.4 to 0.2)	
4	8/176 (4.5)	13/177 (7.3)	-2.8 (-7.7 to 2.1)	
Percentage of glottic opening score, median (IQR) ^c	100 (80 to 100)	80 (50 to 100)	20 (0 to 20)	<.001
Maneuvers during first-attempt laryngoscopy				
Head elevation	38/183 (20.8)	46/181 (25.4)	-4.6 (-13.3 to 4.0)	.29
BURP maneuver ^d	26/183 (14.2)	28/181 (15.5)	-1.3 (-8.6 to 6.0)	.73
Sellick maneuver ^e	28/184 (15.2)	38/181 (21.0)	-5.8 (-13.6 to 2.1)	.15

ビデオ喉頭鏡の方が声門の視認性が高い

Secondary Outcomes

	No./Total (%) of Patients ^a		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Reason for intubation failure ^f				
Glottis not seen	13/58 (22.4)	36/51 (70.6)	-48.2 (-64.6 to -31.7)	
Failure of tracheal catheterization	41/58 (70.7)	12/51 (23.5)	47.2 (30.6 to 63.7)	
Adverse event ^g	1/58 (1.7)	2/51 (3.9)	-2.2 (-8.5 to 4.1)	<.001
Laryngeal obstruction	1/58 (1.7)	1/51 (2.0)	-0.3 (-5.3 to 4.8)	
Technical failure (battery, other)	2/58 (3.4)	0	3.4 (-1.2 to 8.1)	
No. of intubation attempts, median (range)	1 (1 to 4)	1 (1 to 5)	0 (0 to 0)	.68
Difficult intubation ^h	14/186 (7.5)	14/185 (7.6)	-0.1 (-5.5 to 5.4)	.99
Duration of intubation, median (IQR), min	3 (2 to 4)	3 (2 to 4)	0 (0 to 0)	.95
Need for facial mask ventilation after first-attempt laryngoscopy	16/73 (21.9)	15/66 (22.7)	-0.8 (-30.1 to 28.5)	.91
Need for gum elastic bougie	49/257 (19.1)	34/247 (13.8)	5.3 (2.2 to 25.4)	.11
After first-attempt laryngoscopy	22/184 (12.0)	10/181 (5.5)	6.5 (0.7 to 12.2)	.03
After second- to fifth-attempt laryngoscopy	27/73 (37.0)	24/66 (36.4)	0.6 (-25.9 to 27.1)	.94

Secondary Outcomes

	No./Total (%) of Patients ^a		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Reason for intubation failure ^f				
Glottis Failure	42/159 (26.4)	26/151 (17.2)	10.2 (6.1 to 14.3)	<.001
Adverse Laryngoscopy Technique	10/159 (6.3)	10/151 (6.6)	0.0 (-2.1 to 2.1)	.68
No. of intubation attempts	1.0	1.0	0.0 (-0.1 to 0.1)	.99
Difficult intubation	1.0	1.0	0.0 (-0.1 to 0.1)	.95
Duration of intubation	1.0	1.0	0.0 (-0.1 to 0.1)	.91
Need for first-attempt laryngoscopy	100/159 (63.5)	100/151 (66.2)	-2.7 (-6.8 to 1.4)	.11
Need for gum elastic bougie	49/257 (19.1)	34/247 (13.8)	5.3 (2.2 to 25.4)	.03
After first-attempt laryngoscopy	22/184 (12.0)	10/181 (5.5)	6.5 (0.7 to 12.2)	.94
After second- to fifth-attempt laryngoscopy	27/73 (37.0)	24/66 (36.4)	0.6 (-25.9 to 27.1)	

挿管失敗の原因として多いのは
 直視型：声門が見えない
 ビデオ：挿管チューブ挿入操作の失敗

ビデオ喉頭鏡で
 ガムエラスティックブジーの使用例が多

Secondary Outcomes

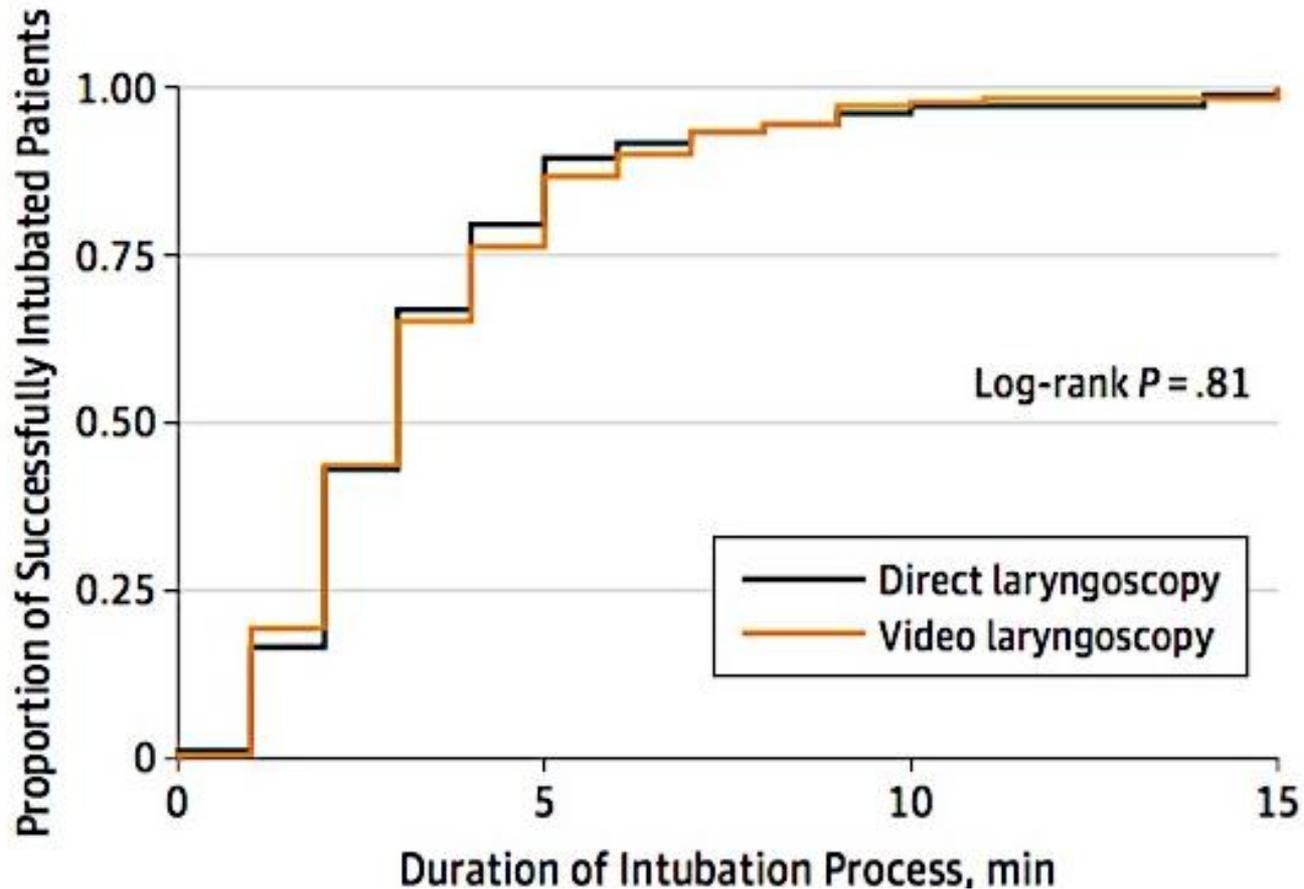
	No./Total (%) of Patients ^a		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Type of complication				
Death	1/184 (0.5)	0/181	0.5 (-0.5 to 1.6)	.99
Cardiac arrest	4/184 (2.2)	0/181	2.2 (0.07 to 4.3)	.12
Arrhythmia	3/184 (1.6)	4/181 (2.2)	-0.6 (-3.4 to 2.2)	.69
Esophageal intubation	3/184 (1.6)	6/181 (3.3)	-1.7 (-4.9 to 1.5)	.33
Aspiration	4/184 (2.2)	4/181 (2.2)	0 (-3.0 to 3.0)	.99
Tooth injury	0/184	1/181 (0.6)	-0.6 (-1.6 to 0.5)	.50
Hypoxemia ⁱ	14/173 (8.1)	19/174 (10.9)	-2.8 (-9.0 to 3.3)	.37
Severe hypoxemia ^j	6/176 (3.4)	1/181 (0.5)	2.9 (-0.03 to 5.7)	.06
Hypotension ^k	8/180 (4.4)	4/179 (2.2)	2.2 (-1.5 to 5.9)	.24
≥1 Life-threatening complication	24/180 (13.3)	17/179 (9.5)	3.8 (-2.7 to 10.4)	.25
Type of life-threatening complication^l				
Mild to moderate ^m	10/181 (5.4)	14/181 (7.7)	-2.3 (-7.4 to 2.8)	.37
Severe ⁿ	17/179 (9.5)	5/179 (2.8)	6.7 (1.8 to 11.6)	.01

Secondary Outcomes

Type of complication	No./Total (%) of Patients ^a		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Death	1/184 (0.5)	0/181	0.5 (-0.5 to 1.6)	.99
Cardiac arrest	4/184 (2.2)	0/181	2.2 (0.07 to 4.3)	.12
Arrhythmia			2.2)	.69
Esophageal int			1.5)	.33
Aspiration			.0)	.99
Tooth injury			0.5)	.50
Hypoxemia ⁱ			3.3)	.37
Severe hypoxemia ^j	6/176 (3.4)	1/181 (0.5)	2.9 (-0.03 to 5.7)	.06
Hypotension ^k	8/180 (4.4)	4/179 (2.2)	2.2 (-1.5 to 5.9)	.24
≥1 Life-threatening complication	24/180 (13.3)	17/179 (9.5)	3.8 (-2.7 to 10.4)	.25
Type of life-threatening complication ^l				
Mild to moderate ^m	10/181 (5.4)	14/181 (7.7)	-2.3 (-7.4 to 2.8)	.37
Severe ⁿ	17/179 (9.5)	5/179 (2.8)	6.7 (1.8 to 11.6)	.01

重度の合併症を有する患者の割合は、ビデオ喉頭鏡群で優位に高かった (Cardiac arrest、Severe hypoxemia がビデオ喉頭鏡群で多い傾向がある)

Secondary Outcomes



挿管に要した平均所用時間は
両群とも3分(2~4分)で差はなかった

Secondary Outcomes

	No./Total (%)		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Skill level of physician making first intubation attempt				
Nonexpert	157/186 (84.4)	154/185 (83.2)	1.2 (-6.3 to 8.6)	.76
Expert	29/186 (15.6)	31/185 (16.8)	-1.2 (-8.6 to 6.3)	
Description of nonexpert				
Emergency medicine resident	23/157 (14.7)	18/154 (11.7)	3.0 (-4.6 to 10.3)	.32
Anesthesiology resident	28/157 (17.8)	27/154 (17.5)	0.3 (-7.7 to 9.3)	
Internal medicine resident	92/157 (58.6)	102/154 (66.2)	-7.6 (-18.7 to 2.7)	
Other ^a	14/157 (8.9)	7/154 (4.5)	4.6 (-1.2 to 9.8)	
Description of expert				
Anesthesiologist	16/29 (55.2)	20/31 (64.5)	-9.3 (-34.1 to 15.4)	.60
Emergency physician	1/29 (3.4)	0/31 (0)	3.4 (-3.2 to 10.1)	
Medical intensivist	12/29 (41.4)	11/31 (35.5)	5.9 (-18.7 to 30.5)	

- ほとんどの初回挿管はnonexpertが施行した
- 2回目はexpertによって行われた
- 群間の有意差はなかった

Secondary Outcomes

	No./Total (%)		Absolute Difference (95% CI), %	P Value
	Video Laryngoscopy	Direct Laryngoscopy		
Preoxygenation modality				
Bag valve mask	95/184 (51.6)	95/181 (52.5)	-0.9 (-11.1 to 9.4)	.87
Noninvasive ventilation	39/184 (21.2)	46/181 (25.4)	-4.2 (-12.9 to 4.4)	.34
High-flow nasal cannula	20/184 (10.9)	19/181 (10.5)	0.4 (-6.0 to 6.7)	.91
Nonrebreather mask	46/184 (25.0)	44/181 (24.3)	0.7 (-8.1 to 9.5)	.88
Hypnotic medications				
Etomidate	164/184 (89.1)	165/182 (90.7)	-1.6 (-7.7 to 4.6)	.63
Propofol	0/184 (0.0)	0/182 (0.0)	0.5 (-2.8 to 4.0)	.82
Ketami				.22
Midazo				.98
Other ^b				.21
None				.50
Neuromus				
Succinylcholine	144/184 (78.3)	138/182 (75.8)	2.5 (-6.6 to 10.6)	.58
Rocuronium	29/184 (15.8)	24/182 (13.2)	2.6 (-4.7 to 9.7)	.48
Other ^c	7/184 (3.8)	14/182 (7.7)	-3.9 (-8.7 to 0.8)	.11
None	4/184 (2.2)	6/182 (3.3)	-1.1 (-4.5 to 2.2)	.51

前酸素化はバッグバルブマスク
鎮静鎮痛薬はエトミデート
筋弛緩薬はサクシニルコリン
の使用頻度が高く両群間で差はなかった

Secondary Outcomes

	Video Laryngoscopy (n=186)	Direct Laryngoscopy (n=185)	95%CI	<i>P</i> value
SOFA score on day 1, median [IQR]	8 [5-11]	8 [5-11]	0 [-1 to 1]	0.79
SOFA score on day 2, median [IQR]	6 [4-9]	6 [4-10]	0 [-1 to 1]	0.34
Mechanical ventilation duration, days, median [IQR]	3.2 [1.1-9.1]	4.6 [1.4-9.8]	-0.3 [-1.2 to 0.3]	0.31
Mechanical ventilation-free days by day 28, median [IQR]	21.0 [0-26.0]	19.2 [0-25.5]	0 [0 to 0.8]	0.46
ICU mortality, n (%)	57 (30.6%)	58 (31.4%)	-0.7 [-10.1 to 8.7]	0.88
Day-28 mortality, n (%)	66 (35.7%)	67 (36.4%)	-0.7 [-10.5 to 9.1]	0.88

1日目の敗血症関連臓器不全評価スコア

2日目の敗血症関連臓器不全評価スコア

ICU死亡率、28日死亡率は2群間で異ならなかった

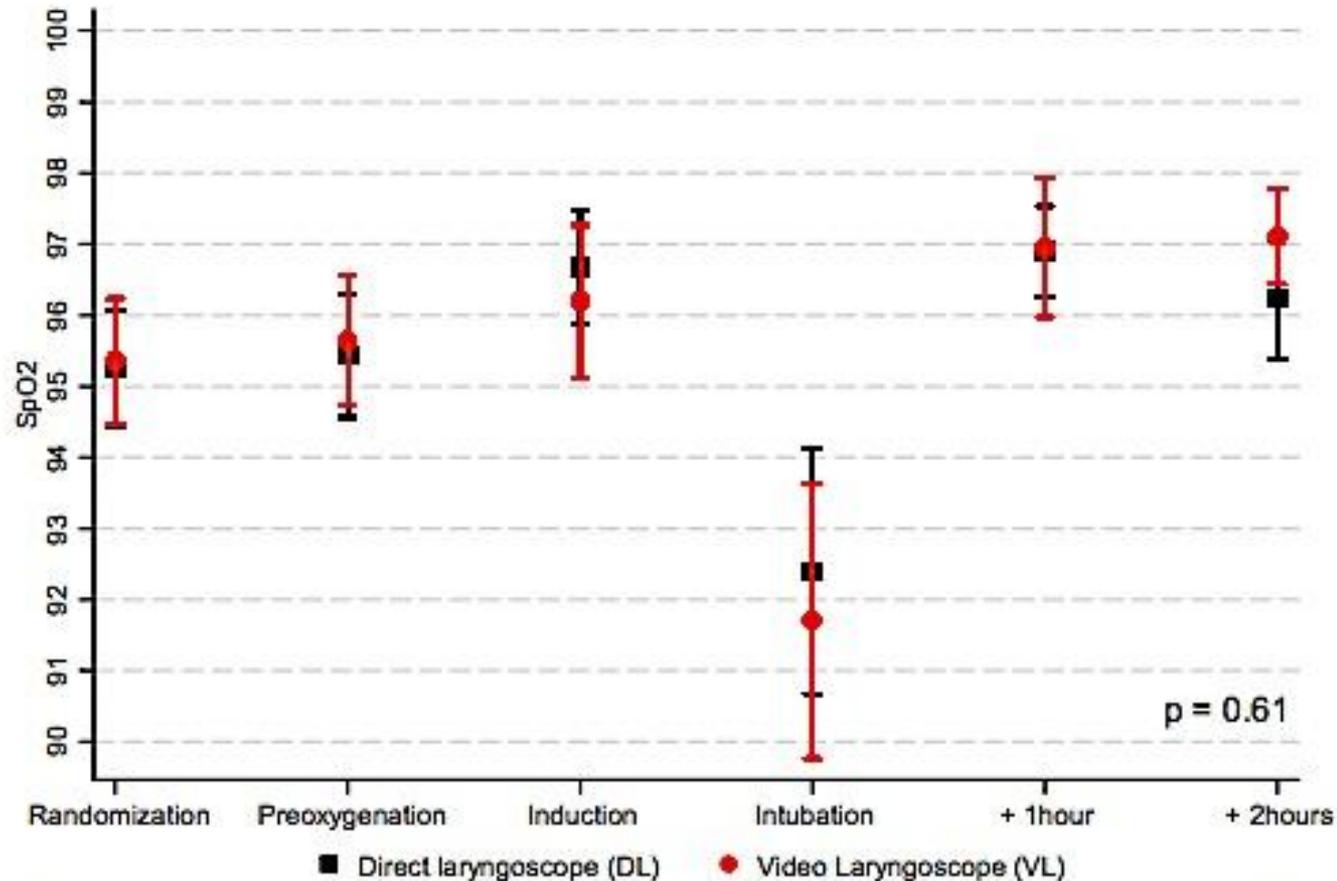
サブグループ解析

eTable 4. Sensitivity analysis in the intention-to-treat population, with adjustment for MACOCHA score >4 (n=371)

	aOR [95%CI]	<i>P</i> value
Randomization group		
Direct Laryngoscope	1	
Video Laryngoscope	1.10 [0.69-1.75]	0.69
Operator status		
Expert	1	
Non-expert	5.53 [2.09-14.59]	0.001
MACOCHA Score >4		
No	1	
Yes	1.30 [0.72-2.36]	0.39

MACOCHAスコアが 4未満or4以上のサブグループでの
主要アウトカムの有意差は認められなかった

サブグループ解析



挿管前後のSpO₂、P/F比について
挿管中の中央値はビデオ喉頭鏡で低いが
2群のサブグループ間で有意差はなかった

合併症についての考察

- ビデオ喉頭鏡は直視型喉頭鏡と比較して初回成功率を改善せず、重症合併症が増加した
- サブグループ解析では重症合併症に関連する要因は特定されなかった
- 咽頭軸・喉頭軸・開口部のポジショニングが不十分であると、機械的な上気道閉塞や低酸素血症のリスクとなる可能性がある

J Anesth. 2010;24(3):366-372.

PMID : 20364439

ガムエラストティックブジー についての考察

- ビデオ喉頭鏡群で初回挿管にガムエラストティックブジーを必要とすることが多かった
- ガムエラストティックブジーは直視型喉頭鏡において挿管困難者への成功率を上昇させる

Can J Anaesth. 2003 Aug-Sep;50(7):712-7.

PMID : 12944447

- ビデオ喉頭鏡ではスタイレットの使用が推奨されているものもあるが、ガムエラストティックブジー使用でも初回成功率は同等である

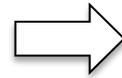
Eur J Anaesthesiol. 2015 Jun;32(6):400-5.

PMID : 24675430

考察

- カプノグラフィを使用することによって客観的に挿管成功を評価しバイアスを減らし質を向上できた
- プロトコールの遵守と筋弛緩薬の使用によって先行研究より挿管成功率が向上した

先行研究（直視型）
初回成功率60%



nonexpert	70%
Expert	93.2%

Limitation

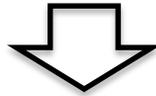
- ビデオ喉頭鏡はMcGrath MACのみ使用
他のデバイスでは結果が異なる可能性がある
- nonexpertの挿管が多かった
- 盲検化は出来ていない
(成功結果の判定：カプノメーター)

結語

- ICUに入室している患者に対するビデオ喉頭鏡は直視型喉頭鏡と比較して初回成功率を改善せず、重症の合併症を増加させた
- 異なる臨床のセッティングや技術レベルの違いによる差に関しては、さらなる研究が必要である

私見

- ビデオ喉頭鏡は声門の視認性には優れているが
口腔軸、咽頭軸、喉頭軸の同一性が直接型喉頭鏡と比べ
低下する可能性が高く、画面と直視viewは必ずしも一致
しない



- 機械的な上気道閉塞から低酸素血症のリスクが生じる
Can J Anaesth. 2012 Nov;59(11):1032-9
PMID: 22932944
- 気管チューブの気管内への操作が困難となる
J Anesth. 2010 Jun;24(3):366-72.
PMID: 20364439
- 挿管完了までの時間長くなる可能性がある
Can J Anaesth. 2012 Nov;59(11):1032-9.
PMID: 22932944

ビデオ喉頭鏡の画面と直視viewは必ずしも同一ではない

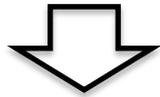


McGRATH MAC 使用方法の記載

- (6) 気道軸を一致させてもチューブの挿管が”できない場合は、スタイレットかブジーが必要になることもある。

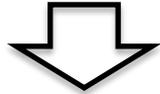
JCでのまとめ

- ・本研究において
ビデオ喉頭鏡の方が視野は良いが、ビデオの視野で
チューブを操作することの難しさを反映しているの
かもしれない



ビデオの視野でチューブを操作する練習をした後の
expertのみでの研究が必要である

JCでのまとめ

- ビデオ喉頭鏡はその視認性の高さからレジデント教育や挿管困難症例での強力なツールの1つである
 - 視認性の高さ = 挿管の容易さ
という誤った認識をnonexpertだけでなくexpertも監督する際に持ってしまう可能性
- 
- 前述したリスクもあることを認識して
ビデオ喉頭鏡を直視型喉頭鏡使用时以上に注意し使用する

東京ベイ浦安市川医療センターでの 気管挿管手順

- アテンディングがレジデントと共に換気困難と挿管困難についてリスク評価を行う
- 基本的にはレジデントが挿管を行うが、リスク症例はアテンディングが判断し自ら行う
- デバイスにはC-MAC Video LaryngoscopeもしくはMcGRATH™ MACを使用する
- 気管内チューブ7-8Fr(成人の場合)をスタイレットを併用し使用する
- 前酸素化は鼻カニューレ+BVM、NPPVやNHF症例は継続使用
- 挿管時の薬剤を症例に応じアテンディングが選択する
- 筋弛緩薬(ロクロニウム)は換気困難が予測される症例でなければルーチンで使用する
- 挿管失敗時はアテンディングに交代し、必要に応じ追加デバイス(ブジーや気管支鏡など)を使用する

* 以下に当院のレジデントが挿管前に確認している資料を添付する

気管内挿管を行う前に

Assessment

Back up plan

Call for help

Suction

Oxxygen device

Airway equipment

Pharmacy

Monitor

Denture

Plan-B、C
声門より上と、下

換気困難予測因子

Mask seal/Male-sex/Mallampati
Obesity/Obstruction
Age>55
No teeth
Stiff lung

挿管困難予測因子

Look externally
Evaluate 3-3-2 rule
Mallampati
Obstruction/Obesity
Neck mobility

無理しない!

予備力評価

Hypotension
Oxygenation
pH ↓

弁、リザーバーの確認



チューブのカフ、潤滑、喉頭鏡の電池、スタイレットの長さ

ウラへ

モニタリング必須

血圧計のマンシェットは
酸素プローベと逆の手に

差し歯、入れ歯

挿管時の薬剤

前投薬

Asthma	Brain(脳圧上昇)	Cardiovascular
リドカイン 1.5 mg/kg		フェンタニル 2-3 μg/kg

高齢者ではフェンタニル少なめ
がbetter(血圧低下)

鎮静薬

	mg/kg	Onset/持続時間	注意点
プロポフォール	1.5	15-45 sec/5-10分	低血圧
ケタラール	1.5 (静注)	45-60 sec/10-20分	喉頭痙攣のリスク 高血圧、ICP上昇は禁忌
ドルミカム	0.2-0.3	60-90 sec/15-30分	Onsetがやや長い
ラボナール	3	30 sec/5-10分	喘息禁忌 低血圧

作用が早くキレも
いいが、血圧低下に
注意

交感神経↑
で血圧上昇

筋弛緩薬

※CICVほんとうに大丈夫？

	mg/kg	Onset/持続時間	注意点
ロクロニウム (エスラックス)	1	60 sec/40-60分	一番使い易い筋弛緩薬
ベクロニウム (マスキュラックス)	0.1	75-90 sec/60-75分	効くまでも、切れるまでも長い
サクシニルコリン(サクシ ン、スキサメトニウム)	1.5	45 sec/6-10分	悪性高熱、高K、神経筋疾患、 急性期熱傷、廃用症候群

サクシニルコリンは現在は使用
していない