

人工呼吸看護のABC

The ABCs of Nursing Management for Mechanical Ventilation

○ 川瀬 広大

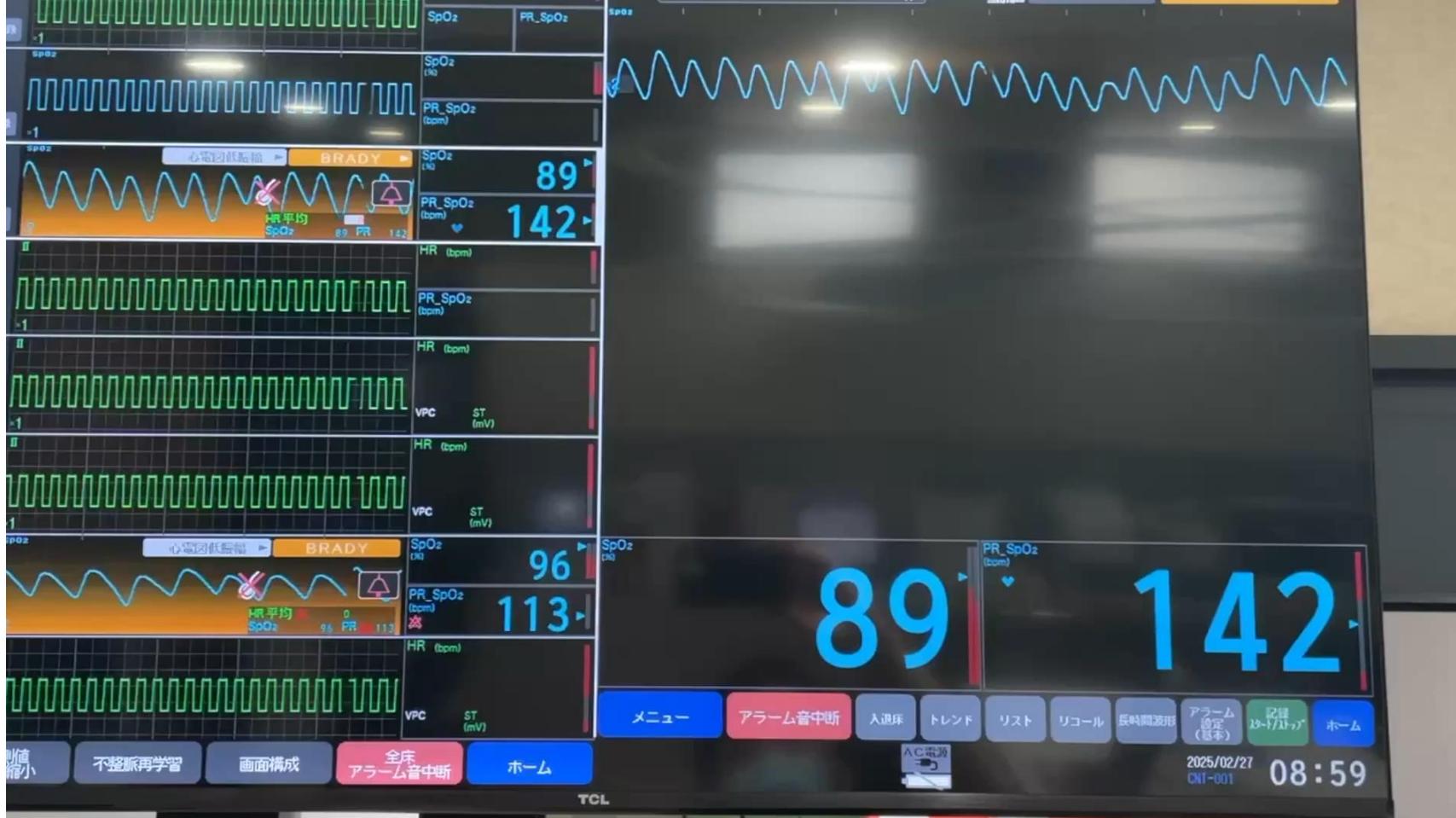
Kodai KAWASE DVM Ph.D

 札幌夜間動物病院

Today's Topic

- 適応条件
- 治療成績
- 合併症





人工呼吸の適応条件

Indications for mechanical ventilation



Indications and outcome associated with positive-pressure ventilation in dogs and cats: 127 cases

Laura A. Cagle DVM, DACVECC¹ | Kate Hopper BVSc, PhD, DACVECC² | Steven E. Epstein DVM, DACVECC^{2,*}

1.肺疾患：肺炎、肺水腫、ARDSなど
酸素療法にもかかわらず、P/F比 ≤300
またはS/F比 ≤315

2.非肺疾患・頭部疾患・中重度の呼吸不全

PaCO₂ > 60 mmHg、
呼吸力、

- 1. 低酸素血症：PaO₂ < 60 mmHg、P/F ratio < 300
- 2. 高炭酸ガス血症：PaCO₂ > 60 mmHg
- 3. 重度の努力呼吸、喀血、チアノーゼなどの徴候

呼吸
唆す

Retrospective evaluation of the outcome and prognosis of undergoing positive pressure ventilation due to cardiac and noncardiac causes in dogs and cats (2019–2020): 101 cases

Nama Oppenheimer DVM¹ | Efrat Kelmer DVM, MS, DACVECC, DECVECC¹

1.酸素投与にもかかわらず重度の低酸素血症 (PaO₂ < 60 mmHg)

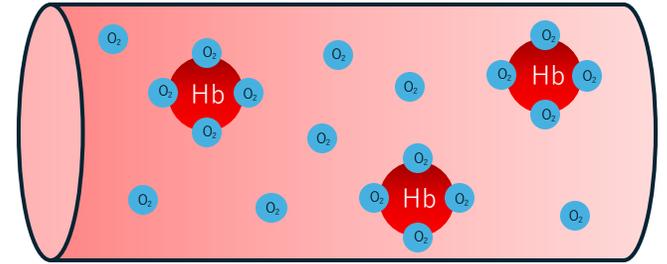
2.高炭酸ガス血症 (PaCO₂ > 60 mmHg)

PaO₂とは？

肺から取り込まれた酸素が、血液の中でどれくらい溶けているかを示す数値

数値が高いとどうなる？

PaO₂の値が高いほど、血液中にたくさんの酸素が溶けていて、体中の細胞に十分な酸素が供給されている状態



数値が低いとどうなる？

PaO₂の値が低いと、血液中の酸素が不足している状態

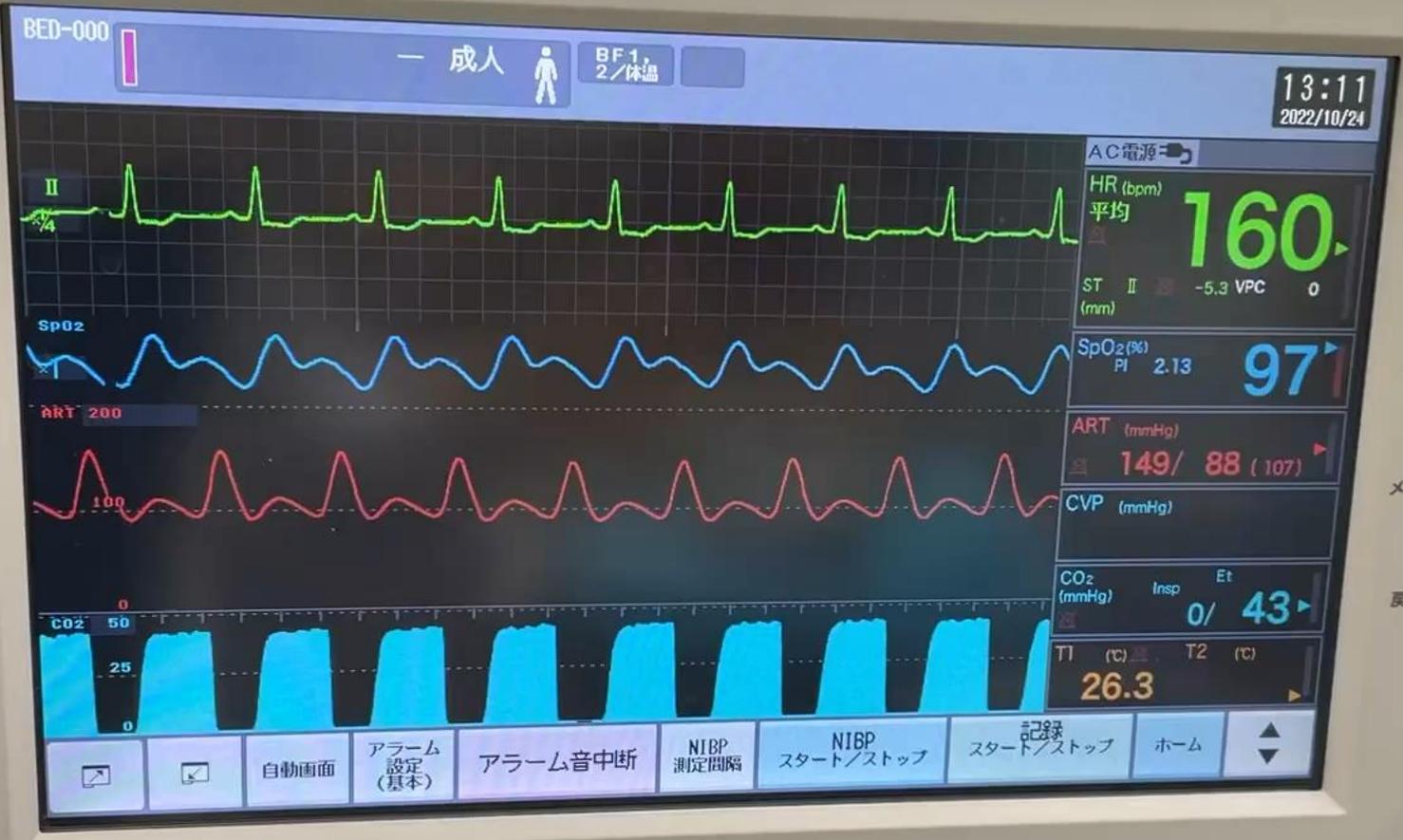
測定方法

PaO₂は、動脈から血液を採取して、血液ガス分析で測定





FUKUDA
DENSHI



アラーム
音中断

NIBP
スタート/ストップ

ホーム

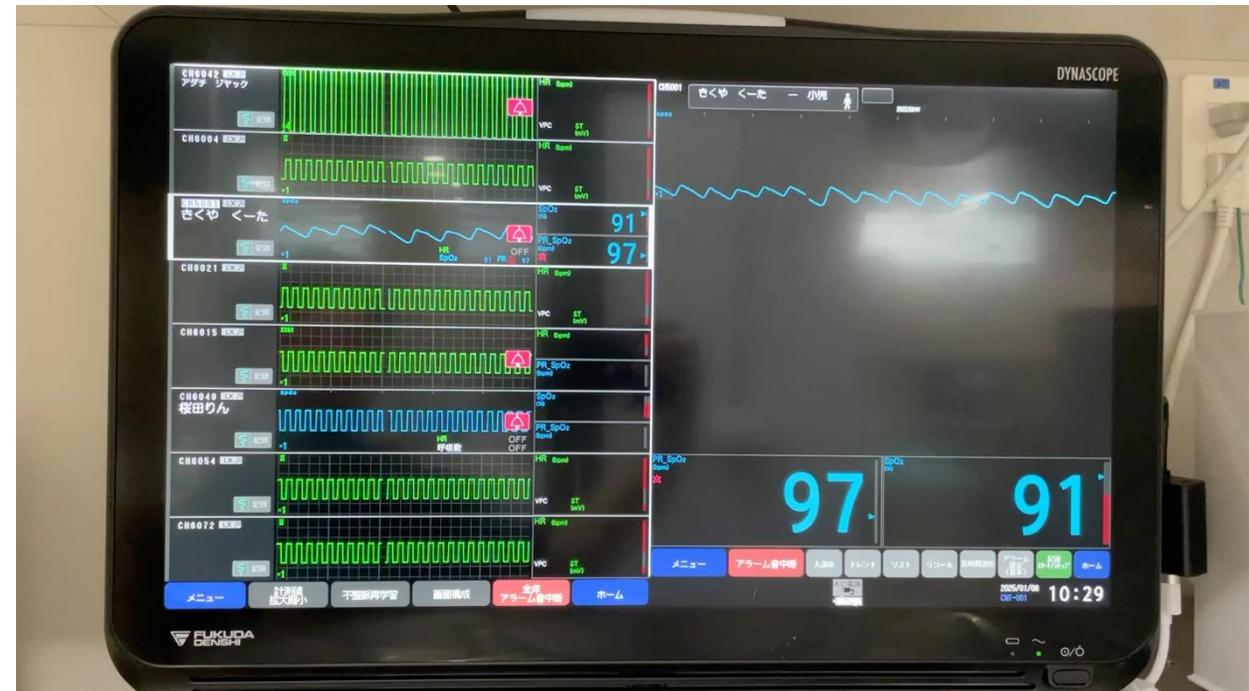
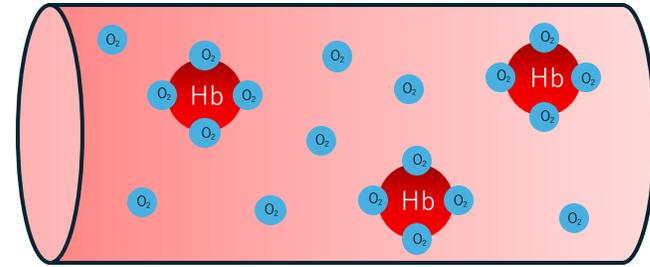
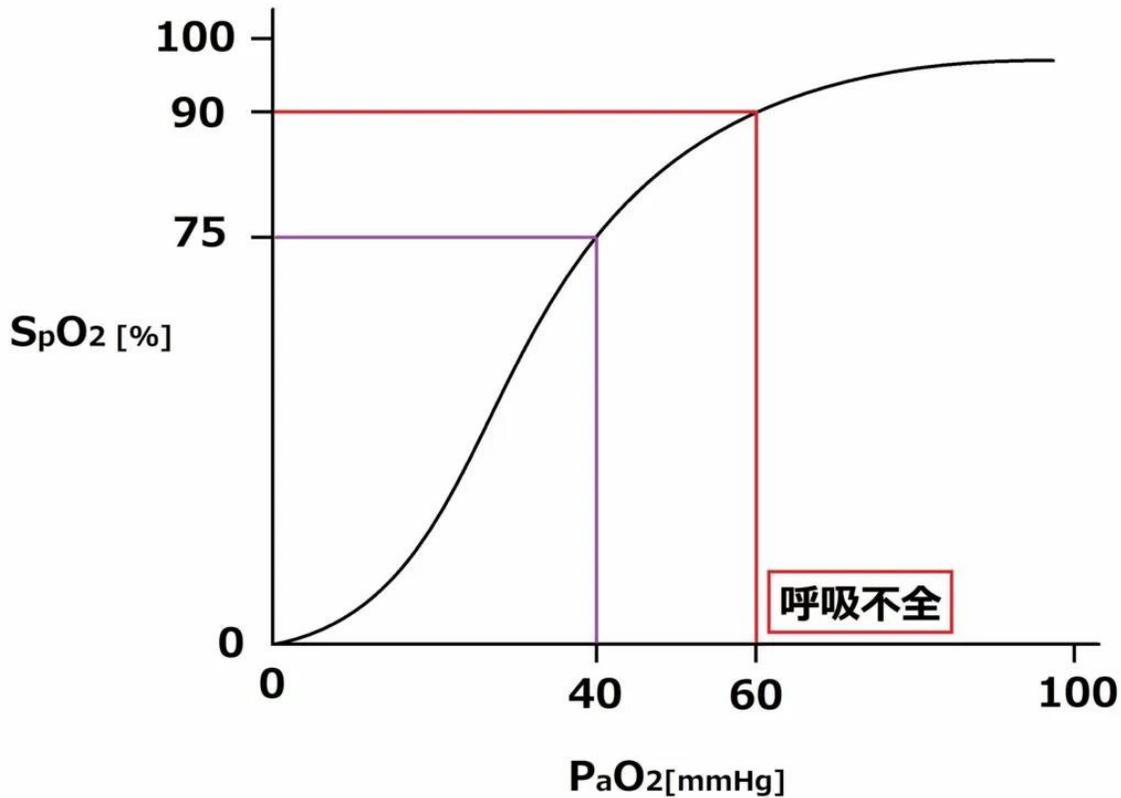
メニュー

戻る

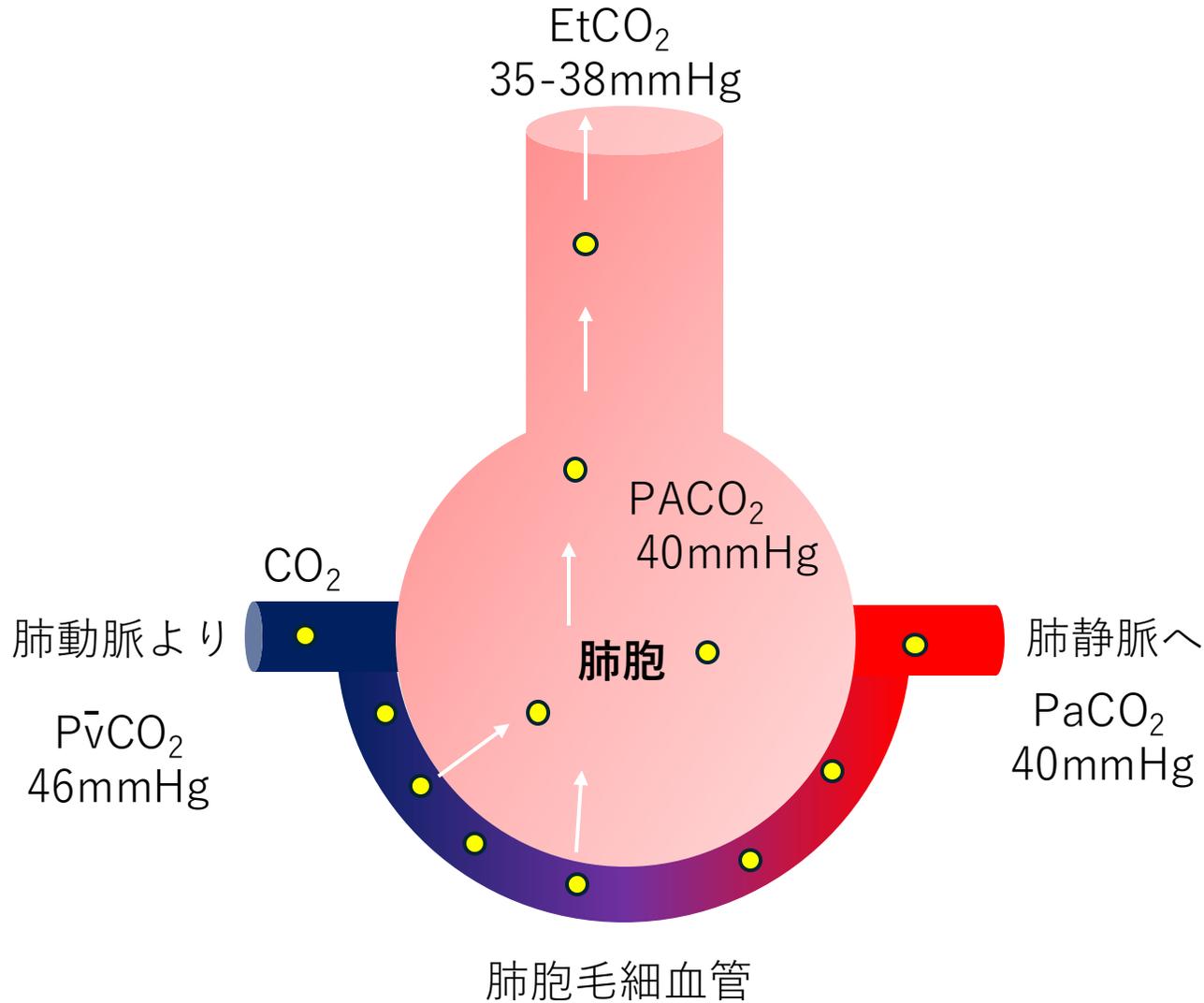
DS-8100 system DYNASCOPE

*記録 メニュー → 手動記録 → 3つ選択

低酸素血症： $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg} \quad \doteq \text{SpO}_2 \text{ 90\%}$



PaCO₂ EtCO₂とは



人工呼吸の治療成績

	Cagleら 2020			Oppenheimerら 2020	
	全体	肺疾患	非肺疾患	肺水腫	その他疾患
人工呼吸 離脱率	25%(32/127)	23%(23/99)	32%(9/28)	66% (33/50)	35% (18/51)
生存退 院率	22%(28/127)	23%(23/99)	21%(6/28)	54% (27/50)	26% (13/51)

疾患別治療成績

疾患	成功率
肺炎	28% (16/58)
複数の肺疾患	30% (8/27)
心肺蘇生後	0% (0/12)
心原性肺水腫	33% (5/15)
急性呼吸窮迫症候群	8% (1/13)
特発性肺疾患	11% (1/9)
上気道閉塞による非心原性浮腫	43% (3/7)
神経原性肺水腫	33% (1/3)
肺挫傷	100% (2/2)
尿毒症性肺炎	50% (1/2)

Indications and outcome associated with positive-pressure ventilation in dogs and cats: 127 cases

Laura A. Cagle DVM, DACVECC¹ | Kate Hopper BVSc, PhD, DACVECC² | Steven E. Epstein DVM, DACVECC^{2,*}

TABLE 4 Association of factor with successful weaning in 111 dogs and 16 cats receiving positive-pressure ventilation (PPV)

	Successful weaning (n = 32)	No weaning (n = 95)	P-value
Species			
All patients	25% (32/127)	72% (95/127)	0.35
Dogs	27% (30/111)	73% (81/111)	
Cats	12% (2/16)	88% (14/16)	
Indication for PPV (category)			
Pulmonary	23% (23/99)	77% (76/99)	0.34
Non-pulmonary	32% (9/28)	68% (19/28)	
Primary disease process			
Pulmonary ^a			
Pneumonia	28% (16/58)	72% (42/58)	0.68
Multiple pulmonary diseases	30% (8/27)	70% (19/27)	0.62
Postcardiopulmonary resuscitation	0% (0/12)	100% (12/12)	0.03
Cardiogenic pulmonary edema	33% (5/15)	67% (10/15)	0.53
Acute respiratory distress syndrome	8% (1/13)	92% (12/13)	0.18
Unidentified pulmonary disease	11% (1/9)	89% (8/9)	0.45
Noncardiogenic edema from upper airway obstruction			
Neurogenic pulmonary edema	33% (1/3)	67% (2/3)	***
Pulmonary contusions	100% (2/2)	0% (0/2)	***
Uremic pneumonitis	50% (1/2)	50% (1/2)	***
Pulmonary hemorrhage	100% (1/1)	0% (0/1)	***
Transfusion lung injury	100% (1/1)	0% (0/1)	***
Pulmonary adenocarcinoma	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Intrathoracic mass (cryptococcus)	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Pulmonary metastatic sarcoma	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Nonpulmonary disease ^b			
Intracranial disease	33% (4/12)	67% (8/12)	0.50
Cervical myelopathy	20% (1/5)	80% (4/5)	0.78
Facilitation of anesthesia	80% (4/5)	20% (1/5)	0.01
Postcardiopulmonary resuscitation	0% (0/3)	100% (3/3)	0.57
Septic shock	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Neuromuscular disease	0% (0/1)	100% (2/2)	***
Brachycephalic dogs			
Brachycephalic dogs	46% (12/26)	54% (14/26)	0.02
Nonbrachycephalic dogs	21% (18/85)	79% (67/85)	
Duration of PPV			
PPV ≥ 24 h	38% (26/67)	62% (41/67)	0.0002
PPV < 24 h	10% (6/60)	90% (54/60)	

疾患別治療成績

肺出血	100% (1/1)
輸血関連急性肺 injury	100% (1/1)
肺腺癌	0% (0/1)
胸腔内腫瘍 (クリプトコッカス)	0% (0/1)
肺転移性肉腫	0% (0/1)
頭蓋内疾患	33% (4/12)
頸髄症	20% (1/5)
麻酔導入	80% (4/5)
心肺蘇生後	0% (0/3)
敗血症性ショック	0% (0/1)
神経筋疾患	0% (0/2)

Indications and outcome associated with positive-pressure ventilation in dogs and cats: 127 cases

Laura A. Cagle DVM, DACVECC¹ | Kate Hopper BVSc, PhD, DACVECC² | Steven E. Epstein DVM, DACVECC^{2,*}

TABLE 4 Association of factor with successful weaning in 111 dogs and 16 cats receiving positive-pressure ventilation (PPV)

	Successful weaning (n = 32)	No weaning (n = 95)	P-value
Species			
All patients	25% (32/127)	72% (95/127)	0.35
Dogs	27% (30/111)	73% (81/111)	
Cats	12% (2/16)	88% (14/16)	
Indication for PPV (category)			
Pulmonary	23% (23/99)	77% (76/99)	0.34
Non-pulmonary	32% (9/28)	68% (19/28)	
Primary disease process			
Pulmonary[†]			
Pneumonia	28% (16/58)	72% (42/58)	0.68
Multiple pulmonary diseases	30% (8/27)	70% (19/27)	0.62
Postcardiopulmonary resuscitation	0% (0/12)	100% (12/12)	0.03
Cardiogenic pulmonary edema	33% (5/15)	67% (10/15)	0.53
Acute respiratory distress syndrome	8% (1/13)	92% (12/13)	0.18
Unidentified pulmonary disease	11% (1/9)	89% (8/9)	0.45
Noncardiogenic edema from upper airway obstruction	43% (3/7)	57% (4/7)	0.37
Neurogenic pulmonary edema	33% (1/3)	67% (2/3)	***
Pulmonary contusions	100% (2/2)	0% (0/2)	***
Uremic pneumonitis	50% (1/2)	50% (1/2)	***
Pulmonary hemorrhage	100% (1/1)	0% (0/1)	***
Transfusion lung injury	100% (1/1)	0% (0/1)	***
Pulmonary adenocarcinoma	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Intrathoracic mass (cryptococcus)	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Pulmonary metastatic sarcoma	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Nonpulmonary disease^{**}			
Intracranial disease	33% (4/12)	67% (8/12)	0.50
Cervical myelopathy	20% (1/5)	80% (4/5)	0.78
Facilitation of anesthesia	80% (4/5)	20% (1/5)	0.01
Postcardiopulmonary resuscitation	0% (0/3)	100% (3/3)	0.57
Septic shock	0% (0/1)	100% (1/1)	***
Neuromuscular disease	0% (0/1)	100% (2/2)	***
Brachycephalic dogs			
Brachycephalic dogs	46% (12/26)	54% (14/26)	0.02
Nonbrachycephalic dogs	21% (18/85)	79% (67/85)	
Duration of PPV			
PPV ≥ 24 h	38% (26/67)	62% (41/67)	0.0002
PPV < 24 h	10% (6/60)	90% (54/60)	



合併症

**Complications associated
with positive-pressure
ventilation**

合併症

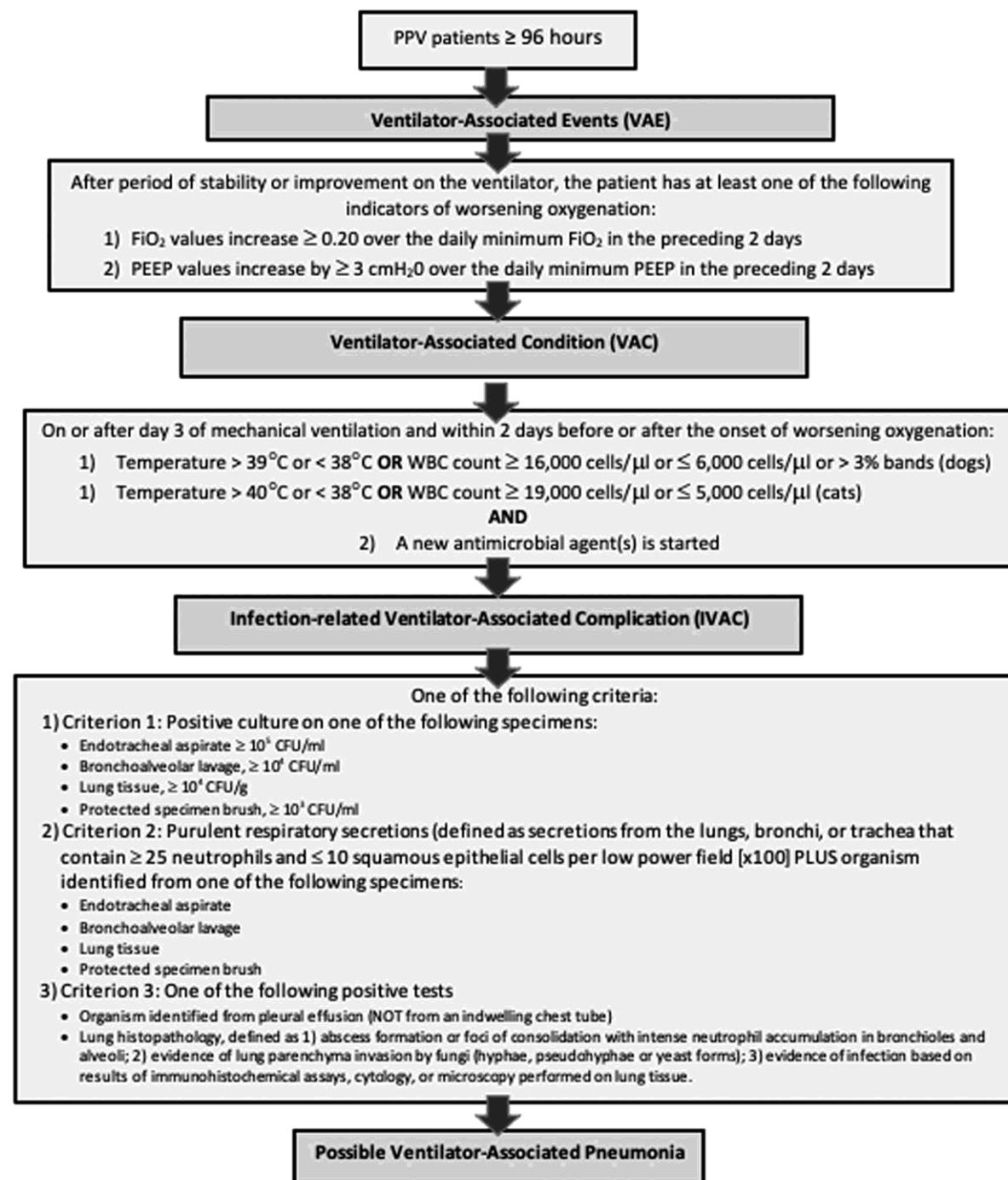
- 人工呼吸は呼吸不全の救命治療法だが、合併症は避けられない
- 人間における人工呼吸関連の合併症は、人工呼吸期間の延長、ICU 滞在期間の延長、死亡率の増加と関連している
- 人工呼吸開始後30日以内に、6～77%の患者に発生し、その死亡率は31～66%に達する
- 人工呼吸器関連肺炎（VAP）は、患者の約10～30%に発生し、死亡率は4～40%に達する

Pena-Lopez Y. et al. 2018.
Selvan K. et al. 2013.
Nguile-Makao M. et al. 2010.
Gionfriddo A. et al. 2018.

合併症

- 人工呼吸器関連肺炎（VAP）
- 人工呼吸器誘発性肺損傷（VILI）
- 患者自己誘発性肺損傷（P-SILI）
- 非同期、人工呼吸器誘発性横隔膜機能不全（VIDD）に関する人工呼吸器筋外傷
- 機器の故障、角膜潰瘍、舌の潰瘍または浮腫、急性腎障害（AKI）、心臓不整脈、低血圧、末梢浮腫、イレウスなどの消

人工呼吸器関連イベント（VAE）診断アルゴリズムやICU VAPバンドルシステムを利用することにより合併症を最小限にする必要がある



人工呼吸96時間以上

人工呼吸関連イベント (VAE)

人工呼吸器による安定または改善の期間の後、患者は以下の酸素化悪化の指標を少なくとも1つ有する。
FiO₂ (吸入気酸素濃度) 値が、過去2日間の最小FiO₂値よりも0.2以上増加している
PEEPが過去2日間の最小PEEP値よりも3cmH₂O以上増加している

人工呼吸関連状態 (VAC)

人工呼吸の3日目以降、かつ酸素化悪化の発症の前後2日以内
犬：体温が39°C超または38°C未満、またはWBC $\geq 16000/\mu\text{l}$ または ≤ 6000 または Band >3%
猫：体温が40°C超または38°C未満、またはWBC $\geq 19000/\mu\text{l}$ または ≤ 5000
さらに
新しい抗菌薬による治療が開始

感染関連人工呼吸器関連合併症 (IVAC)

以下の基準のいずれか一つ：

基準1：以下の検体のいずれかにおける陽性培養

1. 気管内吸引物 $\geq 10^5$ CFU/ml
2. 気管支肺胞洗浄液、 $\geq 10^4$ CFU/ml
3. 肺組織、 $\geq 10^4$ CFU/g
4. 保護された検体ブラシ、 $\geq 10^3$ CFU/ml

基準2：膿性の呼吸器分泌物（低倍率視野[x100]あたり ≥ 25 個の好中球および ≤ 10 個の扁平上皮細胞を含む肺、気管支、気管からの分泌物と定義）さらに、以下の検体のいずれかから同定された微生物

1. 気管内吸引物
2. 気管支肺胞洗浄液
3. 肺組織
4. 保護された検体ブラシ

基準3：以下の陽性検査のいずれか一つ：

1. 胸水から同定された生物（留置胸腔チューブからではない）
2. 肺組織病理学 (1) 細気管支：肺胞における膿瘍形成または強い好中球蓄積を伴う硬化巣 (2) 真菌（菌糸、偽菌糸、または酵母形）による肺実質侵襲の所見 (3) 肺組織に対して実施された免疫組織化学的アッセイ、細胞診、または蛍光顕微鏡検査の結果に基づく感染所見

人工呼吸器関連肺炎 (VAP) の可能性



VENTILATOR-ASSOCIATED PNEUMONIA PREVENTION

BUNDLE



1 HAND
HYGIENE



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



3 ORAL CARE



4 AVOID OVER-
SEDATION



5 BREATHING
CIRCUIT



6 CUFF
PRESSURE



7 SUBGLOTTIC
SUCTION



8 WEANING
& SBT



9 EARLY
AMBULATION



10 ULCER &
DVT PRO-
PHYLAXIS



人工呼吸関連肺炎予防バンドル

1. 手指衛生を確実に実施する
2. 人工呼吸器回路を頻回に交換しない
3. 適切な鎮静・鎮痛をはかる。特に過鎮静を避ける。
4. 人工呼吸器からの離脱ができるかどうか、毎日評価する
5. 人工呼吸中の患者を仰臥位で管理しない