

IPV と従来のメカニカル人工呼吸器との比較

平成20年8月27日(初版)

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント
Pfenninger J, Gerber C. "High frequency ventilation in hyaline membrane disease - A preliminary report" Intensive Care Med 1987; 13: 71-75 [IPV/HFPV 1-3]	<u>未熟児(8名)</u> <u>ガラス膜症</u>	<u>CMV で適切な酸素を保持できない患者をIPVに切替え。</u>	<u>IPVに切替後、1名を除き全員、酸素化が有意に向上。</u> 安定したところで元のCMVにもどすと最初のレベルに逆戻り。 <u>X線的に肺容量増加、CO₂の排出性はIPV開始後向上。</u> これは向流換気の改善とエアトラッピングの防止の結果と考えた。 <u>5名が生存。</u> <u>平均気道圧はCMVよりHFPVの方が低くなった。</u>	
Pfenninger J, Minder C. "Pressure-volume curves, static compliance and gas exchange in hyaline membrane disease during conventional mechanical and high frequency ventilation" Intensive Care Med, 1988; 14: 364-372. [IPV/HFPV 1-3]	<u>新生児(8名)</u> <u>ガラス膜症</u>	・圧-ボリューム曲線 ・静的コンプライアンス ・ガス交換(酸素化・CO ₂ 排出)をCMVとHFPVで比較	・コンプライアンス:HFPVで向上。 ・酸素化とCO ₂ 排出: HFPV実施中に、より低い肺胞圧下で、同等のレベルを達成した。	
Biarent D, Steppe M, Muller C, Rondia G, Pardon A, Bouton JM. "High Frequency jet percussive ventilation in newborns and infants with damaged lungs". Acta anaesthesiol Belgia 1985; 3: 127-128. [IPV/HFPV 1-3]	従来のCMVで改善しない <u>新生児(5名)</u> PIP > 40 cmH ₂ O PEEP > 5 cmH ₂ O 呼吸 > 48 bpm FiO ₂ > 0.60		HFPV12時間後、PEEP・FiO ₂ が平均で25%低下しても、ガス交換は変わらず維持され、臨床的にもX線的にも改善。 1名がウィーニング後に気管支閉塞で死亡したが、不適切な加湿に関係していると思われる。	
Kenneth Davis Jr, James M Hurst, Richard Branson, High Frequency Percussive Ventilation, Problems in Respiratory Care, vol.2, No 1 January-March 1989. IPV/HFPV 1-3	当施設のクライテリアに合致した <u>ARDS発症リスク患者(100名)</u>		<u>HFPVグループの患者はIMVグループの患者より、より低いPIP PawとPEEPで設定した治療点に到達した</u>	<u>HFPVはIMVと比べて、より低い気道圧で換気、酸素化を達成できる。</u>

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント																																		
Gallagher TJ, Boysen PG, Davidson DD, Miller JR ,Leven SB High frequency percussive ventilation compared with conventional mechanical ventilation, Crit Care Med 1985; 13:312 [IPV/HFPV 1-3]	PEEP > 12 cmH ₂ O を要する ARDS 患者 (6名) 最初、間歇的強制換気 (IMV)を TV=12cc/kg で実施。頻度は炭酸ガス正常値を保つように設定。	PIP・FiO ₂ ・PEEP を IMV と同レベルにして HFPV に切替	<u>PaO₂ 劇的に改善</u> 105⇒259 <u>PaCO₂ 少し低下(正常化)</u> 48⇒40 <u>心拍出量、変化無し</u> 6.8L/min	<u>成人に対して HFPV を最初に使用</u> ガス交換能が大幅に向上																																		
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CMV</th> <th>HFPV</th> <th>p value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Breaths/min</td> <td>11.3±4.5</td> <td>9.8±1.3</td> <td>>0.4</td> </tr> <tr> <td>FiO₂</td> <td>0.88±0.20</td> <td>0.88±0.20</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>PIP(cmH₂O)</td> <td>62.5±20.8</td> <td>71.5±15.9</td> <td>>0.05</td> </tr> <tr> <td>PEEP(cmH₂O)</td> <td>22.0±9.9</td> <td>22.0±9.9</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>PaO₂(mmHg)</td> <td>105±29</td> <td>259±111</td> <td><0.01</td> </tr> <tr> <td>PaCO₂(mmHg)</td> <td>48±10</td> <td>40±13</td> <td><0.02</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.35±0.08</td> <td>7.44±0.08</td> <td>>0.05</td> </tr> <tr> <td>CO(L/min)</td> <td>6.8±0.98</td> <td>6.7±1.1</td> <td>>0.4</td> </tr> </tbody> </table>		CMV	HFPV	p value	Breaths/min	11.3±4.5	9.8±1.3	>0.4	FiO ₂	0.88±0.20	0.88±0.20	-----	PIP(cmH ₂ O)	62.5±20.8	71.5±15.9	>0.05	PEEP(cmH ₂ O)	22.0±9.9	22.0±9.9	-----	PaO ₂ (mmHg)	105±29	259±111	<0.01	PaCO ₂ (mmHg)	48±10	40±13	<0.02	pH	7.35±0.08	7.44±0.08	>0.05	CO(L/min)	6.8±0.98	6.7±1.1
	CMV	HFPV	p value																																			
Breaths/min	11.3±4.5	9.8±1.3	>0.4																																			
FiO ₂	0.88±0.20	0.88±0.20	-----																																			
PIP(cmH ₂ O)	62.5±20.8	71.5±15.9	>0.05																																			
PEEP(cmH ₂ O)	22.0±9.9	22.0±9.9	-----																																			
PaO ₂ (mmHg)	105±29	259±111	<0.01																																			
PaCO ₂ (mmHg)	48±10	40±13	<0.02																																			
pH	7.35±0.08	7.44±0.08	>0.05																																			
CO(L/min)	6.8±0.98	6.7±1.1	>0.4																																			
Hurst JM, Branson RD, Davis K Jr, Comparison of conventional mechanical ventilation and high frequency ventilation: a prospective randomized trial in patients with respiratory failure. Ann Surg 1990; 211: 486-491. [IPV/HFPV1-15]	呼吸不全を発生するリスクを持つ SICU 患者 [100名]	<ul style="list-style-type: none"> ・CV と HFPV のグループに分けて無作為に調査 ・治療目標値は同一に設定 pH > 7.35 PaCO₂ : 35-45 mmHg P/F > 225 	HFPV 患者は、より低レベルの肺圧で治療目標に達した。 <u>死亡率、ICU日数、入院日数、圧損傷発生には両者間に有意差はなかった</u>																																			
Hurst J M, Branson RD, Davis K High-frequency percussive ventilation in the management of the intracranial pressure. J. Trauma 1988; 28: 1363-1367. [IPV/HFPV 1-3]	頭損傷と呼吸不全を合併した患者 (36名) ICP が 25torr 以上で積極的な薬剤投与にもかかわらず陽圧呼吸ごとに 10 torr の増加	IMV から HFPV へ移行	ICP : 27 ⇒ 15 torr PIP : 62 ⇒ 34 cmH ₂ O CPAP: 14 ⇒ 8 cm H ₂ O Paw: 22 ⇒ 15 cmH ₂ O いずれも統計的有意であった。	<u>HFPV は、従来の治療方法がうまく機能しない時、頭蓋内の昇圧状態をコントロールする有用な方式である。</u>																																		
Hurst J M, Branson RD, DeHaven CB. High-frequency percussive ventilation in the management of the intracranial pressure. J. Trauma 1987; 27:236-242. [IPV/HFPV 1-3]	外傷後 ARDS になった患者 (34名) <u>低酸素血症の基準</u> 24 時間以上 PaO ₂ < 70 torr ,PEEP > 20 cmH ₂ O または FIO ₂ < 0.80 <u>高炭酸ガス血症基準</u> 1 回換気量 12-15/kg かつ最善呼吸数で PaCO ₂ > 55 torr		<u>低酸素血症の患者</u> <ul style="list-style-type: none"> ・有意に低い PIP、若干低い PEEP・Paw 下で PaO₂ が有意に増加 ・肺内シャント Qsp / Qt 減少 <u>高炭酸ガス血症の患者</u> <ul style="list-style-type: none"> ・CPAP レベルがより低い状態で CO₂ の排出向上 ・PIP , Paw は変わらず 	両者とも心拍出量(CO)に変化なし																																		

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント																																
RP Mlcak, O Suman, E Robinson, S Kiel, DN Herndon (Shriners Burn Hospital & Univ Texas Medical Branch) J Burn Care Rehab 2001; 22(2): S55. IPV/HFPV 3-30	重症火傷患者 (気道熱傷あり) CMV HFPV Age 6±5 8±6 %TBSA 57 59 %3rd 49 48	退院後3ヶ月後の肺機能の改善を比較	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CMV</th> <th>HFPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FVC</td> <td>72±14</td> <td>82±20</td> </tr> <tr> <td>FEV₁</td> <td>75±16</td> <td>87±24</td> </tr> <tr> <td>MVV</td> <td>64±26</td> <td>85±32</td> </tr> </tbody> </table>		CMV	HFPV	FVC	72±14	82±20	FEV ₁	75±16	87±24	MVV	64±26	85±32	<ul style="list-style-type: none"> ・IPVはCMVと比較して、PIPや呼吸の仕事量を減少させる。 ・HFPVはMVV(最大換気量)を有意に著しく改善。FVCやFEV₁にも改善傾向。 																				
	CMV	HFPV																																		
FVC	72±14	82±20																																		
FEV ₁	75±16	87±24																																		
MVV	64±26	85±32																																		
K Davis Jr, J M Hurst, R D Branson (Dept Surgery, Division of Trauma & Critical care, Univ Cincinnati; and Univ Hospital Med. Ctr., Dept. of Surgery, Cincinnati, Ohio) High Frequency Percussive Ventilation. Problems in Respiratory Care 1989; 2(1): 39-47. IPV/HFPV 1-3	頭傷害の2次症状で昇圧する頭蓋内圧のコントロールと急性呼吸不全にIPVを集中施行 [背景] 過換気は頭傷害の初期の処置が重要。結果として生じる低炭酸ガス血症は、脳血管収縮を惹き起こし、脳血瘤を減じて浮腫を生じる。肺挫傷や神経性肺水腫の2次症状として肺コンプライアンスが小さくなった患者では、換気量を導入するのにより高い気道圧が必要になる。高い気道圧は、胸膜を経て大静脈と頭内静脈に影響を及ぼし、陽圧呼吸毎に頭蓋内圧に大きい変動を及ぼす。	CMV から HFPV に切り替え	ICP: 22 ⇒ 14 torr (36%減少) PIP: 46 ⇒ 29 cmH ₂ O (有意に減少) (CPAP: 9 ⇒ 7cmH ₂ Oに減少したが有意差認めず) (PaO ₂ , PaCO ₂ , CO, MAP, ADVO ₂ , Q _{sp} /Q _T , P/Fは統計的に有意差無し)																																	
E Dalne, C Van Loey, P Reper. (Military Hospital Queen Astrid, Brussel, Belgium) J Burn Care Rehab 2002; 22(2):S56. IPV/HFPV 3-32	気道熱傷を伴った火傷患者 (成人 80名) TBSA 55±20 %	グループ 1: CV (Siemens) グループ 2: VDR (BIRD)	5日後 換気パラメータに注目すべき変化。 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CV</th> <th>HFPV</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PIP 減少</td> <td>49.3</td> <td>33.9</td> <td>減少</td> </tr> <tr> <td>P/F 比</td> <td>87.3</td> <td>297.1</td> <td>改善</td> </tr> <tr> <td>PaCO₂</td> <td>54.3</td> <td>35.1</td> <td>改善</td> </tr> <tr> <td>換気日数</td> <td>15日</td> <td>10日</td> <td>短縮</td> </tr> <tr> <td>ICU日数</td> <td>32日</td> <td>29日</td> <td>短縮</td> </tr> <tr> <td>肺炎発症</td> <td>52.3%</td> <td>29.5%</td> <td>減少</td> </tr> <tr> <td>死亡率</td> <td>8/40</td> <td>2/40</td> <td>減少</td> </tr> </tbody> </table>		CV	HFPV		PIP 減少	49.3	33.9	減少	P/F 比	87.3	297.1	改善	PaCO ₂	54.3	35.1	改善	換気日数	15日	10日	短縮	ICU日数	32日	29日	短縮	肺炎発症	52.3%	29.5%	減少	死亡率	8/40	2/40	減少	HFPVはPIPを減少して呼吸機能を改善。 換気日数、ICU日数、肺炎発症、死亡率も減少した。 血行動態(CVP, CO, HR, PWP)は両者変化無し。
	CV	HFPV																																		
PIP 減少	49.3	33.9	減少																																	
P/F 比	87.3	297.1	改善																																	
PaCO ₂	54.3	35.1	改善																																	
換気日数	15日	10日	短縮																																	
ICU日数	32日	29日	短縮																																	
肺炎発症	52.3%	29.5%	減少																																	
死亡率	8/40	2/40	減少																																	
JM Hurst, RD Branson, CB DeHaven, K Davis Jr, K Adams (Div of Trauma & Critical Care, Univ. of Cincinnati, Ohio) Comparison of intermittent mandatory ventilation (IMV) and high frequency percussive ventilation in acute respiratory failure. SCCM Annual Meeting Nov.29 1985. IPV/HFPV 3-11	手術・外傷患者 (91名) (年齢 15-89才:平均 45) 患者は次の1つ以上に該当 患者のクリテリア ☆PEEP>20cmH ₂ でPaO ₂ <70torr ☆IMV>10bpm ☆PaCO ₂ >60torr ☆人工呼吸後、心収縮時の圧減少25mmHg以上	その後VDRに移行 PIP: IMVの2/3, CPAP: IMVの1/2, 頻度: 240 cpm, FiO ₂ : 不変 VDR移行後20分後の血行動態と呼吸機能を測定 FiO ₂ =53±17 期間 229hrs	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>IMV</th> <th>HFPV</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>頻度</td> <td>7.4</td> <td>364</td> <td><0.01</td> </tr> <tr> <td>PIP</td> <td>61</td> <td>35</td> <td><0.01</td> </tr> <tr> <td>CPAP</td> <td>14</td> <td>9</td> <td><0.01</td> </tr> <tr> <td>PaO₂</td> <td>102</td> <td>115</td> <td><0.02</td> </tr> <tr> <td>PaCO₂</td> <td>40</td> <td>34</td> <td><0.02</td> </tr> </tbody> </table> 他のCO, AVDO₂ Q_s/Q_tは有意差無し		IMV	HFPV	p	頻度	7.4	364	<0.01	PIP	61	35	<0.01	CPAP	14	9	<0.01	PaO ₂	102	115	<0.02	PaCO ₂	40	34	<0.02	(背景:呼吸治療や蘇生術の進歩にも拘わらず、これまで急性呼吸不全の死亡率は依然として20~60%に達するとされている。) HFPVはIMVと比較して、より低いPIP・CPAPで酸素化とCO ₂ 除去を顕著に改善する。								
	IMV	HFPV	p																																	
頻度	7.4	364	<0.01																																	
PIP	61	35	<0.01																																	
CPAP	14	9	<0.01																																	
PaO ₂	102	115	<0.02																																	
PaCO ₂	40	34	<0.02																																	

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント																								
BW Carman, TJ Cahill, GD Warden, JE McCall (Shiners Burns Hospital, Cincinnati, Ohio) A Prospective Comparison of the VDR vs Conventional Ventilation for Ventilation of Burned Children J Burn Care Rehab 2001; 22(2): S55. IPV/HFPV3-31	<u>気道熱傷・火傷患者</u> <u>小児 (72 名)</u> (VDR*: 25 名) (CV: 47 名) 患者年齢: 6.8±0.6 TBSA%: 46.2±2.7 換気日数: 10.6±0.9	(* VDR: IPV の高級種)	(p<0.05) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CV (47 名)</th> <th>HFPV (25 名)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PIP</td> <td>42.3±1.8</td> <td>35.6±2.4</td> </tr> <tr> <td>P/F</td> <td>481.53</td> <td>518.64</td> </tr> <tr> <td>肺炎発症</td> <td>52.3%</td> <td>29.5%</td> </tr> <tr> <td>圧損傷</td> <td>3 名</td> <td>0 名</td> </tr> <tr> <td>死亡者</td> <td>6 名</td> <td>2 名</td> </tr> </tbody> </table> 顕著に低 PIP で 高い P/F を達成 圧損傷 0 は注目に値する。		CV (47 名)	HFPV (25 名)	PIP	42.3±1.8	35.6±2.4	P/F	481.53	518.64	肺炎発症	52.3%	29.5%	圧損傷	3 名	0 名	死亡者	6 名	2 名	VDR 群は CV 群と比べて <u>肺炎発症も少ない。</u> IPV は小児の火傷患者に対してより安全で効果的な換気方法。CV より有利な手段といえる。						
	CV (47 名)	HFPV (25 名)																										
PIP	42.3±1.8	35.6±2.4																										
P/F	481.53	518.64																										
肺炎発症	52.3%	29.5%																										
圧損傷	3 名	0 名																										
死亡者	6 名	2 名																										
Reper Pascal (Burn Center, Brussels Military Hospital) 6 th European Congress on Intensive Care Medicine; Barcelona, Spain, 1992 Oct 26-31. IPV/1NH 3-2	<u>火傷後 8~32hr</u> <u>通常の呼吸補助(CRS)で急性呼吸不全になった重篤患者 (11 名)</u> TBSA: 49.7±24.2% 14-32 時間後 CRS と VDR* で比較	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CRS</th> <th>HFPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>頻度/分</td> <td>8-14</td> <td>300~900</td> </tr> <tr> <td>P/F</td> <td>85.7</td> <td>303.4</td> </tr> <tr> <td>PaCO₂*¹</td> <td>54.4</td> <td>34.3</td> </tr> <tr> <td>PEEP*²</td> <td>10.5</td> <td>10.5</td> </tr> <tr> <td>PIP*²</td> <td>50.1</td> <td>30.6</td> </tr> </tbody> </table> * ¹ mmHg * ² cm H ₂ O		CRS	HFPV	頻度/分	8-14	300~900	P/F	85.7	303.4	PaCO ₂ * ¹	54.4	34.3	PEEP* ²	10.5	10.5	PIP* ²	50.1	30.6	7 名が急性肺炎発症、1 名が他臓器不全で死亡。他は生存し、2 名は退院前閉塞性気管支炎の兆候示す。 <u>副作用認めず</u> <u>血行動態は HFPV で優れていた。</u> <u>煙吸入語急速に広がる肺不全の肺機能と血液酸素化を改善</u>	煙吸入による気道熱傷やバクテリア感染肺炎は、火傷患者の最大の死因。 <u>HFPV は気道熱傷後肺不全の機能と酸素化を改善する</u>						
	CRS	HFPV																										
頻度/分	8-14	300~900																										
P/F	85.7	303.4																										
PaCO ₂ * ¹	54.4	34.3																										
PEEP* ²	10.5	10.5																										
PIP* ²	50.1	30.6																										
Linneman P, Terry B, Philpott J, Rangnekar N (UNiv Hospital & Clinics, Columbia, MO) Inhalation Injury Treated with High-Frequency or Conventional Ventilators. IPV/INH 3-5-①	<u>気管支鏡で気道熱傷</u> <u>人工呼吸器が必要な入院患者</u> 1988-1996 に亘り、生存して抜管できた患者を「成功」とした。 全体患者: 51 名 全体生存率: 59% TBSA: 平均 36% CONV 患者のやけど率 25% < 不成功グループ(39%) < HFV 患者グループ(41%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CONV</th> <th>HFV_E</th> <th>HFV_L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>患者数</td> <td>29</td> <td>22</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>年齢</td> <td>42</td> <td>40</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>TBSA%</td> <td>33</td> <td>41</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>成功数</td> <td>17</td> <td>14</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>成功率</td> <td>(59%)</td> <td>(64%)</td> <td>(10%)</td> </tr> </tbody> </table>		CONV	HFV _E	HFV _L	患者数	29	22	10	年齢	42	40	41	TBSA%	33	41	47	成功数	17	14	1	成功率	(59%)	(64%)	(10%)	HFV _E : 入院後 2 日以内に IPV を施行した患者 HFV _L : CONV で酸素化不応の後 HFV に移行した患者	<u>HFV を早期に使用すると生存率が上がる。</u>
	CONV	HFV _E	HFV _L																									
患者数	29	22	10																									
年齢	42	40	41																									
TBSA%	33	41	47																									
成功数	17	14	1																									
成功率	(59%)	(64%)	(10%)																									
Rodeberg DA, Housinger TA, Greenhajgh, Maschinot NE, Warden GA (Burns Institute in Cincinnati) Improved ventilatory function in burn patients using volumetric diffusive respiration. J Am Coll Surg 1994; 179: 518-522. [IPV/NH1-5]	<u>気道熱傷の小児患者で従来のメカニカル人工呼吸器で全然効果を示さなかった 48 人</u>	IPV を施行《VDR》使用	酸素化も換気も著しく向上。 PIP・FiO ₂ を下げた状態でガス交換が向上したことから、換気効率の向上が示された。 本機器の呼吸サイクルによる連続的な高頻度の振動が、気道の分泌物の清浄化に寄与したと思われる。	<u>タンパク質を多く含む、膜から離れた浸出物の流動化が、気管・気管支のキャストの形成を減じ、呼吸の仕事やガス交換を向上させたのであろう</u>																								

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント
<p>John Ennis (North Country Hospital, Newport VT)</p> <p>Rural Hospital Offers High-Tech Care. Advance for respiratory care Practitioners 1996; June 17.</p> <p>IPV/HFPV 2-14</p>	<p>51 才男性: 特殊な複雑なケース cardizem を大量に飲み自殺未遂 入院時 SpO₂ は 94% その日後刻、3 度のハートブロック。 ペースメーカー挿入。入院後 12 時間で呼吸停止、挿管。直後の ABG は、7.13 / 33 / 98。血圧保持にかなりの補液要。翌朝体重 32 ポンド増加。胸部 X 線でかなり白化、患者は自らの拍動ペースを取り戻す。ET チューブで吸引を始め痰に連鎖球菌みつむ。 肺炎で 41°C、メカニカル人工呼吸であらゆる処置も回復せず。</p>	<p>この時点で IPV を 3 時間毎に実施。</p>	<p>IPV 一回目の処置で痰の排出はドラマチック。引き続き 24-36 時間、炭化物の吸引を続け、それ以降多量の黄色の膿痰を吸引。4 日後、患者の X 線所見はドラマチックに改善。</p> <p>12 時間毎に肺ユニットがオープンアップして肺容量増加を観察。7 日目に人工呼吸器から離脱し O₂ 60% のエアゾールマスクに移行。7 日間に徐々酸素補助から離脱した。</p>	
<p>WG Cioffi et al (米国陸軍外科病院: US Army Institute of Surgical Research)</p> <p>The Journal of Trauma 1989; 29: 350-354.</p> <p>IPV/INH 1-1</p>	<p>1987.3 月 - 1988.2 月 気道熱傷患者 (10→8 名) 平均年齢: 29 才 やけど: 10-65 % 換気日数: 平均 11 日 内視鏡で中度～重度 従来の人工呼吸器では効果なし (担当医の要請で除外 1 名 IPV を受け入れず除外 1 名)</p>	<p><u>IPV を気道熱傷患者に適用した最初の報告</u></p>	<p>生存率の予想値 44% に対して 実際は全員生存の快挙</p> <p>肺炎発生 8 人中 2 人 (予想値 50% に対して実際は 25%)</p> <p>FiO₂ ≤ 0.6 で PaO₂ 90% 以上を達成</p>	<p>IPV によって、従来の人工呼吸器ではなし得ない呼吸機能の回復、肺炎発生予防、生存率アップを達成。</p> <p>IPV は気道熱傷の治療の最意義ある進歩。</p>
<p>James Stegmaier, Joseph Lewarski.</p> <p>IPV Beneficial for training Refractory hypoxemia Advance for Respiratory care 1997; March 31.</p> <p>IPV/ HFV2-16</p>	<p>36 才男性: 頭と脊髄損傷 分泌物浄化障害・粘液閉塞の前歴。頻回の低酸素血症と臨床的に不安定な状態で、気管切開術。 通常の気管洗浄、1 時間毎の CPT、気管支拡張・喀痰溶解療法、集中的吸引も効果なし。人工呼吸器に 96 時間の集中的ケアも排痰に効果示さず、低酸素血症解決せず。</p>	<p>IPV プロトコール開始</p>	<p>24 時間後に吸引の必要性が激減、 48 時間後に酸素不飽和状態が解消、 酸素補助を 35% 節減、ピーク気道圧は 25% 減少。この時点で患者は臨床的に安定化、ウィーニングへ。 軽快退院</p>	

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント																											
TJ Gallagher, PG Boysen, DD Davidson, JR Miller, SB Leven (Dept of Anesthesiology, Dept of Medicine, Dept of Surgery) High frequency percussive ventilation compared with Conventional mechanical ventilation Crit Care Med 1989; 17:364. IPV/HFV 1-4 (Crit Care Med 1985; 13: 312.) [IPV/HFPV1-3]	汎発の敗血症による呼吸不全、または多臓器障害で、PEEP とメカニカル人工呼吸器が必要な患者 7 名 平均 FiO ₂ : 0.88 PEEP: 12 cmH ₂ O PaO ₂ : 105 torr 全員両肺 X 線で浸潤あり PaCO ₂ を 30-50torr に保つために IMV: V _T 12 ml/kg. 臨床ゴール FiO ₂ < 0.5 で PaO ₂ > 105	HFPV に移行(VDR) 350-450 サイクル/分, I/E = 1 この条件では圧が重畳。 導入ガスの流速を従来のサポートと同じ気道圧、ピークに調節。 IMV と HFPV の頻度が同じになるように 3-4秒に 2-3 秒の休止を挿入。 HFPV の施行中、患者は普通に呼吸。	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CMV</th> <th>IPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>呼吸/分</td> <td>11.3</td> <td>9.8</td> </tr> <tr> <td>FiO₂</td> <td>0.88</td> <td>0.88</td> </tr> <tr> <td>PIP</td> <td>62.5</td> <td>71.5</td> </tr> <tr> <td>PEEP</td> <td>22.0</td> <td>22.0</td> </tr> <tr> <td>PaO₂</td> <td>105</td> <td>259</td> </tr> <tr> <td>PaCO₂</td> <td>48</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.35</td> <td>7.44</td> </tr> <tr> <td>CO L/min</td> <td>6.8</td> <td>6.7</td> </tr> </tbody> </table>		CMV	IPV	呼吸/分	11.3	9.8	FiO ₂	0.88	0.88	PIP	62.5	71.5	PEEP	22.0	22.0	PaO ₂	105	259	PaCO ₂	48	40	pH	7.35	7.44	CO L/min	6.8	6.7	<p>同じ PEEP, FiO₂ で顕著な酸素化と炭酸ガスの排出を達成。</p> <p><u>心拍数に影響なし</u> <u>不整脈、低血圧も見られず</u> <u>:心肺安全性を証明</u></p>
	CMV	IPV																													
呼吸/分	11.3	9.8																													
FiO ₂	0.88	0.88																													
PIP	62.5	71.5																													
PEEP	22.0	22.0																													
PaO ₂	105	259																													
PaCO ₂	48	40																													
pH	7.35	7.44																													
CO L/min	6.8	6.7																													
GC Velmahos, LS Linda, R Tatevosian, E Cornwell, WR Dougherty, D Demetriades. Div. of Trauma/Critical Care. Dept. of Surgery & Univ. of Southern California Med. Ctr. High-frequency Percussive ventilation Improves Oxygenation in patients with ARDS IPV/HFPV 1-15	32 名の ARDS で入院の重篤患者。 20 人は SICU、12 名は MICU。 CV で 48 時間効果なし	CV ⇒ HFPV に切り替える	<p>P/F: 改善 130⇒172 PIP: 減少 39.5⇒32.1 MAP: 増加 19.2⇒27.5 治療時間: CV⇒HFPV で有意に改善。 PIP と MAP は改善持続したが大幅ではない。<u>血行動態変化なし。</u></p>	<p><u>外科 ICU、内科 ICU の患者間で効果については同様。</u> <u>使用した CV が従量式・従圧式どちらでも、同様の傾向を示す。</u></p> <p>HFPV は MAP を増加、PIP を減少させ、酸素化を向上させる。</p> <p><u>効果は即効的である。</u></p>																											
AT Housinger, MD, NE Maschinot, M Washam, GDWarden Shriners Burn Institute, Cincinnati, Ohio High-frequency percussive ventilation in pediatric burn patients with respiratory failure Abstract: 出所文献不詳 IPV/INH 3-1	<p><u>従来の人工呼吸器で効果のない患者にIPVを適用</u> 1988~1989 の間に人工呼吸器で、FiO₂ ≥ 0.5 で PIP > 50 になった 21 人の小児患者。</p> <p>TBSA: 51~61%, %3rd: 21~52</p>	<p>生存者は平均 9 日 IPV 施行、 <u>低い PIP, FiO₂ での効果を立証。</u></p> <p>Index of ventilatory efficiency CV→IPV</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P:F</th> <th>P:F/PIP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全体</td> <td>173→309</td> <td>3.3→8.3</td> </tr> <tr> <td>生存者</td> <td>206→341</td> <td>4.1→10.4</td> </tr> <tr> <td>死亡者</td> <td>143→280</td> <td>2.6→7.0</td> </tr> </tbody> </table>		P:F	P:F/PIP	全体	173→309	3.3→8.3	生存者	206→341	4.1→10.4	死亡者	143→280	2.6→7.0	<p>全体群 FiO₂ 0.65 → 0.50 PIP 55 → 41 生存者群 FiO₂ 0.57 → 0.41 PIP 55 → 37 死亡者群 FiO₂ 0.70 → 0.53 PIP 56 → 45 <u>21 人中 10 名が生存した。</u> <u>死亡者は呼吸不全・敗血症が多い。</u></p>	<p>IPV は <u>肺のダメージを減少させ生存率を上昇させた。</u></p> <p><u>IPV 使用中圧損傷認めず</u> <u>気道熱傷の患者に酸素化と CO₂ 除去に必要な PIP FiO₂ がかえって悪化することがある。</u></p>															
	P:F	P:F/PIP																													
全体	173→309	3.3→8.3																													
生存者	206→341	4.1→10.4																													
死亡者	143→280	2.6→7.0																													
		肺を痛めた重篤の火傷患者に対する、酸素と呼吸圧の負荷を減少させた状態でのHFPVの効果立証。 生存率を上昇させ、ベンチレーターによる肺のダメージを減少させる																													

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント															
Hurst J M, Branson RD, Davis K (To be published) [IPV/HFPV 1-3]	当施設のクリテリアに合致した ARDSの発症リスクの患者 100名		HFPVグループの患者はIMVグループの患者より、より低い PIP Pawと PEEPで設定した治療点に到達した	HFPVはIMVと比べて、より低い気道圧で換気、酸素化を達成できる。															
High-frequency ventilation in the treatment of infants weighing less than 1400 grams with emphysema: pilot study. Pediatrics 1987; 79: 915-921. [IPV/CF 1-2]	肺気腫の未熟児		メカニカルベンチレーターで効果のなかった患者に好結果	IPVは従来の人工呼吸器で改善の望めぬCF患者の酸素化を為しえた。															
P Reper, R Dankaert, F van Hille, P van Laeke, L Duinslaeger, A Vanderkelen (ベルギー陸軍火傷センター: Burn Center, Brussels, Queen Astrid Military Hospital, Brussels, Belgium) Burns 24(1998) 34-38 IPV/INH1-8 重要文献!重要図!表!多数あり	1991-1993年 11名(男9, 女2) 平均年齢 41±2yr 平均火傷面積 49.7±24% 内8名はスモーカー 3名に肺疾患病歴 全ての患者が従来型の人工呼吸器(Dräger UV1, Siemens Servo 900C)では炭酸ガス正常値維持出来ず。(PCO₂: 54,4mmHg) FiO ₂ > 70%でも P/F > 85%を維持できず。 低酸素血症; HFPVが必要。	入院後 8-32 時間の間に進行性の低酸素血症増悪 P/F: ⇒ 85.7 CO ₂ : ⇒ 54.4 mmHg HFPV後の10hr間、施行前と比較: ETチューブに接続して使用。 頻度 600-800 回/分	即効的に血液ガスデータ改善 10hr後 P/F 85,7⇒303.4, PaCO ₂ 53.4⇒34.3mmHg PIP 50.1⇒30.6cmH ₂ O 血行動態: 優れている <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CV</th> <th>+HFPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CVPmmHg*1</td> <td>7.9</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>CO*2</td> <td>13.3</td> <td>13.4</td> </tr> <tr> <td>HR*3</td> <td>110.4</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>PWP*4</td> <td>14.4</td> <td>13.7</td> </tr> </tbody> </table>		CV	+HFPV	CVPmmHg*1	7.9	7.5	CO*2	13.3	13.4	HR*3	110.4	108	PWP*4	14.4	13.7	副作用(特に圧損傷)なし。 CV中に1名気胸発生しドレーン要したが、これはHFPV中には安定。11人中7名肺炎発症(63%)も(MOFで死亡1名を除き)全員生存す。 2名は退院前に細気管支に閉塞の兆候示す (左表の注) *1:central venous Press, *2:Cardiac output, *3 Heart rate *4Pulmonary wedge press
	CV	+HFPV																	
CVPmmHg*1	7.9	7.5																	
CO*2	13.3	13.4																	
HR*3	110.4	108																	
PWP*4	14.4	13.7																	
Christopher W .Lenz MD H D Peterson MD. North Carolina Jaycee Burn Center. Current Opinion in critical Care 1996,2: 230-235 IPV/INH1-5	過去2年間、ノースカロライナ火傷センターで小児および成人の煙吸入患者気道熱傷を伴った火傷患者 通常の陽圧人工呼吸で呼吸不全になっている患者に適用し、ガス交換作用が向上した。 HFFI: High frequency flow interpretation: IPVの総称。VDRはIPVの高級種	IPV適用可 North Carolina Jaycee Burn Center.で過去2年間の気道熱傷の小児、成人にVDRを用い圧損傷は著しく減少した。 従来の陽圧人工呼吸器で呼吸不全のまま効果患者にIPVを行って効果的なガス交換を見た以前の結果とも一致した。	・排痰に効果 ・圧損傷は全くなし ・理論的にも圧損傷は起こらない ・従来の方法では効果の無かった呼吸機能の向上を達成 分泌物の除去、気道の開放性を維持が達成されて、圧損傷・病院内の肺炎を減少させ、酸素化と換気を改善する	ノースカロライナ火傷センターでは、火傷、や術後の患者にルーチンでIPVを使用している。 火傷患者のような従来のCPTが不可能な患者、や体位を取るのに制限のある患者にも適用できる															

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント																																								
Repper, E Marion, F Van Hille, D Ysebaert, M Elsen, W Heymans, R Van Hoof, A Vanderkelen, Burn Ctr. Brussels & Ctr. Epidemiologique, Royal Hospital, Belgium. 6 th European Congress on Intensive Care Medicine, Barcelona, Spain Oct 26-31 Effect of High Frequency Percussive Ventilation on Hemodynamics and Blood Oxygenation in Critically ill Patients 1992 IPV/INH 3-3	9名の重篤やけど患者(平均やけど面積 37±12%)	従来の人工呼吸器(Dräger Evita)とHFPV(VDR)頻度;2種 600,900)同一の FiO ₂ ,1hr.	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CV</th> <th>HFPV-600</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HR</td> <td>102±6.8</td> <td>106±4.3</td> </tr> <tr> <td>CI</td> <td>88±0.6</td> <td>5.11±0.6</td> </tr> <tr> <td>PEEP</td> <td>7±1.2</td> <td>6.4±1.2</td> </tr> <tr> <td>PIP</td> <td>36.9±3.2</td> <td>26.3±2.1</td> </tr> <tr> <td>CVF*</td> <td>15.6±2.2</td> <td>9.8±1.2</td> </tr> <tr> <td>PaO₂*</td> <td>88.8±4.6</td> <td>101±2.4</td> </tr> <tr> <td>PaCO₂*</td> <td>36.9±2.2</td> <td>30.2±1.9</td> </tr> </tbody> </table>		CV	HFPV-600	HR	102±6.8	106±4.3	CI	88±0.6	5.11±0.6	PEEP	7±1.2	6.4±1.2	PIP	36.9±3.2	26.3±2.1	CVF*	15.6±2.2	9.8±1.2	PaO ₂ *	88.8±4.6	101±2.4	PaCO ₂ *	36.9±2.2	30.2±1.9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CV</th> <th>HFPV-900</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>104.3±3.1</td> <td>105.6±4.6.</td> </tr> <tr> <td>4.9±0.53</td> <td>5.21±0.62</td> </tr> <tr> <td>6.9±1.05</td> <td>6.3±1.</td> </tr> <tr> <td>36±2.9</td> <td>24.6±1.6</td> </tr> <tr> <td>15.3±3.1</td> <td>7.4±0</td> </tr> <tr> <td>90.8±2.8</td> <td>138,1±3.6</td> </tr> <tr> <td>36.4±2.8</td> <td>27.8±2.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Wilcoxon p<0.003 CVF: conventional ventiratory frequency</p>	CV	HFPV-900	104.3±3.1	105.6±4.6.	4.9±0.53	5.21±0.62	6.9±1.05	6.3±1.	36±2.9	24.6±1.6	15.3±3.1	7.4±0	90.8±2.8	138,1±3.6	36.4±2.8	27.8±2.8
	CV	HFPV-600																																										
HR	102±6.8	106±4.3																																										
CI	88±0.6	5.11±0.6																																										
PEEP	7±1.2	6.4±1.2																																										
PIP	36.9±3.2	26.3±2.1																																										
CVF*	15.6±2.2	9.8±1.2																																										
PaO ₂ *	88.8±4.6	101±2.4																																										
PaCO ₂ *	36.9±2.2	30.2±1.9																																										
CV	HFPV-900																																											
104.3±3.1	105.6±4.6.																																											
4.9±0.53	5.21±0.62																																											
6.9±1.05	6.3±1.																																											
36±2.9	24.6±1.6																																											
15.3±3.1	7.4±0																																											
90.8±2.8	138,1±3.6																																											
36.4±2.8	27.8±2.8																																											
			<p>HFPVでは、<u>血行動態</u> (HR,CI,PWP,CVPMAP,) 影響小。 HFPVでは PIP, CVF は有意に減少 1時間後に <u>PaO₂, CO₂の除去性が有意に改善された</u> HFPVはより低い FiO₂, 換気圧で <u>血行動態を保ちつつ換気が可能</u></p>																																									

代表的な国内の報告 (他多数)

施設と治療者	患者情報 病態	IPV施行	結果	総括 コメント
鶴田良介、山下久幾、松山法道、前川剛志;山口大学附属病院先進救急医療センター、第25回日本呼吸療法医学会、13回日本呼吸管理学会合同学術集会、2003,8.1-8.2抄録集 p248 肥満患者の下側肺障害に対する連続パーカッションベンチレーションの安全性と有効性について I-27	2002年5月~2003年3月のBMIが25以上で従来の人工呼吸器で酸素化が改善しない患者で経過と画像診断で下側肺障害と診断された患者、男性♂10名女性♀3名; 年齢 52±20,BMI 31±5,APACHE II 20±8 急性薬物中毒5例、腹部大動脈破裂2例、外傷2例、頭蓋内出血2例、急性動脈閉塞1例、糖尿病昏睡1例 敗血症1例	左記の患者に人工呼吸換気法に重畳して24時間連続で用いた。 従圧式 psi 20,頻度 Easy に設定 施行時間;4±2日 駆動ガス;酸素で開始、酸素化の改善に従い駆動ガスを空気に変えた。	<u>P/E:</u> 0,3,6,12,24時間後、ほぼ 191,237,232,276,274 (mmHg) <u>肺コンプライアンス</u> (ml/cmH ₂ O)は: 31,36,35,38,42と改善 <u>血行動態</u> 平均動脈圧、心拍数に有意差無し、 <u>頭蓋内圧</u> (2例)の上昇なし 合併症:認めず。	<u>問題点</u> IPV施行中換気量と吸入酸素濃度の連続モニターが出来ないこと。