

厚生労働省 精神・神経疾患研究委託費

14 指-7

重症心身障害児(者)の病因解明と

治療法開発に関する研究

主任研究者 神谷 齊

平成16年度 研究班会議

日時: 平成 16 年 11 月 18 日(木)9:50~17:50

19 日(金)9:40~16:00

会場: 学士会館(210 号室)

東京都千代田区神田錦町 3-28

電話 03-3292-5931

	(座長)	(分担研究者)
8 「重症心身障害児(者)の医療的ケア(看護を含む)の方法の開発・検討と地域・在宅への普及	心身障害児総合医療療育センター	北住 映二
	13:20~14:50

重症心身障害児・者の呼吸障害に対する、陽圧換気を併用した、家庭でも可能な呼吸ケア・呼吸リハビリテーションの方法の、開発・検討-3.肺内パーカッションベンチレーター (Intrapulmonary Percussive Ventilator)の有用性と使用基準

分担研究者 北住 映二 (心身障害児総合医療療育センター外来療育部長)

研究協力者 村山 恵子

(心身障害児総合医療療育センターリハビリテーション科医長)

金子 断行(心身障害児総合医療療育センターリハビリテーション室)

【要旨】

神経筋疾患や重症心身障害児(者)では、呼吸障害、特に下気道感染の管理が生命予後を規定する。近年、肺内パーカッションベンチレーター(以下 IPV)が治療用呼吸器として開発され、肺線維症・慢性閉塞性疾患・神経筋疾患などへの急性期治療効果が示されている。今回、我々は呼吸障害を呈する重症心身障害児・者へ急性期治療と健康管理を目的としてIPVを使用し、治療効果と問題点、および、使用基準を検討した。急性期の肺炎・無気肺にTV・SpO₂・XP・CTに改善を示す例を認め、開始前に低酸素血症・高炭酸ガス血症がある場合に、有意な改善例を認めた。以上より急性期の治療機器としては有用と考えた。また6ヶ月以上使用を継続した6例において、下気道感染頻度を後方視的に調査した。改善は3例で、維持も3例だった。まだ症例数は少ないが、IPVが慢性呼吸不全の悪化を予防する可能性が示唆された。

【緒言】

神経筋疾患や重症心身障害児(者)では、呼吸障害、特に下気道感染の管理が生命予後を規定する。近年、肺内パーカッションベンチレーター(以下 IPV)が治療用呼吸器として開発され、肺線維症・慢性閉塞性疾患・神経筋疾患等の急性期治療効果が示されている¹⁾。重症心身障害児(者)に対するIPVへの効果を示した論文は極めて少ない²⁾。IPVとは、高頻度ジェット流(100-600cycle/分)とパーカッション性拍動による肺内の直接振動・高頻度エロゾール加湿で排痰作用を促し、ガス交換率を改善させる機器である。薬液吸収率は超音波ネブライザーより高く、作動ガス圧を10~40psiで駆動頻度(Percussion)をeasy(高拍動)5~hard(低拍動)5で調整する。今回、呼吸障害を呈する重症心身障害児・者の、急性期治療と健康管理を目的として、IPVを使用し、その治療効果と問題点を検討した。また長期的に使用している症例に対し感染頻度を後方視的に調査した。

【対象】

排痰に困難を感じるか、無気肺がある慢性呼吸障害の重症児10例(男5、女5、年齢9~33歳、平均20歳)に、日常的呼吸ケアの一環としてIPVを取り入れた。基礎疾患は脳性麻痺8例、福山型先天性筋ジストロフィー1例、GM1Gangliosidosis1例。そのうち、単純気管切開3例、喉頭全摘1例・喉頭気管分離術1例が含まれている。

【方法】

2003年12月から2004年11月までに10例に対し、IPVを施行した。6ヶ月以上継続(1回/日から1~2回/週)が6例だった。IPVの暫定的な適応基準は、排痰困難・無気肺・肺炎・呼吸不全があり、従来の方法では十分な改善が認められない症例とし、主治医および呼吸リハビリテーションチームの討議結果によって決定した。家族及び本人に対しては、主治医から有用性・使用目的・危険性などを口頭で説明し、諒承を得た。4例は肺炎・無気肺等の急性期に行った。10例の短期効果を検討するた

めに IPV 施行前後で症例に応じて、把握できた以下のパラメータを比較し、合併症も検討した。

理学所見（胸部聴触視診）、胸部単純 XP、肺 CT、心拍数（HR）、呼吸数（RR）、SpO₂、経皮的二酸化炭素分圧（TcPCO₂）、カプノメータによる呼気終末炭酸ガス濃度（EtPCO₂）、ハロースケールによる 1 回換気量（TV）。

IPV は米国 Percussionaire 社製 IPV-1 か Impulsator のいずれかの機種（図 1）を使用した。全例が人工呼吸器非装着の状態で行った。治療内容は症例毎に作動ガス圧（10～30psi）と駆動頻度（全症例高拍動）を受容可能範囲に定めた。実施時間は症例に応じ 5 分から 30 分であった。換気に有効なポジショニングを肺聴診にて選択し実施した。使用方法は、気管切開例 5 例には気管カニューレまたは気管孔より新生児用フェイスマスクより、非気管切開例 5 例はフェイスマスクより行った。（図 2）

2) 6 例の長期的効果の検討のために、以下の条件で、改善・維持・悪化の三段階に分類した。

改善：下気道感染頻度・重症度の改善が、開始後 6 ヶ月以上継続している。

維持：進行性に悪化の過程にあった呼吸障害の程度が開始後 6 ヶ月以上、変化なく維持されている。

悪化：評価時点での呼吸障害が初回評価時よりも明らかに進行している。

【結果】

1) 期間中 10 例に対して、のべ 429 回の IPV 治療を行った。胸部聴診上では全例 IPV の前後で呼吸音の改善を認めた。特に胸郭変形が高度な症例で、他の呼吸療法手技で含気の改善が得られなかった部位に、呼吸音の改善があった。

2) IPV 開始前の SpO₂ が 90%未満群（肺炎等急性期）、83.5±4.9%が、終了直後に 93.8±4.7%となり、5%水準で有意な改善が得られた（n=12）。IPV 開始前の SpO₂ が 90%以上群では、96.3±2.8%が、終了直後 97.4±2.7%であり有意な改善が得られなかった（n=335）。

表 1 全施行分 IPV 使用前・直後の SpO₂ 値

	開始前 SpO ₂ < 90% n=12	開始前 SpO ₂ ≥ 90% n=336
使用前	83.5±4.9%	96.3±2.8%
使用直後	93.8±4.7% * (p<0.05)	97.4±2.7% * (p>0.05)

3) TV はのべ 46 例中、41 例に上昇が得られた。（図 3）とくに、肺炎等急性期の TV 上昇は顕著であった。初めて我々が IPV を実施した症例は、30 歳福山型筋ジストロフィー、女性、慢性呼吸不全に対して 1 日平均 20 時間、人工呼吸器を装着している。ショートステイの初日から肺炎に罹患しており、第 1 病日から IPV を導入した。本例は、気管カニューレを通しての実施で、作動ガス圧 12psi ・作動頻度 easy5、5 分間より開始、初回から、「気持ちいい。もっとやる。」という表出があり、毎日 1～2 回導入し、施行時間を徐々に長くしていった。導入時 IPV 開始前の TV は 42ml で 15 分間施行直後の TV は 98ml と上昇した。（図 4）第 2 病日 15 分間施行前後、第 3 病日 20 分間施行前後と TV は漸増し、120ml と上昇した。第 4 病日の同様の TV は 120ml となり、ベースの TV は上昇してきた。第 8 病日には肺炎・無気肺の症状は消失し、TV は IPV 前後共に 140ml となった。

4) IPV 施行前後の胸部 CT ・ XP では、5 例中 3 例に含気の改善が得られた。図 5

に、IPV 開始前後の XP 改善例を示す。21 歳男性で診断は脳性麻痺・てんかん・慢性呼吸不全だった。肺炎・無気肺に対して IPV を毎日 1~2 回導入、条件は作動ガス圧 15psi・作動頻度 easy5 だった。第 10 病日には図 2 のように肺のほぼ全野にわたって改善をみた。

5) 高炭酸ガス血症 1 例で I P V 施行前後に EtPCO₂ が下降した。本例は 16 歳男性で、診断は脳性麻痺・てんかん・高炭酸ガス血症を伴う慢性呼吸不全。21 回の IPV 施行中 15 回で EtCO₂ の下降を認めた。特に I P V 施行前の EtPCO₂ が、70mmHg 以上の 6 回では 10mmHg 以上の下降をみた。

6) 実施により喀痰が増加し、一時的な EtPCO₂ 上昇を認めた場合があった。直後に喀痰吸引が増加したり、施術後数時間にわたって吸引が増加した症例があった。

7) 胸郭、特に背部の可動性が IPV 実施により著明に改善した例もあり、高頻度の振動による筋のリラックス効果もうかがわれた。

8) 長期効果検討をできた 6 例の内、改善 3 例、維持 3 例で、悪化例はなかった。最初はフェイスマスクを嫌がっても IPV の条件を変更することで受容でき、そのまま入眠する症例もあった。気切例での受容は良好であった。気管切開例で、カニューレの振動に伴う合併症（抜去・肉芽増殖・出血等）は認めなかった。

【考察】

急性期の肺炎・無気肺に TV・SpO₂・XP・CT に改善を示す例を認めた。特に開始前の SpO₂ が 90% 未満群では、有意な改善を認めた。さらに実施後数日間に亘り、硬く喀出困難な痰が良好に排痰できたり、夜間酸素投与が不要となった症例があった。以上より急性期の治療機器として有用と考えられる。

慢性呼吸不全での有効性はまだ実施症例が少ないが、6 例の内、改善 3 例と維持 3 例という成績から慢性呼吸不全の悪化を予防する可能性が示唆された。すでに呼吸障害の進行が主訴であった症例ばかりのため、家族の受容も良好で、在宅使用への意欲も高く、4 例はすでに在宅での連日使用を行っており、登校日数の増加といった中期的効果も認めている。介護者の実施手技習得も、外来での数回の指導で可能であった。

実施条件については、本人の受容と痰の流動化を目的とし、当初のメーカー推奨よりも低駆動圧（10~30psi）、高拍動数で少ない送気（easy 側）で行ったが、理学所見上は明らかな改善がみられた。そのため、メーカー側も小児への推奨条件を変更した。今後は、排痰効果を高めるために、症例を選んで hard 側（低拍動数で、より多い送気）での使用も検討していく必要がある。

これらの結果より、IPV は、重症児の含気改善・TV 上昇・排痰に有効であると考えられる。今後使用症例を重ねることで、至適条件・適応などを整理してゆく必要がある。

気管切開例は、一般に受容が良好であった。全例で受容を優先し、推奨圧設定（30~40psi）および推奨駆動頻度（hard1 以上）より低い圧設定（10-30psi）・低い駆動頻度（easy2~5）としたが、聴診上は明らかな改善がみられた。特に胸郭変形が高度な症例で、他の呼吸療法手技で含気の改善が得られなかった部位に、呼吸音の改善があったことは、バイブレーター様の筋リラックス効果が胸郭拘束性の緩和も寄与していると考えられた。

IPV の問題点として、使用中には常時患者の傍に施行者が監視している必要性があり、時間を要することが避けられない。しかし、設定条件を一定にしておくことで、日常の看護業務に組み入れることができた。フェイスマスクは、一般に受容しにくく、

症例によっては、有効圧まで条件を高められない場合があった。協力が得られない症例では、至適条件の設定に、更なる検討が必要である。さらに機械・回路が高価であるが、健康保険上、在宅呼吸管理料の対象機種に認定されており、レンタル可能である。現在（2004年11月）、本10症例の内、外来4例が在宅でIPVを行っている。

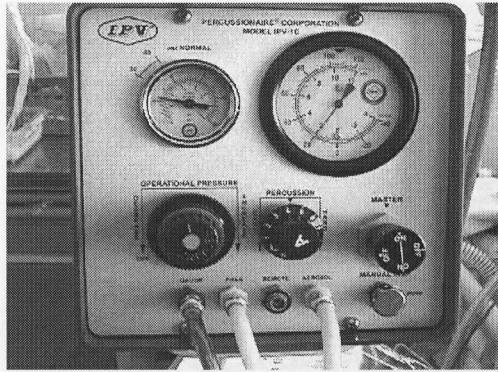
試行時に無効と考えられた1症例は、体格が大きく、我々の試行条件よりも高い圧が必要であった可能性がある。協力が得られない症例では、至適条件の設定に、更なる検討が必要である。

また、同条件に設定しても、それぞれの機種・各機械毎に、噴出されるミスト量や圧に差が生じる可能性があり、それぞれの機種・器械の特性を確認しておく必要がある。

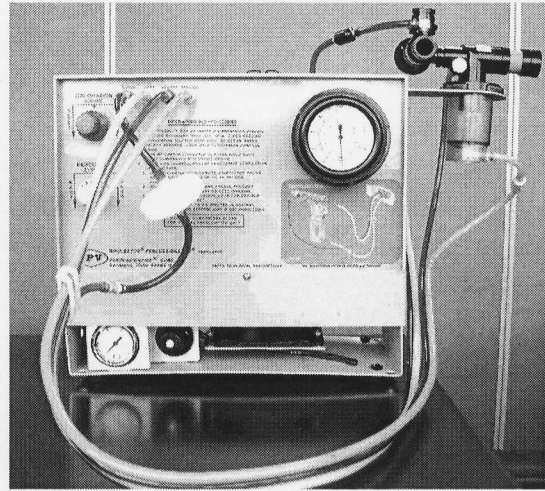
【文献】

- 1) George C Velmahos . High frequency percussion ventilation improves oxygenation in patients with ARSD. *Crit Care Med*.2002;30:692-4.
- 2) 和田直子, 村山恵子, 金子断行, ら. 肺内パーカッションベンチレーター使用により持続する pulmonary consolidation の改善を得た重症心身障害者の1例. 脳と発達 2005年7月1日掲載予定
- 3) Percussionaire IPV-1C User's guide 第1版. 東京; パーカッションエア・ジャパン株式会社, 2003.
- 4) 上田康久, 梅原 実, 箕浦克則, 関根徹, 原真人, 福島崇義. Intrapulmonary Percussive Ventilator を用いた呼吸理学療法を試み. 第34回小児呼吸器疾患学会抄録集, 2001;56.
- 5) Gallagher TJ, Boysen PG, Davidson DD, Miller JR, Leven SB. High-frequency percussive ventilation compared with conventional mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1989;17:364-6.
- 6) 高橋稔之, 太田孝一, 紅露伸司, 近藤満, 北飛鳥, 並木昭義. 術後無気肺に対するパーカッションベンチレーターの有効性. *臨床麻酔* 2003;27:599-600.
- 7) Hurst JM, Branson RD, Dehaven CB. The role of high-frequency ventilation in post-traumatic respiratory insufficiency. *J Trauma* 1987;27:236-41.
- 8) Natale JE, Pfeifle J, Homnik DN. Comparison of intrapulmonary percussive ventilation and chest physiotherapy. A pilot study in patients with cystic fibrosis. *Chest* 1994;105:1789-93.
- 9) Homnick DN, White F, de Castro C. Comparison of effects of an intrapulmonary percussive ventilator to standard aerosol and chest physiotherapy in treatment of cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1995;20:50-5.
- 10) Deakins K, Chatburn RL . A comparison of intrapulmonary percussive ventilation and conventional chest physiotherapy for the treatment of atelectasis in the pediatric patient. *Respir Care* 2002; 47: 1162-7.
- 11) Birnkrant DJ, Pope JF, Lewarski J, Stegmaier J, Besunder JB. Persistent pulmonary consolidation treated with intrapulmonary percussive ventilation: a preliminary report. *Pediatr Pulmonol* 1996;21:246-9.

図1 肺内パーカッションベンチレーター IPV
(intrapulmonary percussive ventilator)



IPV 1 (圧縮空気使用)

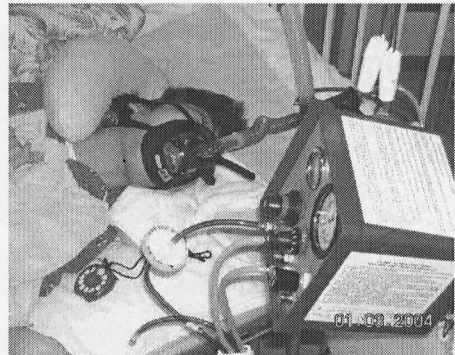


インパルセーター (電源使用)

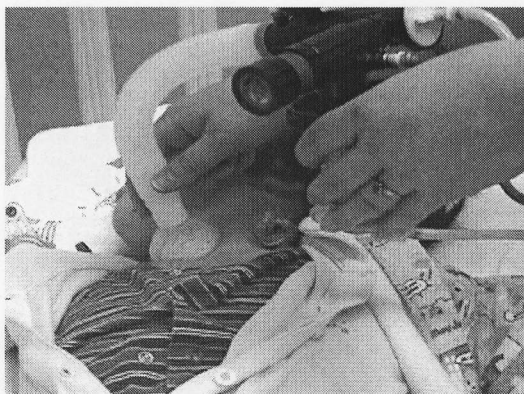
図2 IPVの使用経路



マウスピース 0 例



フェイスマスク 5 例

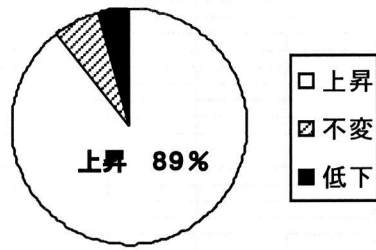


気管孔+新生児用フェイスマスク
2 例



気管カニューレ 3 例

図3 IPV前後でのTVの変動



上昇：IPV前後で一回換気量が10ml以上の上昇
 不変：IPV前後で一回換気量が±10ml未満の変動
 低下：IPV前後で一回換気量が10ml以上の低下

*低下の2例は、IPV直後の喀痰貯留と考えられる

図4 IPV施行前後のTV（吸気）の変動例

30歳女性 診断：福山型筋ジストロフィー・気管切開
 2003年11月30日 肺炎・無気肺発症→→12月2日 IPV導入

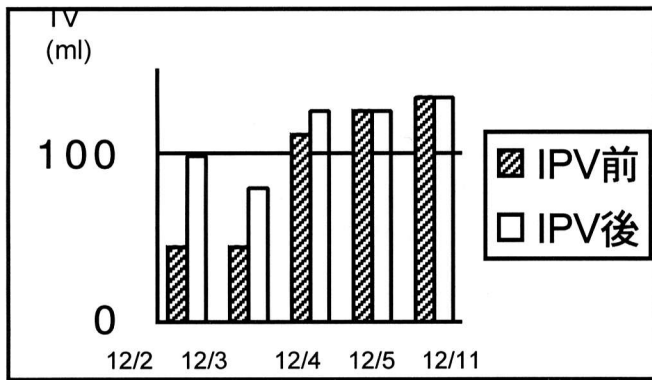
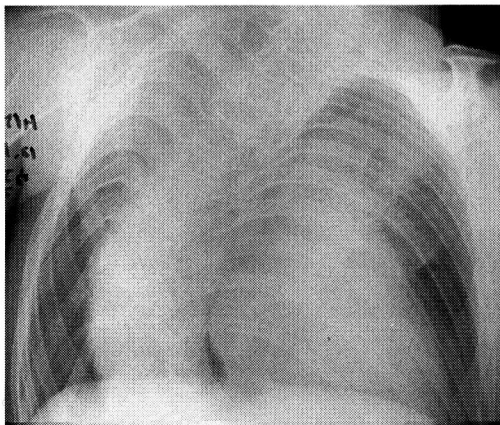


図5 IPV使用前後のXP改善例



使用開始前

導入10日後