

SSK

日本せきずい基金レポート06

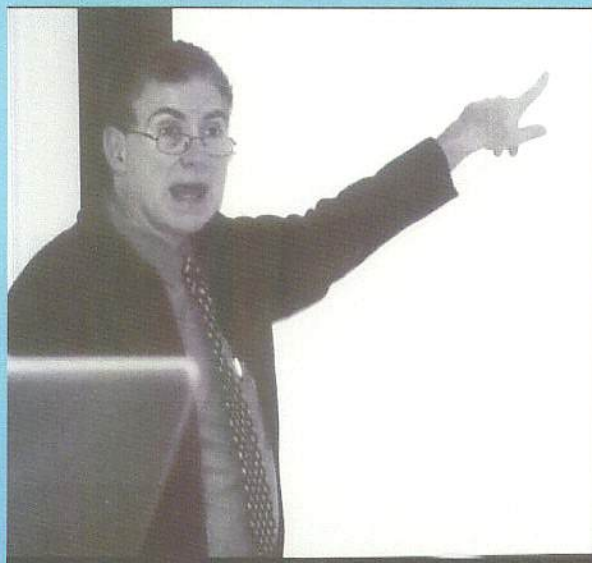
講演会報告書

QOLを高める呼吸療法
非侵襲的呼吸療法の実際

J. R. バック

John R. Bach MD

ニュージャージー医科歯科大学
リハビリテーション科兼ニューロサイエンス科教授



特定非営利活動法人
日本せきずい基金

本書について

【自発呼吸なしでも非侵襲的呼吸療法に移行できる】

2003年11月16日（日）、東京・代々木のオリンピック記念青少年総合センター 国際交流棟にて、米国ニュージャージー医科歯科大学のJ. R. バック教授を招聘し、講演会「QOLを高める呼吸療法」を開催した。

これは高位脊髄損傷による人工呼吸をより安全に快適なものとするために、バック教授が提唱し長年にわたり実践してこられた気管切開によらない換気法（非侵襲的呼吸療法）を日本に定着していくために日本せきずい基金が開催したものである。

その講演は、日本では不可能とされてきた高位頸髄損傷者の呼吸器からの離脱に大きな希望を抱かせるものとなった。バック教授は、自発呼吸なしでも、カフマシーンで排痰し、舌咽頭呼吸とマウスピースを併用しての非侵襲的呼吸療法を1990年代から数多く実践してこられた。その経験が日本で活かされることを切に願っている。

【謝 辞】

企画の折衝から講演会での通訳・解説には、バック教授の共同研究者でもある国立療養所八雲病院小児科医長の石川悠加先生に全面的にご協力をいただいた。

みずほ福祉助成財団には、私たちが念願していたこの講演会の開催および報告書の刊行に対する助成をいただいた。

膨大で難解な呼吸器関係の論文、講義原稿、スライド原稿の翻訳は、赤十字語学奉仕団の皆様の大変なご労力で実現することが出来た（古米稔子・新谷進・鈴木みか子・関根孝江・田邊政子・渡辺理恵子の諸氏）。

菱谷久仁子さんには事務局での編集作業に全面的にご協力していただいた。

ご協力いただいた皆様に深く感謝するとともに、本書が呼吸器使用者のQOLの向上に何がしかでも寄与できれば幸いである。

2004年2月

特定非営利活動法人 日本せきずい基金

【目次】

(頁)	
2	J.R.Bach教授について (石川悠加)
3	講演「QOLを高める呼吸療法」(J.R.Bach)
31	講演会・質疑応答
35	講演会・会場アンケート
37	高位脊髄損傷患者に対する非侵襲的換気療法の選択
45	換気障害患者における気管内挿管 または気管切開チューブの抜管基準
51	長期の気管切開カニューレを抜くことができた 5歳の女兒例(石川悠加・J.R.Bach)
55	非侵襲的人工呼吸について (J.R.Bach)
56	呼吸器関連略語表
58	呼吸器関係用語解説
61	〔付録〕呼吸器関連文献
63	〔付録〕日本せきずい基金の刊行物

J. Bach教授について

石川 悠加

国立療養所八雲病院小児科医長

氏名：ジョン・ロバート・バック医師 (John R. Bach, MD)

現職：ニュージャージー医科歯科大学 (UMDNJ) リハビリテーション科兼ニューロサイエンス科教授、
大学病院呼吸管理および呼吸リハビリテーション
センター長、大学病院附属ジェリー・ルイスMDA
クリニック部長

所属学会：米国リハビリテーション学会、米国胸部疾
患学会、ニューヨーク科学アカデミー会員、米国パ
ラプレジア学会など

略歴：

1976年 ニュージャージー医科歯科大学医学部卒業

1977年 ニューヨーク大学小児科インターン修了

1980年 ニューヨーク大学リハビリテーション科
レジデント修了

1980-81年 ニューヨーク州ゴールドウオーター記
念病院人工呼吸管理室部長

1981-83年 フランスPoitiers (ポワチエ) 大学リハビ
リテーション科Rideau (リドー) 教授のもと
に客員教授として招かれ、Delaubier (デラビ
エール) 医師らと共に世界で初めて換気不全
患者に対する鼻マスクによる非侵襲的間欠的
陽圧人工呼吸の臨床効果を報告。

1984年～現在 ニュージャージー医科歯科大学リ
ハビリテーション科助教授、Kesslerリハビリ
テーション研究所人工呼吸管理および呼吸リ
ハビリテーションセンター長を経て、1995年
より現職。

研究内容：

気管内挿管や気管切開チューブを回避して非侵襲的
呼吸療法を活用する神経筋障害患者のリハビリテー
ションのバイオニアである。

例えば、神経筋疾患患者に対する電動車椅子上のロ
ボットアームを初めて実用化。自力呼吸ができない患
者での、リップシールによる睡眠時間欠の陽圧人工呼
吸、気管内挿管や気管切開チューブの抜管基準を示した
(後出)。

器械による咳補助 (MAC) を再導入。自発呼吸がで
きない患者で、オープンシステムのNIVが効果のメカ
ニズムを記載。私との共同研究で、神経筋疾患における
心筋症のマネジメントを初めて報告。呼吸筋力低下患
者において、呼吸器合併症、入院、気管内挿管、気管切
開を防ぐ呼吸筋補助手段を開発。

これまで気管切開による人工呼吸以外では自発呼吸
ができなくなる神経筋疾患(脊髄性筋萎縮症I型)の乳児
で、ICUで気管内挿管チューブを抜管して非侵襲的呼
吸療法を行なう方法を開発した。

呼吸器疾患および神経筋疾患の、人工呼吸とリハビ
リテーションにおけるQOLとコスト効果の重要な研
究成果を発表している。

受賞の一部：

米国リハビリテーション学会より、1990年と1994年
に優秀論文賞、および1994年と1997年に最優秀研究論
文賞、1999年The American paraplegia society (米国パ
ラプレジア学会) A. Estin Colmer記念クリニカルサー
ビス賞など

論文、著書、講演：

神経筋障害と呼吸医学に関する160の研究論文、80
本の章、9冊の本、37カ国での講演。

その他：全米トップドクター (The National Registry
of Who's Who)、N Y市街地域トップドクター (Castle
Connelly Guide)、ニューヨークマガジンによるN Y地
区ベストドクターとしても紹介。



石川 悠加 医師〔略歴〕

- 1985年 札幌医科大学卒業
米国チューレン大学医学部
研究員
- 1988年 北海道立小児総合保健セン
ター小児科
- 1990年 国立療養所八雲病院小児科
(94年より同小児科医長)
- 1994年 J. Bach研究室へ留学

講演

QOLを高める呼吸療法 非侵襲的呼吸療法の実際

J.R.バック教授

通訳：石川悠加

【開会にあたり】

藤木（日本せきずい基金事務局長）：バック先生をお招きするためにこれまでもいろいろな助成金申請をやってきましたのですが、今回みずほ福祉助成財団の協力を得て、念願がかないバック先生の講演会を開催することができました。なぜこの講演会を3年も前から熱望していたかという、第一にバック先生が呼吸療法に関する最先端の技術を持った方であること、また映画「スーパーマン」のクリストファー・リーブが事故直後にケスラー・リハビリテーション病院（ニュージャージー大学）に入院した際に呼吸器の担当をしていて、最先端の治療をなさっていたということ。

そういう方を日本にお招きして、私たちの仲間である呼吸管理のさまざまな問題を抱えている方々のQOLの向上に役立てたい。そういう想いでバック先生に今日講演をしていただければ何よりありがたいことだと思っております。

われわれ頸髄損傷の問題では、つい最近までは治療に当たる場合には何かと医学モデルが適用されて医者立場から生命の安全を第一に重視した対応がなされてきたように思われます。しかし、われわれ脊髄損傷者であっても、外に出たり電車に乗ったりという普通の生活が多々あります。そうした普通の生活を重視したさまざまな治療法が広がることを、私たちは望んでおります。

バック先生は、日常生活を送る上で生活の質（QOL）を向上させるような呼吸療法を開発して下さり、私たちに提供して下さっています。

やっとなら私たちの世界にも医学的モデルから日常生活を重視した生活モデルの治療法が登場してきた。そういう意味でも私たちに画期的な思考の転換をもたらしてくれる講演になるのではないかと大変楽しみにしています。

これからバック先生にお話していただきますので、どうかよろしく願います。

【はじめに】

バック 今回の講演を実現して下さったせきずい基金の皆様、みずほ福祉助成財団、そしてプルモネティック社にお礼を申し上げます。私は1994年に来日したときに甲子園球場で観戦して以来10年来の阪神タイガースファンですが、地元ではニューヨーク・ヤンキースファンです。今日は野球殿堂を後樂園で見まして大変感激しました。

脊髄損傷者への換気療法

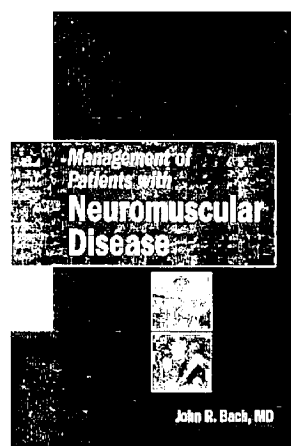
バック スライド2番の15歳の少年は脊髄損傷の患者で2002年の私の本ののっています〔図2〕。彼はこのとき気管内挿管や気管切開ではなく体外式呼吸器をまず使いました。ただ、頭頸部から胸部にかけての頸部固定の装具をつけるためにはチェストシェル、つまり胸郭の胸当てのほうは取らなけれ

1. 『非侵襲的呼吸療法ガイドブック』は非侵襲的人工換気に関するもので昨年出版された。私の新しい著書『神経筋疾患患者の管理』は先月出版された。

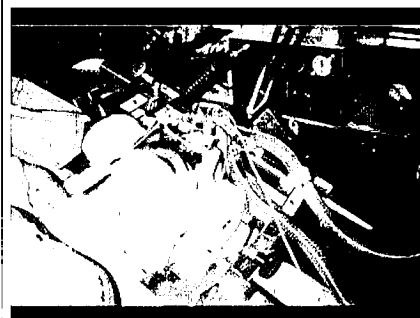
NONINVASIVE MECHANICAL VENTILATION



JOHN R. BACH, MD



2. この15歳の少年は脊髄損傷の急性期に換気不全になり補助換気が必要としたが気管内挿管は受けなかった。彼は非侵襲的人工換気を持続的に必要とした。初めは体外式陰圧式人工呼吸器（NPV）による換気を受けていた。装具の装着のために外科医が胸部に接触する必要がでてきたため、従量式人工呼吸器による鼻マスクでの換気を試みた。



ばならないので、今は鼻マスクのほうに一時的にチェンジしています。

だいたいの脊髄損傷の患者は、病院に入る前ではなく、病院に入ってから人工呼吸器を使用することになります。

頸髄損傷ですとたいてい気管内挿管および気管切開されますが、一部では非侵襲的(気管切開なし)に体外式の呼吸器をつけることがあります。

彼は装具をつけるために胸当てを取るということで、今一時的に鼻マスクにチェンジしているところです。その後、マウスピース経由の補助呼吸も試してみました〔図3〕。次にはリップシールを使ってみました〔図4〕。入院したときに使っていた胸当てのほうを取り除くと、胸の部分が部品の圧迫により褥瘡になっているのが分かります〔図5〕。

彼はまったく肺活量はなく、自発呼吸もないのですが、気管内挿管ではなくマウスピースできちっと呼吸管理されています。マウスピースをくわえているだけです。

脳神経外科医が頸部固定のためにブレース(装具)をつけているところですよ〔図6〕。リップシールを普通は頭の後ろで止めるのですが、どうせブレースがあるのでそこに止めています。少しずつ肺活量が戻ってきて、呼吸器から離脱することができるようになりました。彼はむしろ気管切開をされなかったこともあり、喉の分泌物が管の刺激で増えるということもなくそれで離脱ができました。急性期にもし気管切開をされた場合でも、それから離脱(ウィーニング)していくためにもマウスピースによる非侵襲的換気療法を覚えていくことができます。

気管切開をふさいだ後、患者さんが好むのは日中にマウスピースを使って、夜間にはリップシールか鼻マスクを使うことです〔図7〕。

何日かそれを試して大丈夫だということになれば、1、2日で気管切開チューブを取ってしまいます。初期では3日くらいで気管切開口を閉じることができます〔図8〕。

酸素療法への誤解

むしろ脊髄損傷患者が酸素療法を必要とすることはまずありません。脊髄損傷の患者は肺そのものは健全なはずですよ。そこにたいていのドクターが酸素をやってしまうと、それがむしろ問題になってしまいます〔図9、10〕。気道とか肺の実質が病原を持ったり障害を持った場合には酸素を当てる必要がありますが、脊髄損傷ではむしろそういうことは必要ありません。換気が悪くなる場合は、換気補助をして、咳を出して痰を出すことを補助してあげれば大丈夫ですよ。

でも脊髄損傷の患者は、たいてい肺実質障害の患者のように治療されてしまいます。そして呼吸不全に対して、酸素だとか吸入療法をされてしまうことがあります。大事なことは、十分な息をして咳を出す筋肉を補助することですよ。

酸素が足りなくなるとどんなことがあるかといえば、息切れとか不穏状態になることがあります。もしちょっと酸素が下がったからといって酸素をやってしまうと、その時点で今度はCO₂が上がって高炭酸ガス血症の症状が出てきます〔図11〕。患者は自力呼吸で疲労がたまり、さらに夜間何回も低酸素で苦しくて起きてしまっていて昼間は逆に眠くなってしまい、慢性肺胞性換気、つまり筋力低下によって換気が悪いという状態になります。

たいていの医師はたくさんエラーをしています。その1つは、症状の解釈の誤りです〔図12〕。

もし歩ける患者であれば「歩いて息切れがする」ということを訴えることができます。でも市椅子に乗っている人は息切れを訴えることは少ないと思います。

患者の一番多い訴えは、眠ろうとするのだがなかなか眠れないということですよ〔図12-A〕。なかなか眠れない理由は、眠ってしまうと呼吸の駆動(ドライブ)、それから呼吸筋とか咳が抑制されて、もう生命を維持できないと

3. その後マウスピース経由の補助呼吸を試みた。



4. 次にリップシール経由を試みた。



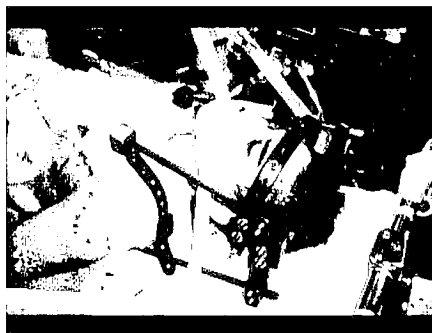
5. 胸当て (chest shell) が外され、皮膚には部品の圧迫による潰瘍が認められる。患者は昼間はマウスピースを使った人工換気を選択した。



6. 外科医が装具を装着する。



7. 睡眠中の人工換気では鼻マスクよりもリップシールの使用を選んだ。



8. この患者も脊髄を損傷しており自発呼吸がなかったが、マウスピースやリップシールを経由した非侵襲的換気を練習する目的で気管切開チューブのキャップを閉じた。チューブは抜去され継続的な非侵襲的換気の使用に切り替えられた。



9. 肺機能障害の患者は、主に肺と気道の疾患のために酸素化 (oxygenation) をする能力に障害があるか、または呼吸筋が弱いために肺の換気を適切に行なうことができないかのいずれかである。酸素化の障害を主とする患者では酸素療法を受けることで延命する場合も多い。それに対して、主に換気に障害をもつ脊髄損傷 (SCI) 患者では酸素による治療を受けた場合に、より高い発生率で呼吸が病的状態になったり死亡したりする。しかしこれらの患者は酸素化に障害があるかのように判断され、呼吸筋の補助を受けるのではなく酸素による治療を受けるのが通常である。

呼吸不全

- * 換気の不全
動脈血炭酸ガス分圧 [PaCO₂]
の上昇 (pHの低下)
- * 酸素化の障害
PaO₂の低下

10. いずれの医師も低酸素血症症状は熟知している。

低酸素血症の症状

- ・呼吸困難
- ・意識障害
(cognitive changes)
- ・チアノーゼ
- ・頻脈

11. しかし、SCI患者は遅発型の換気不全を起こし高炭酸ガス血症の症状を示すことがあるが、それらの症状が無視されることも多い。さらに酸素療法が高炭酸ガス血症*1を悪化させ、症状が悪くなることすらある。これらの症状には疲労、昼間の眠気、午前中の頭痛、集中力のなさ、抑うつ感が含まれる。このような患者は、吸気補助がなされない場合は、酸素療法によるCO₂ナルコーシス*2から昏睡状態となることが多い。

注1：動脈血CO₂分圧 (PaCO₂) が正常値 (35-45mmHg) 以上の状態

注2：不十分な肺胞換気量によりCO₂体内蓄積をきたして呼吸性アンダーシスとなり、中枢神経症状を呈した病態

慢性肺胞低換気の症状

- ・頭痛 (特に朝方の)、疲労、息切れ、
- ・昼間の眠気 (睡眠過剰症)
- ・夜間頻繁に目覚める、特に息切れ、頻脈、夜尿症を伴う
- ・寝つきと目覚めが悪い
- ・悪夢 (特に呼吸が苦しい夢など)
- ・集中力の低下、記憶力の低下
- ・成績が下がる、知力低下、
- ・不安、人格の変化
- ・体重の変化・気道分泌物の制御困難
- ・うっ血性心不全症状 (頻脈、顔面蒼白、浮腫)
- ・嚥下困難
- ・性欲低下
- ・筋肉痛
- ・腹部不快や便秘

いうことを脳が感じてしまうからです。

このように眠れないと訴える患者に対して、ドクターはしばしば酸素を与えたり、催眠剤を与えたりしますが、それは間違っています。アメリカの救急室でも、車椅子の患者が眠れないと言ってきた時によくされてしまうミス・テイクです。特に救急室へ「息苦しいのだが」と言いに行くと、大体は酸素を与えられてしまいます。

苦しいということで酸素を与えられてしまうと、息が止まってしまい、CO₂が上がって、今度は本当に意識を失ってしまいます。そうすると意識がないということで気管内挿管をして、当然そのあとは気管切開をしましょう、ということになってしまいます。

本当に介助してあげなければならないのは、息をする筋肉、いわゆる息を吸って息を吐く、咳をするという筋肉の補助が必要なだけなのです。

肺機能検査は脊髄損傷者には適さない

医師が侵しやすい二番目の間違いは、一連の複雑な呼吸機能検査だと思えます。この検査は神経筋疾患や脊髄損傷のために作られたのではなくて、肺実質疾患のために作られたものなので、役に立たない数値が出てしまいます〔図12-B〕。

最近SAS、つまり睡眠時無呼吸症候群が、新幹線の運転士でも問題になりました。この確定診断のために行われる睡眠ポリグラフも、力士などでは有用かもしれませんが、脊髄損傷のためにはそれ程有用ではありません。

もっと簡単に効果的に脊髄損傷患者の呼吸を評価してきちんと補助することができます。睡眠ポリグラフをやらなくても、呼気の炭酸ガス濃度の測定とパルスオキシメーター〔肺での酸素化状態を計る〕を指に当てるだけ、両方とも非侵襲的なモニターですが、その2つを付け1晩寝ていただくだけで評価することができます〔図12-C、D〕。

本当に気管切開チューブが必要な患者は、喉頭機能非常に悪くてしゃべることができず、うまく飲み込むことができないで唾液が常に気管のほうに誤嚥して入ってしまい、酸素飽和度が95%を常にきってしまう患者だけです。そういう状況になるということは、脊髄損傷ではほとんど稀なことです。

呼吸に関して、いわゆる呼吸リハビリテーションということで考えますと、気管切開チューブを抜去して初めて、呼吸リハビリテーションというものが、ある程度コースに乗るということになっていくと考えてください〔12-E〕。

痰を取るのが吸引（サクショニング）だけだと考えてしまうと、チューブを介しての上気道などからの吸引とか、チューブからの吸引ということになってしまいます。

吸引をすることによって、気道の粘膜とか繊毛を破壊するので、自然に痰が上がってくることもなくなりますし、チューブを入れることでそこに炎症が起きますし、その刺激でかえって分泌物が増えてしまいます〔図12-F〕。

吸引では95%くらいは右の肺からの痰の吸引になってしまうので、脊髄損傷で気管切開もしくは気管内挿管の患者は左の肺炎になりやすいのではないのでしょうか。

〔注：右気管支は、正中線の気管に対して25°で太く、左気管支は45°でやや細い。したがって気管内チューブが気管分岐部を越えると右気管支に入りやすい。〕

分泌物でお悩みの方がいらっしゃれば、気管切開チューブを除去することで、刺激による分泌物が減って、分泌物から解放されるということもあります。

だいたい気管切開による吸引は平均して1日8回とされています。当

12 最も一般的なエラー (A~G)

12-A. 症状解釈の誤り：最も一般的な誤りは、症状を間違えて解釈することである。肺の障害をもち歩行が可能な患者は、慢性閉塞性肺疾患でも筋強直性ジストロフィーでも、息切れを訴える。SCIで車椅子を使用している患者は、呼吸不全を起こしかけている時でも息切れを訴えない場合がある。彼らが訴えるのは、不安感や眠れないことである。これは、眠ってしまえば呼吸調節系の駆動力(drive)、呼吸筋、咳が抑制され、生命を維持できないことを脳が理解しているからである。このような患者が救急治療室に入室して鎮静剤や酸素による治療を受けると、換気不全を起こし挿管されることになる。

12-B. 不適当な肺機能検査の実施：肺疾患の患者に対して行なわれる肺機能検査はSCI患者には適さない。

12-C. 睡眠モニターを実施しない：SCI患者では、中枢性および閉塞性無呼吸の問題が後から出てくることも多い。しかし通常ポリソムノグラフィー(睡眠ポリグラフ)は必要ない。睡眠時の呼気終末炭酸ガス分圧(EtCO₂)と酸素飽和度の計測が役に立つ。肺活量の低い患者が夜間に低換気症状を示す場合は、夜間に鼻からの換気を試みる必要がある。

12-D. 動脈血液のガス分析に過剰依存：これらの患者の管理には動脈血のガス分析は必要でない。患者は苦痛のため過呼吸をするので炭酸ガスの測定値は信頼できない。

12-E. 気管切開に過剰依存：SCI患者のリハビリは、気管切開チューブの抜去が試みられ、非侵襲性の補助への移行が完了するまで終わりではない。

気管切開が必要となるのは、非侵襲的換気を継続して使用し、器械式補助による咳を行なっているにもかかわらず、酸素飽和度のベースラインが95%未満に留まっている場合のみであり、SCI患者がこのような状態になることはほとんどない。

然、風邪を引いたりすればその回数はもっともっと増えます。分泌物の管理にはもっと快適でもっと効果的な管理法をお示してきたいと思います。

脊髄損傷で呼吸の問題のある方はできれば自宅にパルスオキシメーターを置くとよいと思います。特に普段はなんでもなくても、風邪を引いた時にそれで酸素飽和度をモニターすることが重要です。風邪を引くと分泌物が増え、酸素飽和度が低下することがありますので、パルスオキシメーターは皆さん、もうご存知でしょうか。酸素飽和度を指とか耳とかで測るものですが、正常の酸素飽和度は95%以上といわれています。

換気悪化の3つの要因

酸素飽和度が95%を切った場合は3つの異常が考えられます。

1つの原因は呼吸がうまくたくさん吸えてなくて、酸素が下がって炭酸ガスが上がって、という状態です。

2つめは、分泌物つまり痰によって気道が塞がってしまっていることです。痰によって呼気が下がるだけでなく、そのままにしていると肺炎になり、入院しなければならなくなります。ですから酸素飽和度がうんと下がりひどくなってから病院へ行くのではなくて、家にパルスオキシメーターがあつて排痰の介助のガイドとして持っていれば、逆に病院に行くことは少なくなるでしょう。

痰が出せなくて酸素が下がっているのに、それで病院にいつてしまうと、最初に病院で会うのはナースだと思うので、ナースはすぐに酸素をあげてしまうのではないのでしょうか。酸素の下がった脊損患者に酸素をあげることは、ガンの病巣の上にバンドエイドを貼るようなものだと考えてください。痰が詰まっているわけですから、その痰を取り除かないと、酸素だけをあげても何の解決にもなっていません〔図12-G〕。

たいていは、痰を出してあげれば酸素をとれるようになるわけですから、酸素を与えるということは考えないほうが良いです。もしどうしても酸素を与えなければならない非常に悪い状態になった場合（これが、3つ目の異常で、肺炎などによる酸素化障害をきたしている場合）には、挿管をするという前提で酸素を与えることになると思います。

肺活量は19歳でだれもがピークを迎え、それから1年に1~1.2%ずつ減っていきます〔図13〕。特に19歳前に脊髄損傷になった方ですと、19歳のマキシマムの肺活量がたいてい低めになっています。それからどんどん肺活量が下がっていった場合に、わりあい早めに換気が不十分になって、呼吸の補助を用意したり、咳の補助を用意したりということがあると思います。たいていは睡眠時の換気補助と日中の咳の補助だけで良いと思います。

肺活量を増やすために

肺活量がだんだん下がっていった場合に、皆さんは咳の能力をあまり評価していないのですが、咳の能力もどんどん下がっていきます。

普通の咳をするためには、一般的には、もし1回換気量が600ccだとしても、咳をする時には2400ccまで吸気する必要があります。ですから吸気が減ってしまうと、最初に入るエアが少ないので咳も弱くなってしまいます。

咳をするときには、皆さんも必ず深呼吸をしますよね。それと同じで、最初に深呼吸をできなければ咳を強くすることはできません。咳の強さで1分間で160リットル（咳の最大流速PCF、160l/分）を切ってしまうと、痰をうまく上げることはできません。もし160l/分を切ってしまうと、風邪をひくとまず肺炎になったり急性の呼吸不全になってICUに運ばれてしまうのではないのでしょうか〔図14〕。もちろん、きちんとした咳の介助をすればこうい

12-F. 吸引への過剰依存：

上気道またはチューブを經由して吸引するより、徒手式および器械式補助によって咳をするほうが、より効果的であり、気道に対するダメージもより少ない。

12-G. 酸素療法の誤った使い方：

まず炭酸ガス濃度を正常化し、補助によって気道内分泌物を取り除くことで酸素飽和度が正常化できるかを試みる。その上で、患者に挿管する用意があるのならよいが、そうでなければ酸素療法を考えるべきではない。家庭での酸素療法は命の惜しい患者には決して適さない。

13. 人は19歳を過ぎると体の臓器のあらゆる機能が低下する。このとき肺活量〔健常成人で4~5リットル〕は毎年1~1.2%が失われ、肝機能、心機能、腎機能などあらゆる機能も同様である。このため、ベースラインがより低いSCI患者は、加齢により遅発型の換気不全を起こす可能性がある。

肺機能と年齢

* 正常の場合は、

肺活量 (VC) :

19歳以後、毎年30cc減

努力性呼気肺活量1秒量 (FEV1) :

19歳以後、毎年30cc (1~1.2%) 減

最大随意換気量(MVV) :

30歳以後、毎年0.8%減

動脈血酸素分圧(PaO₂)

= 109 - (0.43 × 年齢)

慢性閉塞性肺疾患 (COPD) の場合、機能低下は上記の各値が2倍になる。

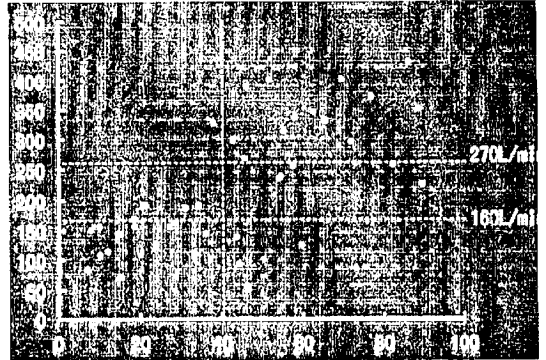
神経筋疾患の場合は、さまざまである。

〔注：動脈血酸素分圧 (PaO₂)は全身への酸素供給レベルの生理学的指標で、空気吸入時のPaO₂正常値は青年で約100mmHgで、年齢とともに低下する。〕

14. 咳の能力は咳の最大流速(PCF)の測定値で評価され、これは肺活量の減少につれて減少する。肺活量が40%以下に減少すると咳の最大流速は160ℓ/分以下に減少し、咳の効果がなくなり患者が風邪を併発した時に、肺炎と呼吸不全を起こすリスクが高い。

横軸：肺活量(%)

縦軸：PCF(ℓ/分)



40人のデュシェンヌ型および脊髄性筋萎縮症(SMA)患者の咳の最大流速(PCF)及び%肺活量(%VC)

15. したがって、呼吸不全、入院、挿管や気管切開チューブの留置を予防するために、肺と胸壁を定期的に動かすことで、その弾力性を保つこと、咳の流速をできるだけ大きくすること、正常な肺換気を保つことを目的に治療を行なう。

呼吸治療の目的

- ・胸壁と肺において、可動域を最大限に広げ、身体的成長を最大限に促す。
- ・咳の流速を最大限に高める。
- ・正常な肺胞換気を維持する。

16. 子供の肺と胸壁は肺を定期的に動かさなければ正常に成長しない。



動物実験では、生まれてまもなく横隔膜の神経を遮断されると、横隔膜の発達不十分で、慢性的に換気過小となり肺と胸郭の発育も不良となる。

17. 一日数回、肺に吸気できる最大量の空気を供給することで、肺の可動域(lung range-of-motion)が維持される。空気は救急蘇生用バッグまたは従量式人工呼吸器から供給され、ここに示すような簡単なマウスピース経由で供給される。



18. 息溜めの一例。



19. 鼻マスク経由の息溜め。



た方（自力の咳でPCFが160ℓ/分以下）でも突然急性呼吸不全になることなく過ごせます。

治療のゴールとしては、四肢のROM（可動域）はよく知られていますが、手足だけでなく胸部と肺のROMについても皆さん考えてください。それから成長との関係も考えてください。

それから咳の強度を高めること、そして換気を正常化することが重要です〔図15〕。

子供では、特に泣いたりして肺に圧がかかると、胸部にも圧がかかり、それをもとにして胸部は17歳まで発達していきます〔図16〕。うまく深呼吸をたくさんしないと、肺のほうが硬くなって小さくなってしまいます。特に小さなお子さんの場合は成長発達そのものが妨げられてしまうことがあります。

会場にPT（理学療法士）の方はおりますか。手足の関節の拘縮予防のことはPTの皆さんはすごく熱心にされますね。アメリカではそうですが日本でもそうですね。手足のROMはすごくやりますね。

PTの方は、もし肺を理学療法で動かすときにはどんなことを目的にしていますか。手足のROMをやるときにはフルの動きをやるように努力されますよね。肺は予想肺活量、いわゆる深呼吸したときの肺活量というものがありますね。それがいわゆる肺のフルのROMになるかと思えます。

肺活量が500ccしかない方の場合、通常、成人男性では5000ccくらいあるものですが、その方は一見肺と胸が動いているように見えて、実は本来の可動域のうち、わずかな範囲の動きしかしていないことになってしまいます。

結局、手だけ〔徒手介助〕では肺活量が500ccの人に5000cc吸わすということはちょっとできません。外からきょうぶ胸部を引っ張って5000ccまではできないものですから。そこで、中から空気を入れてあげて、いわゆる肺と胸部のROMを保つということをするわけです。

息溜め

その人の500ccの肺活量よりもっと動かしてあげるということで、ようやく可動域を広げてあげることができます。けっこう簡単な方法としては、救急蘇生用バック（アンビューバック）で自力での肺活量を超えて、もっと肺と胸部を動かしてあげることができます。この方法は「息溜め（エアスタッキング）」と言われています。

普通に自力で吸った上に、外からバックで送られて来た空気をさらに溜めて声門を閉じます。最初に肺活量まで吸い込んで、その上に1回、2回と息を溜めるだけ溜めて声門を閉じます。口からも鼻からもできますが、せっかくだから肺活量以上に入ったかどうかを調べるために、換気流量計でどれくらい入ったかを見ます。もし唇のほうがかわえるのに適していない方は、マスクで息溜めをすることができます。もっと口の周りを保持してリップシールで、という方もおります〔図17-21〕。

舌咽頭呼吸（カエル呼吸）

それから、まったく道具を使わない方法として舌咽頭（ゼツイントリ）呼吸（GPB）があります〔図22〕。「カエル呼吸」とも言われています。実は私のネクタイの模様は細かいカエルの模様が描かれています。カエルは横隔膜がないので、喉を動かして呼吸をしています。

舌咽頭呼吸では、肺活量がゼロの方でも3000ccまで息が入ります。ぜひ皆さんに今、この方法を習得していただきたいと思います。首から下の筋肉や横隔膜は使わないでいてください。リラックスしてください。もう息を吐ききってしまってください。15回、喉のあたりの筋肉を使ってやってみてください。そしてそれをフーと吐いてください。そうやって吐いた空気は皆さん

20. 鼻マスク経由の息溜め



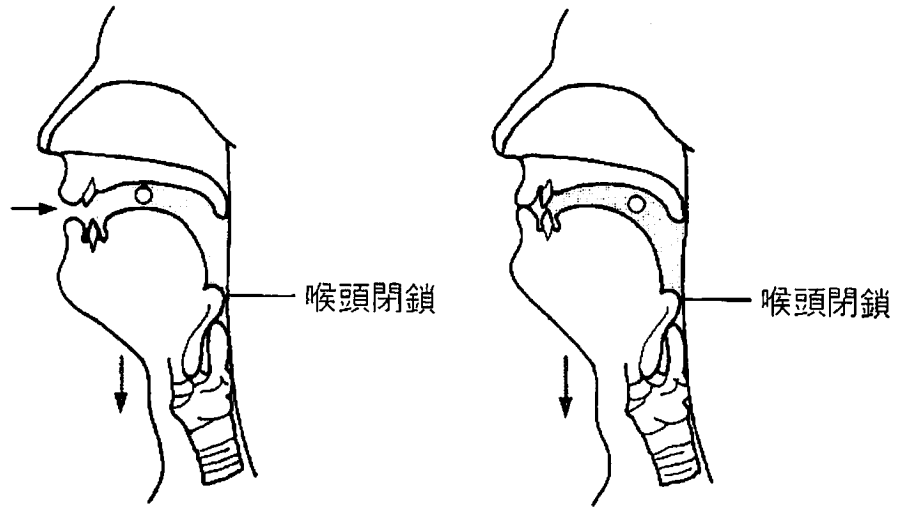
21. リップシール経由の息溜め。患者は深呼吸をして息を止める。次に救急蘇生用バックまたは従量式人工呼吸器から供給される空気を吸い、声門を閉じてまた息を止める。そしてまた空気を吸い、最大強制吸気量（MIC）に到達するまでこれを繰り返す。これを「息溜め（air stacking）」という。最大強制吸気量は息溜めのできる空気の最大量であり、肺の中に溜められて肺活量計の中に吐き出される空気の最大量である。



22. 最大強制吸気量に到達するもうひとつの方法は舌咽頭呼吸 (GPB) である。舌咽頭呼吸は図のように息を吸い込んで肺に入れることである。いっしょにやってみてほしいが、このとき横隔膜や首から下の筋肉を使ってはいけない。球筋群 (喉咽頭筋を含む頭と首の筋群) が損なわれていないSCI患者は舌咽頭呼吸に最適であり、これを覚えて人工呼吸器を使わずに呼吸することができる可能性も大きい。

舌咽頭呼吸(GPB)指導の要約

(まず息を吐ききる。図中の○印は空気の塊が移動する様子)

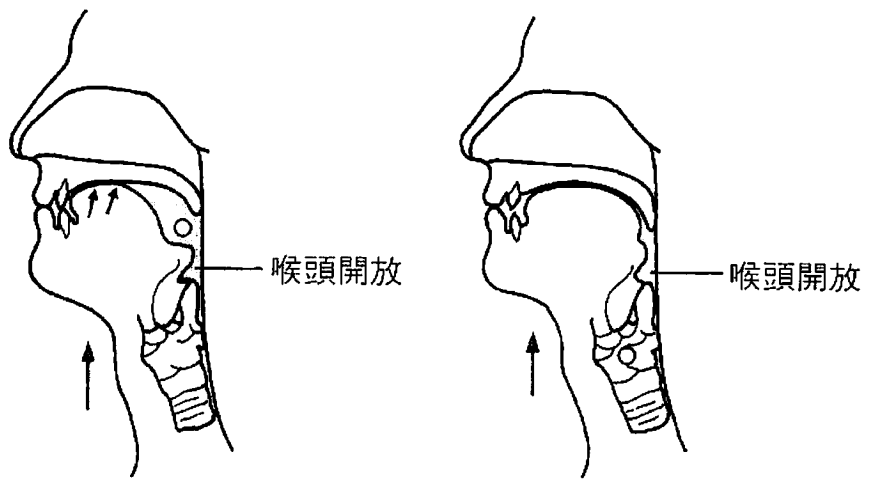


第1段階

舌、下顎、喉頭を下げ、口腔と喉頭一杯に空気を取り入れる。咽頭は閉じておくこと。多量の空気を取り入れるには、唇を「ウープ(oop)」と発音する形にするとよい。

第2段階

唇を閉じ、軟口蓋を挙上して、空気をとらえる。「アー (ah)」や「クー (coo)」と発音するような気持ちで行うとよい。鼻から空気を漏らさないこと。



第3段階

ここで喉頭を開ける。下顎、舌など口腔下部、喉頭を挙上する。同時に舌を動かして、空気を喉頭から気管へ押し込む。

第4段階

できるだけ多量の空気を喉頭から気管へ押し込んだ後、喉頭蓋を閉じ、第1段階に戻って繰り返す用意をする。舌は後方に引っ込める。口腔は「アップ (up)」と言うような動きをする。

がカエル呼吸で得られた空気だと思ってください。準備ができれば、皆さんといっしょにやってみましょう。ハーと吐いて。

皆さん、だいたいちゃんとできていました。誰か最後に息がフーと出てこなかった人はいませんか。その方にはスペシャルコーチをします。

最後に吐いたときにちゃんと息が出てきましたか。皆さん、すごく上手ですね。横隔膜は使わないでください。首から下は完全にリラックスしてダラーンとしてください。

ゲーと吐くときに使う筋肉を使う感じですかね。この呼吸法はポリオ(小児マヒ)で肺活量がゼロになった方が1950年、60年代に自分たちで見出した方法です。それをニューヨークのドクターたちがみつけて記載したのが舌咽頭呼吸法の始まりです。

もし流量計があれば吐いた量を測ってどれくらい入ったかが分かるのですが、ノーマルの方は判定できないのですが、肺活量がけっこう下がっている人であれば、肺活量が500ccの方に今のように舌咽頭呼吸をしてもらって、それが800ccだとか1000ccもしくは1500cc、中には3000ccまで達する人もいますが、そうするとカエル呼吸がうまくできているということが分かります。

ただ、喉の筋肉を使ってエアを押し込むものですから、気管切開をしていると、気管切開口の周りからせっかく口から入れたエアが漏れてしまいますから、なかなかうまくカエル呼吸ができなくなってしまいます。

舌咽頭呼吸ができれば、肺活量がゼロの方でも、呼吸器が故障したり回路がはずれても、何とか舌咽頭呼吸で換気ができます。しかし、気管切開している方の呼吸器が故障したり接続が外れると、そのとたんに息ができなくなります。

ですから、気管切開している方は、いつ呼吸器が故障したりはずれたら心配だということがあると思いますが、肺活量がゼロでも気管切開チューブを取ってさえいれば、今のカエル呼吸をすることによって何分間、あるいは何十分間は息をすることができるようになります。肺活量ゼロで自発呼吸がまったくできない患者で、夜間の停電や器械の故障などで、呼吸器が急に止まったとして、患者は呼吸器が止まって苦しくなって起きるのではなくて、カエル呼吸ができるのであればカエル呼吸をしながら、自分がカエル呼吸をしていることに気づいて初めて起きることになります。

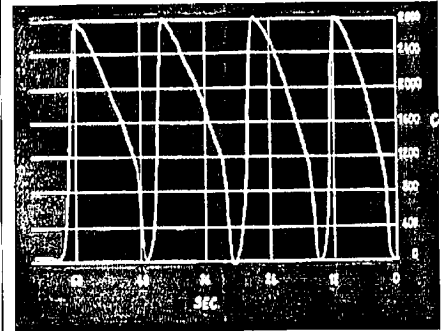
肺活量がゼロで弁護士をしている方もおります。肺活量はゼロなのですが、日中は人工呼吸器を使わないで、裁判所に行ってちゃんと弁護活動をおこなっております。カエル呼吸で一日中過ごして弁護活動をしております。彼のカエル呼吸では1回に200ccにもなります。普通は1回量は50~150ccと言われております。ですから3回カエル呼吸をすれば十分に話すことができます。

この患者の肺活量は800ccですが、舌咽頭呼吸をすると2800cc、ほとんど3000ccまで深呼吸することができます【図23】。この患者は800ccだけ入るよりも1800ccまで入ると、叫ぶことも強い咳をすることもできて、肺と胸郭の可動域を広げて、肺と胸郭をより健康に保つことができます。それを呼吸器も救急バックも何も使わずに、今皆さんが学んだ舌咽頭呼吸だけでできてしまいます。

この患者は1952年から肺活量がゼロなのですが、舌咽頭呼吸だけで1日中400ccくらいの換気をちゃんと保っております。51年間、気管切開をせずにカエル呼吸だけで過ごしてきております【図24】。こういう患者はこの方だけでなく結構たくさんおります。

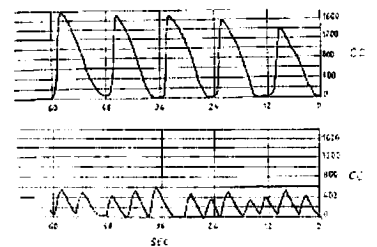
大事なことは、肺の可動域を維持する動作です。肺の可動域を維持するためには「息溜め」とカエル呼吸、深吸気が必要です。

23. この患者の肺活量は800mlであるが、舌咽頭呼吸によってほぼ3リットルまで肺を膨張させることができる。これにより患者は深呼吸できるので、咳をし、叫び、肺を健康な状態に保つことができる。



24. この患者は、首から下の筋肉の機能が失われており、測定できるほどの肺活量はないが、昼間は舌咽頭呼吸によって生命を維持できる。呼吸筋の機能がないにもかかわらず、人工呼吸器を携帯する必要すらない。この患者は51年間ずっとこのような状態であり、気管切開チューブを付けたことはない。

もし気管切開チューブを付けていれば、自力で呼吸することはできず、常に人工呼吸器の故障を心配しなければならなかっただろう。以前、睡眠中に人工呼吸器が故障したとき、彼は人工呼吸器が動いていないことに気づくよりも早く眠りから覚めて舌咽頭呼吸をしていた。



肺活量ゼロの患者の咽頭呼吸(GPB)例

- 上：GPBを最大限に行なった場合。分時換気量8.39リットル、呼吸1回につき平均して、吸気量1.67リットル、呑込み(gulp)数20回。呑込み1回につき平均84cc。
- 下：通常のGPBの場合。分時換気量4.76リットル、分時呼吸数12.5回、呼吸1回につき、平均呑込み(gulp)数8回。呑込み1回につき平均47.5cc。

25. 二番目の目標は咳の流速をできるだけ大きくすることである。

・咳の流速と気道分泌物の除去

26. 特に上気道感染が起きている場合、気道内分泌物の蓄積は、肺炎と呼吸不全が示す最初の症状となる。

1. 気道内分泌物による粘液栓は肺炎、無気肺、人工呼吸器からの離脱の失敗、閉塞性肺気腫の主因である。

2. 気道内分泌物による粘液栓は肺塞栓症に類似する。

27. 左の主気管支の粘液栓は左の肺を急速に虚脱させる (collapse) 可能性がある。



29. このSCI患者のように1.50未満の肺活量の人では、肺を最大限に膨張させてから補助による咳を行なう。



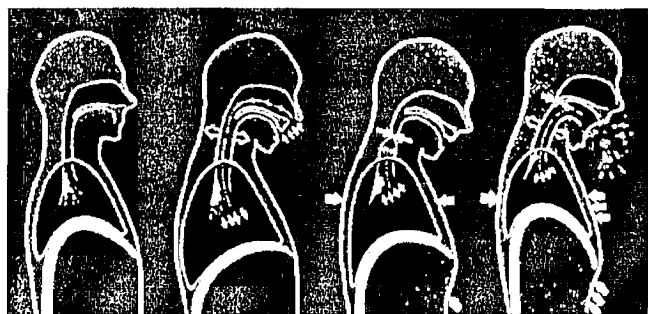
30. 徒手補助による咳では手を置く位置がいろいろある。図のように上腹部に圧迫を加える事もできる。



31. 一方の腕を胸に交差させる腹部圧迫は、胸の膨張と咳の流速の低下を抑制する。



28. 咳の開始は深い自立吸気または強制吸気である。声門が0.2秒間閉じ、腹部と胸壁の筋肉によって約200cmH₂Oの胸腹部圧が生じる。通常の咳では、2.5リットルの空気が6~20ℓ/秒の流速で放出される。肺活量の少ない患者では、たとえ腹部と胸壁の筋肉が強くても効果的に咳をすることはできない。



刺激

吸気

圧縮

排出

咳を強くする

吸気を増やすことによって、咳の強さを高めることができます〔図25〕。
痰詰まりは肺炎とか無気肺など人工呼吸器からの離脱を妨げる最も大きな原因になっています〔図26〕。左の主気管支にボンと痰が1つ詰まっただけでも、あつというまに左肺はレントゲンで真っ白にみえるように潰れてしまいます〔図27〕。

気道内サクショニング(吸引)というものがありますが、気道内吸引をしようとしても、右に入りやすいのですが、左にはほとんど入らないと思います。むしろそんなことよりはよい咳をする、強い咳をすることが大事です。その最初のステップが、深い吸気(深吸気)、つまり深呼吸が得られるかどうかです。

深吸気を得て声門を閉じると、実は250センチメートル水柱(250cmH₂O)の圧が肺にかかります〔図28〕。そして声門を一気に開くことによってその圧が一気に出て咳になります。ですから、強い咳をするには、肺活量が1500ccを切った場合には、深吸気を最初にしてから咳をしたほうがよい〔図29〕。

この方も脊髄損傷の患者ですが、咳を強くするために救急蘇生バックでまず息溜めをしてから咳をしようとしています。実は、吐く筋肉も弱っていることが多いので、そういう時には吐く筋肉も補助してあげます。いろんなところに手を当てて、ゴホンとする時に押してあげる。これはその人その人にここを押せば強い咳が出るという場所がありますから探してあげてください〔図30〕。

これはハイリムック法〔Heimlich〕のような感じなのですが、そのままハイリムック法でいける人とハイリムック法ではなかなかうまく圧がでない人がいますので、うまい位置を探してください〔図31-35〕。「ピカチュー」はアメリカでも爆発的な人気がありますが、アメリカではまだポケモンカードを集めています。結構ロングに続いています。ピカチューの咳介助はこうなののでしょうか? もし何でしたら、頭でゴンとやっても良いでしょう(注:これはジョーク)。

咳の強さは、喘息でよく使うピークフローメーター〔呼気流速計〕で計ってあげてください〔図36〕。ゴホンとして唇から空気が漏れてしまう人はエアマスクでゴホンとしてください〔図37〕。自然の咳の強さと、ちょっとした徒手介助をしたときどれだけ上げられるかを測ってください。

深吸気を得たあとに徒手での呼気介助をして、それでどれほど強く咳ができるかを計ってください〔図38、39〕。〔図40〕の左が自然の咳で、咳の強さ(PCF)はかなり下のほうになっていますが、咳の介助をただけで咳の強さがあがるのが分かります(右側)。この黄色い線はPCFが160ℓ/分で、160を切ると風邪を引くとすぐ肺炎になると思いますが、右側のように介助するとほとんどの人は160以上になります。

これは神経筋疾患の患者さんなのですが、脊髄損傷では咳の介助するともっとこれより上がると思います。なぜかというと、脊髄損傷の方はそんなに喉頭機能が悪い患者さんは少ないので、介助すればPCFをもっともっと上げることができます。ですから神経筋疾患の患者でできることは脊髄損傷の患者はもっとうまくできます。深吸気も上手ですし、呼気介助も上手にできます。そうすることで気管切開チューブをさけることができるはずで

す。たとえば、左のほうは自然の咳で1250/分、これは2ℓ/秒ですが、それが3000/分つまり5ℓ/秒まで倍以上に増えます〔図41〕。

図45は北海道の当時5歳の脊髄損傷の患者ですが、気管カニューレを抜いたあとのことです(15頁)。1週間くらい咳介助に胸腹部圧迫が必要だった

32. 通常用いられる簡単な腹部圧迫



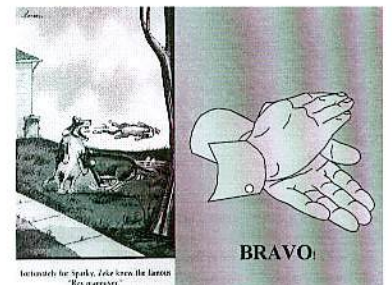
33. 他の例



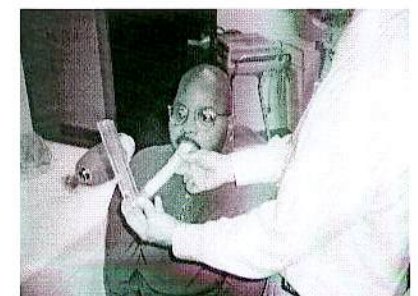
34. ピカチューも胸腹部圧迫で(?)ゴホン!



35. 手を使わない例 <ジョーク>



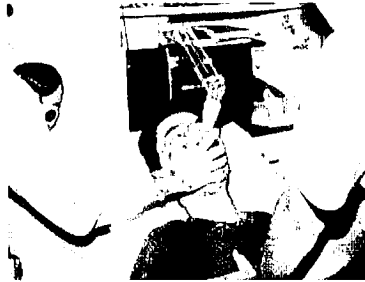
36. 補助なしの咳の流速は、咳をピークフローメーターに吹き込むことで測定される。



37. 唇が弱くてマウスピースをくわえられない場合、咳の最大流速はフェイスマスク経由で測定する。



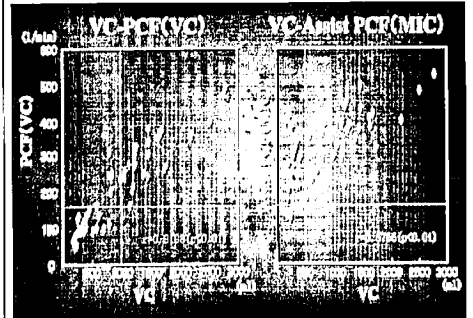
38. 介助による咳の最大流速の測定では、息溜めにより最大に膨張させ、声門が開くタイミングに合わせて胸腹部圧迫を行なう。そのときの介助による咳の流速は、ここに示すようなピークフローメーターで測定される。



39. 他の例



40. 徒手介助による咳では、咳の流速を160ℓ/分以上に増大させることが可能である。この流速が咳によって気道内分泌物を外に出すのに必要な流速の最小値である。

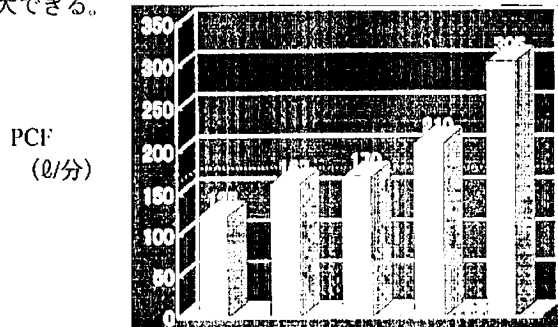


- 左：VC-PCF；最大呼気流速（肺活量）
右：VC-assist PCF (MIC)；介助咳（徒手介助による咳）の最大流速（最大強制吸気量）

42. 器械による咳の介助により、肺は通常35～50 cmH₂Oの圧力で大きく膨張する。その後、圧力は約-35から-50 cmH₂Oに落ちる。このことにより10ℓ/秒の呼気が生じる。腹部圧迫は陰圧相の間に行なう。



41. 一般に、咳の最大流速は秒速2リットル（120ℓ/分）から5ℓ/秒（300ℓ/分）に増大できる。



効果的な咳は160ℓ/分以上

カフマシンの適応を知るためのPCEF測定

- (左から) ①自然呼吸で自然な咳(125ℓ/分)、②NIPPVで自然な咳 (162ℓ/分)、
③MICで自然な咳 (170ℓ/分)、④自然呼吸で介助咳 (210 ℓ/分)、
⑤MICで介助咳 (305 ℓ/分) PCF：呼気の咳の最大流速

のですが、そのあと今は胸腹部圧迫が必要なくなって自分で痰が出せるようになりました。一時期ふさいだ直後はこういうことをしながら、どうしても出せない痰はカフマシーンという器械で一時期出して、そうしてこの方は気管切開チューブをふさぐことが出来ました。

この方は72歳の脊髄損傷の患者で、肺活量は200ccしかありません〔図43〕。彼は自発呼吸は無理なのですが気管切開チューブをとりました。彼は非侵襲的換気療法を24時間しております。しかし気管切開チューブをしていたので喉のところにかなりダメージを受けていました。食べるとどうしても誤嚥してしまいます。誤嚥はするのですが、経管栄養ということではなくて、とにかく食べて、3回飲み込んだ後は必ずカフマシーンをして誤嚥した分を取り除くということで、彼は食べ続けることを選びました。痰や食物残渣がマスクのところまで飛びあがっているのが分かると思います。

彼も脊髄損傷ですが、急性期に気管切開をされてそれを取り除きカフマシーンで排痰をしているところです。カフマシーンは深呼吸で40cmH₂Oまで上がりまして、それから急激に-40cmH₂Oまで圧が下がりますので、10ℓ/秒の流速が出ます〔図44〕。

この方は先天性の脊髄性筋萎縮症という脊髄の前角だけがやられる、病態としては脊髄損傷によく似ているものなのですが、2歳でもきちんと協力してカフマシーンを使って痰を出すことができました〔図45〕。

このようにして痰をとることで、吸引チューブを入れて気道を損傷するよりはずっとうまく痰がとれますし、先ほどのように右の気管支に入りやすく左がとりづらいということもなくて、両方均等に痰をあげてすることができます。

泣いたり嫌がって喉をぎゅっと締めない限り、カフマシーンは有効にできますので、2歳半でも嫌がったり泣いたりしないようにできれば協力してもらえればうまくできる人もいます。逆に、うんと小さい10ヶ月以下とかで特に抵抗しなければうまくできますが、それ以上になって4、5歳まで協力が得られない場合に使うことが難しいことがあります。

カフマシーンにちゃんと協力できるようになれば、肺炎になったり呼吸不全になる心配はほとんどなくなると言えます。

先ほどの酸素飽和度が95%以下になった患者は、徒手による介助咳（アシステッドコッホ）あるいはカフマシーン（カフアシスト）によって痰を出してあげさえすれば、肺は健康な状態に保つことができます。

このような患者に酸素を上げる必要はまったくないのですが、きちんと痰を出してあげて酸素飽和度が95%以上になって肺炎になっていることはまずありません。

これは皆さんよくご存知のクリストファー・リーブですが、これは台湾の新聞で紹介されたものです〔図46〕。いわゆる普通の吸引ではなく、カフマシーン（カフアシスト）を使ってチューブからの吸引をしたところです。彼はもし気管切開チューブをしていなければ、もっともっと呼吸器からの離脱時間があると思うのですが、むしろ気管切開チューブがあることで呼吸器への依存を強めてしまっていると思います。

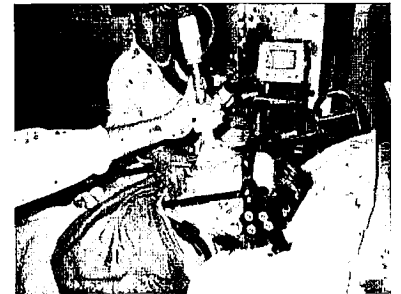
これは理学療法士の方がよくご存知だと思いますが、いわゆる胸部のパーカッション（叩打）をすることで痰を動かす方法〔図47〕、姿勢排痰（体位ドレナージ）もよくご存知だと思います〔図48〕。

これはかなり高い治療法になってしまいますが、胸部の外からバイブレーション（振動）をかけて、痰を動かす方法や、ハイアックオシレータといって、胸部をバイブレーションするもの、中のほうからパーカッションしたエアを送って痰を動かすものなどの器械があります〔図48-52〕。今紹介し

43. 気道分泌物とその他の飛沫が飛び上がり、気管切開チューブを抜去したこの72歳の脊髄損傷患者のフェイスマスクに吐き出されている。患者の肺活量は200ml未満で、人工呼吸器を外して自発呼吸する能力がない。患者は持続的な非侵襲的換気に切り替えられた。



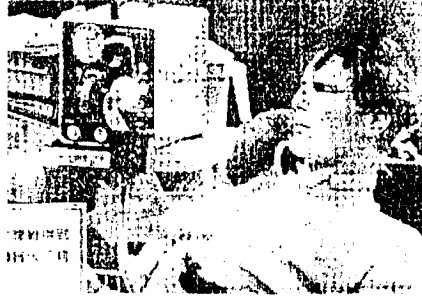
44. 彼は自発呼吸する能力がないのに気管切開チューブを抜去したC2四肢マヒ者である。チューブが挿管されていたため、患者には気管切開口閉鎖まで約1週間、多量の気道分泌物があった。この期間中、患者の気道分泌物を除去するためにカフアシストによる器械的介助咳に依存した。われわれは100名以上のSCI人工呼吸器使用者から抜管し、非侵襲的換気に切り替えた。



45. 積極的にカフアシストに協力してくれた北海道の2歳半の患者。



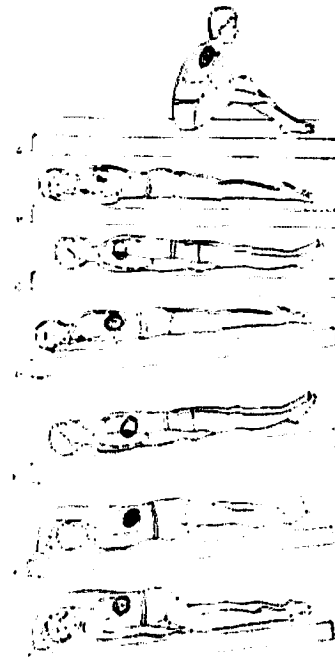
46. これは、気管切開チューブの抜管に応じていたら、人工呼吸器を外して自発呼吸できたであろう男優（C.リープ）であるが、より効果的にかつ楽に分泌物を除去するためにチューブによるカフアシストを使用している。



47. 胸部パーカッション

- ・ 胸部パーカッション（叩打法）は、低酸素症や不整脈の原因となることがある。
- ・ 叩打する頻度は100～480回。

48. および体位排痰法（体位ドレナージ）は有用ではあるが、介助咳に代わるものではない。【○印が痰が貯留しているところ】



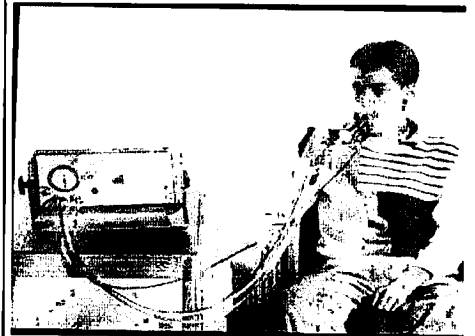
49. 同様に、ベストで速い振動を加える器械（ThAIRapy Vest）



50. チェストシェル下にサイクリックに振動を与える器械（ハイアックオシレータ）



51. パーカッション器械



た器械は2万~4万ドルくらいのものですが、カフアシストはその10分の1くらいでできる方法です〔図53〕。

肺胞換気を維持する

CO₂も皆さん、動脈血液ガスだけでモニターをされると思われるかもしれませんが、呼気ガスで鼻のカニューレから非侵襲的にモニターすることができます。パルスオキシメーターは皆さんよくご存知ですね〔図54〕。

先ほど酸素飽和度が95%以下になる原因の最後の1つを言っていないでした。1番目が換気の不十分、2番目が痰、3番目が肺の実質が肺炎など病気になっていること。

呼吸機能検査をいわゆる検査室でする代わりに、この簡単な流量計〔ハロースケールなどのスパイロメーター〕でいつでもどこでも肺活量ををはかることができます〔図55〕。大事なことは、座位の時、横になっている時など、姿勢を変えてモニターすることです。(横になったときに肺活量が結構下がりますので、特に寝ているときに吸気が下がる可能性があるということは、座位だけではわかりません。)

それと、これでこまめに肺活量を測ると、装具が合っているかどうかわかります。よい装具は肺活量が増えていますが、合っていない装具の場合は、肺活量が減って横隔膜の動きが悪くなっていることもあります。また、ハロースケールなどスパイロメーターでは、深吸気を測ることができます。

咳の強さをピークフロメーター、これはいろいろなメーカーから出ていますが、それで吸気・呼気の介助をしているときとしていないときの両方を測ります〔図56、57〕。

もう1つ大事なことは、普段の換気を正常に保つことです〔図58〕。横隔膜が弱っているということは、この図59の馬にたとえられると思います。横隔膜が一生懸命に動いて息をしてそのまま休ませないでいると、そのうち馬は倒れてしまいます。人工呼吸器はこのピックアップトラック(レースから遅れすぎた者を引っ張り上げる)のようなものだと思います〔図60、61〕。夜、人工呼吸器を付けて休ませてあげると、日中になるとちゃんと自力で息ができるようになる〔図62〕。

結局、もし気管切開していなくて夜間、きちんと吸気筋を休ませてあげると、日中はちゃんと吸気をすることができます。

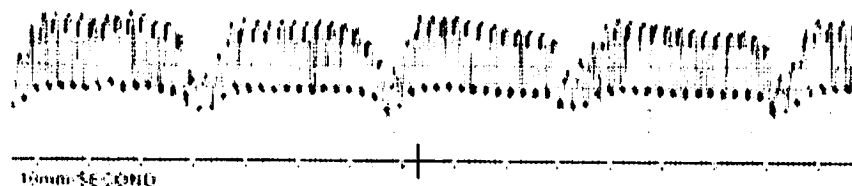
気管切開チューブ使用による弊害

ではどうして皆、気管切開チューブをしたらいいとはならないのでしょうか〔図63〕。実は気管切開チューブをしている患者の70%以上では、気道の狭窄が起きてしまいます〔図64〕。気管切開チューブの使用は危険な合併症をたくさん持っています。せっかく命を救うために気管切開チューブをしているのに、結構危険な合併症がいくつもあり、それによって命を落とすことが少なくありません〔図65〕。

気管切開した患者はよく24時間の人工呼吸器依存になっているのはご存知だと思います。どうして24時間依存になってしまうのでしょうか。

24時間の人工呼吸器依存となった患者の気管切開チューブを抜くことによ

52. 胸部を振動させるが、介助咳に代わるものではない。



グラフは横軸が10mm/秒ごと、縦軸はcmH₂Oで0~20程度の波形を示している。

53. ハンドヘルド胸部バイブレーターは有用で他の装置よりはるかに安価である。



54. 患者評価は、呼気終末炭酸ガス分圧 (EtCO₂)の測定から始め、



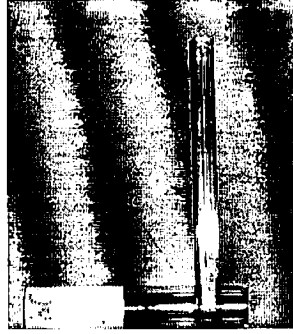
55. 次に酸素飽和度測定を行う。



56. スパイロメーターは座位と仰臥位の患者の肺活量を測定するために使用され、この両位置での最大通気量を測定するのに使用される。



57. 介助なし咳および介助咳の最大流速をピークフローメーターで測定する。



58. 呼吸治療における第3の目的は1日24時間、肺胞換気を維持することである(参照:スライド15番)

昼も夜も正常な肺胞の換気を維持すること。

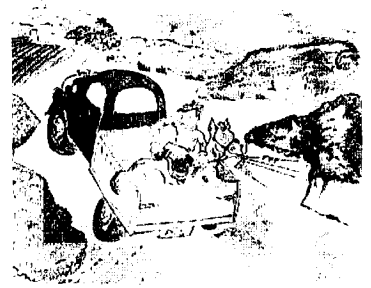
59. 疲労した横隔膜はこの疲労した馬のようなものであり、



60. 休まなければ動けなくなってしまう。



61. 人工呼吸器はこのピックアップトラックのようなものである。

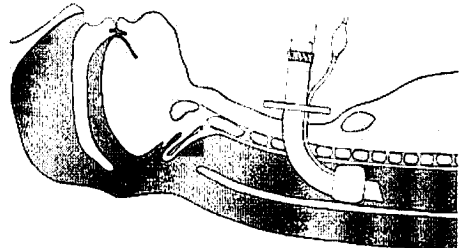


62. 夜間の休息により、横隔膜が日中よく機能することを可能とする。



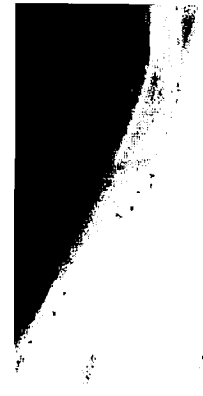
63. どうしてこれらの患者全員が気管切開チューブを使用すれば良いということにならないのか?

TRACHEOSTOMY



気管開口術

64. 一つには、気管切開チューブ留置者の20~70%が気管狭窄症を発症するからである。



り、その人たちが夜間だけ非侵襲的人工呼吸を行うだけで、日中は自分で自発呼吸を保つことができるようになります〔図66〕。

気管切開をしていると、どうしても過換気になってしまって、CO₂が低く保たれないと気がすまないという状況になってしまいます。なぜなのかはいまだよくわからないのですが、気管切開をすると、「もっともっと空気がほしい」「もっともっと換気をたくさんしてほしい」という要求が患者から出されるようになります。それに応じているとどんどん過換気になってしまって、ちょっとでもチューブを人工呼吸器からはずすと、その過換気を自分では維持することができなくて、すぐに人工呼吸器に戻してくれということになります。気管切開チューブを取り除いて非侵襲的換気法にした場合には、上のグラフのようにCO₂は正常化します〔図66〕。

もう一つ、気管切開で24時間人工呼吸器依存になる理由は、気管切開チューブが分泌物を増やし、それで苦しくてずっと換気を要するということになります。こうして、人工呼吸器をずっとしていることによって横隔膜のデコンディショニング、いわゆる廃用性萎縮を起こしてしまって、自分で横隔膜で息をすることがさらに弱まってしまいます〔図67〕。

もし、1度肺炎や呼吸不全になったからといって、もし家に酸素を持たせて帰すようなことをすると、次に肺炎になった時にはもっと悪い状態になりやすくなります。

気管切開チューブをされた患者と24時間の非侵襲的換気療法をした患者を比較すると、気管切開した患者のほうが急に呼吸不全になって病院に来ることが多いです〔図68〕。

非侵襲的換気療法の事例から

体外式の陰圧人工呼吸器、これは夜間補助のみに有効であり、閉塞性無呼吸を発症させることから使用すべきではないでしょう〔図69〕。

この患者は脊髄性筋萎縮症の最重度のタイプの方ですが、もう生後4ヶ月のときからずっと鼻マスクの人工呼吸器を24時間して今10歳になります。

彼は4ヶ月のときに鼻マスクを導入するとき以外は、ずっと体外式陰圧人工呼吸器は、したことはありません。

これは体外式人工呼吸器のもう1つのタイプですが、お腹の帯状の袋に空気が出入りし横隔膜を動かして換気するものです〔図71-72〕。

彼はまったく自発呼吸ができず肺活量もゼロですが、マウスピースをして換気しながら、奥さんはお腹のところにボディ・ベンチレーターというものを巻きつけているところです〔図70〕。このエアの入る袋がまわりの紐で固定されます。空気が入ってくると袋が横隔膜を押し上げて息が出て行って、空気が出て行くと横隔膜が下がって、空気が患者の肺に入っていきます。

患者は自発呼吸がまったくできなくても、日中座位になっているときはこのようにボディ・ベンチレーターで換気ができます。そうすると服の下に隠れてしまうので、誰も呼吸器を使っているとは気づかない状態で使えます〔図73、74〕。

彼は脊髄損傷の患者ですが2年間気管切開をしていて、その間は2年間ずっと24時間の人工呼吸を必要としていました。今はもう日中はボディ・ベンチレーターで夜間はリップシールを使っています〔図73〕。

マウスピースの起源は1530年のイタリアで、ふいごを使って口のところで換気を補助したのが始まりです〔図75〕。このように換気すると、当然下がっていた酸素が上がって、上がっていたCO₂は下がると思います。

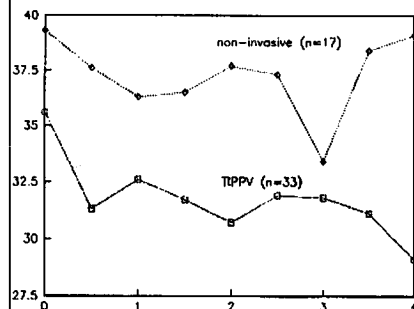
たいてい患者は、換気が足りなくなると一生懸命努力して呼吸を補助し

65. 長期間の気管切開チューブ留置に起因する多くの致死合併症のほか、理解すべき重要事項は、これらの気管切開チューブが病原菌によりコロニーを形成し正常な咳を妨げること、患者が持続的に換気支持に依存すること、さらに気管切開チューブに起因して気道分泌物が生じ、従来の方法として、吸引カテーテルを切開チューブに通して吸引すると、この気道分泌物が気道を降下して肺の奥にまで入り込むことである。吸引によって繊毛が剥脱され粘膜繊毛拳筋が破壊される。チューブと細菌は慢性炎症、肉芽形成を引き起こし、気道は感染しやすくなる。

気管切開に起因する合併症

切開術時：不整脈、出血、縦隔・皮下気腫
 急性および慢性：院内肺炎、慢性化膿性気管支炎を伴う細菌コロニー形成、吸気加湿が必要、気管食道瘻、敗血症、膿瘍、蜂窩織炎、気胸、肉芽、出血、気管狭窄、気道潰瘍、吸引の必要性、喉頭および嚥下障害、コミュニケーション障害

66. 気管切開チューブにより換気される患者もCO₂減少で過換気になり、人工呼吸器依存が増える。患者が気管切開チューブ換気から非侵襲的陽圧人工換気に切り替えるとCO₂は増えて正常に戻る。通例、患者の呼吸器の離脱を行い、夜間のみ呼吸器使用できる。



非侵襲的呼吸法(17人)とTIPPV(33人)の経過比較

横軸：年数

縦軸：現在のPaCO₂ (mmHg)

67. 気管切開チューブ留置者は、また呼吸筋の廃用性萎縮を起し、気道分泌物増加は人工呼吸器を外しての自発呼吸を妨げる。

「チューブによる機械的な換気は横隔膜の収縮性を減少させる」

(Le Bourdelles et al. *Am J Respir Crit* 1994;149)

68. 気管切開チューブを挿入した人工呼吸器使用者は、(たとえ、持続的に非侵襲的換気を必要とする場合であっても、) 非侵襲的換気の使用患者よりも入院率が高い。

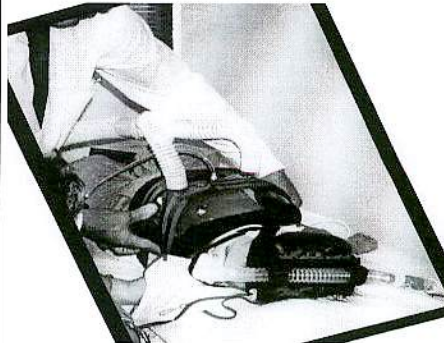
在宅人工呼吸器使用と酸素療法における肺炎による入院率の比較 (期間)

- ① 在宅で酸素療法を行なった場合 (p<0.001)
 - ② 初期呼吸促迫後に治療を受けなかった場合 (p<0.001)
 - ③ 気管切開下または非侵襲的にIPPVを行なった場合 (p<0.001)
- の順で、肺炎による入院率が高かった。

24時間非侵襲的IPPV使用者は肺炎による入院率が最も低かった (p<0.001)。

* 酸素療法はIPPVの代用として有効とはいえない。非侵襲的IPPVは24時間安全に使用できる。

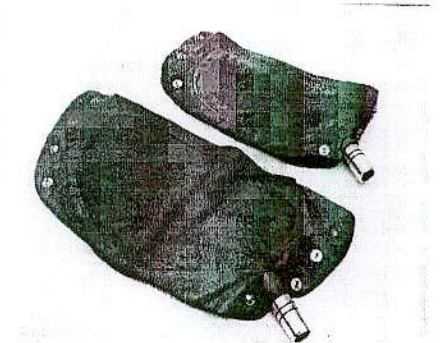
69. 体外式陰圧人工呼吸器は、肺の換気を行うため胸部に陰圧をつくる装置である。この人工呼吸器は夜間換気補助のみに適用されるが、呼吸筋の最適休止を可能としないような閉塞性無呼吸を発症させる。したがって今後使用には慎重であるべき。



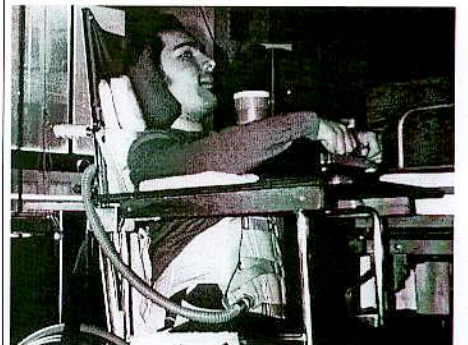
70. 依然として有用とみなされる体外式呼吸器は間欠的腹圧式呼吸器、すなわちニューモベルト (neumobelt) である。この患者はニューモベルトを装着しようとしている間、マウスピースにより持続的間欠陽圧換気を受けている。



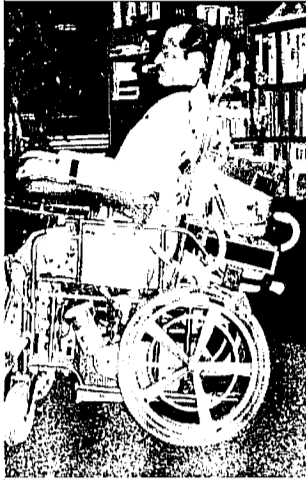
71. エアサックがベルトの中に入っている。



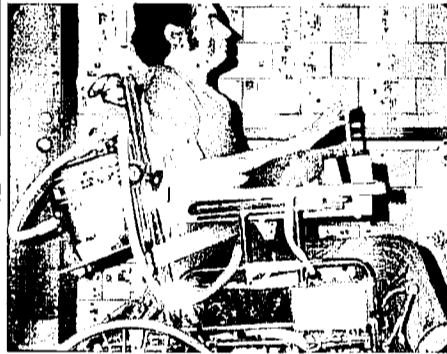
72. サックは車椅子の背に装備された陽圧呼吸器から空気を補給されている。ニューモベルトは患者が座位にあるときだけ機能する。サックが膨らむと、腹部器官を横隔膜に押し上げ、横隔膜は上方に動いてベルト使用者に強制呼気をさせる。サックが空になると、重力により横隔膜は下がり吸気は受動的にされる。



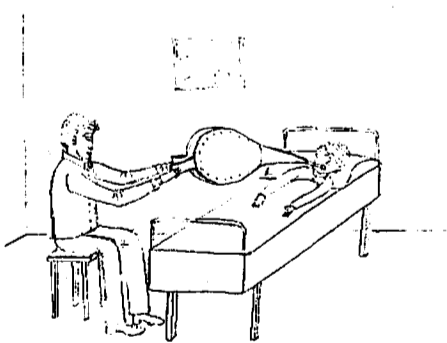
73. この脊髄損傷患者は2年間気管切開チューブを使用した。患者は持続的に換気補助を必要としている。患者はチューブを外している間に、気管粘液閉塞のために2度の呼吸停止を起こした。患者はチューブを抜去して、日中は換気補助のためニューモベルトを使用し、夜間はマウスピース換気を受けている。この患者は上手な舌喉頭呼吸者でもある。



74. ニューモベルトは衣服の下に装着するので、マウスピース、鼻インターフェイス、頸部の気管切開チューブから換気を受けるよりは外見がいい。



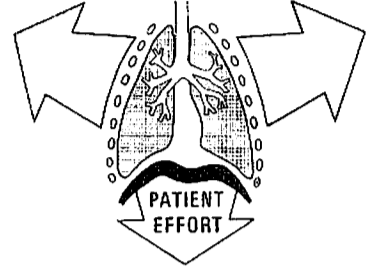
75. 煙突ふいご (chimney) によるマウスピース換気は1532年にParaselusにより初めて使用された。



76. 呼吸筋の弱い患者は、短時間強く呼吸することにより肺胞換気を正常化することができるが、これを続けると疲れてしまう。疲労、高炭酸ガス血症、酸素飽和度低下を避けるため、マウスピースを通して必要とされる量の空気を吸入する。

ALVEOLAR HYPOVENTILATION

COMPENSATED BY



77. 空気は簡単なマウスピースを通して送られる。



78. この患者は47年間持続的にマウスピースIPPV (間欠的陽圧換気)を使用した。



て、換気をアップすると思います。これは少しの時間はいいのですが、長くなると疲れて結局換気を維持できなくなります〔図76〕。もしそうして疲れてきてしまうのなら、そうするよりか、マウスピースを加えて酸素飽和度が95%を超えるまで深呼吸をしてはいかがでしょうか。

マウスピースの使い方は人によってさまざまですが、1分間に2、3回吸う人もいれば5分に1回吸う人もいれば、あるいは日中30分だけこれをしてあとは疲れないでいる人もいますでしょう〔図77〕。

起きているときであれば酸素飽和度が95%を下らないように、自分で好きなように換気補助をすればよいでしょう。

この患者は自分で車椅子にマウスピースをセッティングしておけば、自分で好きなときにいつでも深呼吸をすることができます〔図79〕。彼女は自分で呼吸はできないのですが、40年これをやっています。

彼女は電動車椅子の操作をチンコントロールとマウスでやって、苦しくなるとマウスピースで換気補助をしています〔図80〕。この患者も気管切開チューブをすることは必要ないと思います。

この方はほったまたはチンコントロールでの電動車いす操作とマウスピースを併用できます。

この方は電動車椅子にテレホンホルダーでマウスピースをセッティングしています〔図81〕。

もしマウスピースをくわえていて、たまたま昼寝をしてしまったときには、エアが漏れて酸素が下がってCO₂が上がるといいます。でも患者はマウスピースを落としてしまうということはありません〔図82、83〕。

ただ、中には酸素飽和度がかなり下がってしまう人もいます。どうしてもマウスピースではエアリークして酸素が下がってしまい重症になる人はリップシールを使えばよいと思います〔図84-86〕。

これによって寝ていたとしても酸素飽和度はずっと正常に保つことができます。

これは新しいタイプのインターフェースですが、まったくベルトもなしでこれを口に入れてリップシールのように使うと、リップシールと同じ効果があります〔図87〕。

このオラクルというマスクは、舌に当てる部分が付いているのですが、意外とこれはじゃまなので患者によっては切ってしまっています〔図89〕。

どうしても市販のものがあわない人はカスタムメイドで、その人に合った型どりをしてリップシールを作る人もおります〔図101-108〕。バイトプレート〔咬合床〕をもったタイプですね。特に固定にはベルトは必要ありません。

彼は1953年に脊髄損傷になりまして、1982年に初めて呼吸不全ということで呼吸器内科を受診しました〔図93〕。この方は呼吸不全ということで20回ほど気管内挿管をされていました。また、ネガティブタイプ、つまり陰圧式人工呼吸器を使ったりしていました。陰圧式だと上気道が閉塞してしまうので、夜間に何回も閉塞性の睡眠時無呼吸を起こしていました。そして6年間に9回も気管内挿管をされていました。

それからようやく彼は私のところを訪れました。そのときに、O₂が低くCO₂が高いということが、日中も夜間もあることがわかりました。彼はリップシールを使うことになったのですが、リップシールの一番の問題は、何かあったときに自分ではずせないと危険ということです。しかし、彼は何とか腕を曲げることができるので、それで仕掛けを作り、苦しくなって排痰をするとかしゃべりたいときには、じぶんではずせるように工夫しました〔図

79. この患者は電動車椅子の呼気コントロールに近接して設けられたマウスピースを使用して、51年間持続的にマウスピースIPPVを使用した。



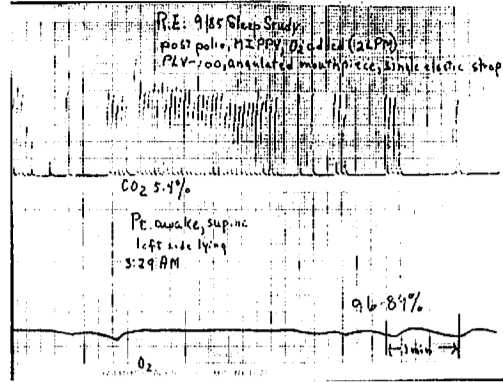
80. この患者は電動車椅子のチン(顎)コントロールに近接して設けられたマウスピースを使用して、48年間持続的にマウスピースIPPVを使用した。



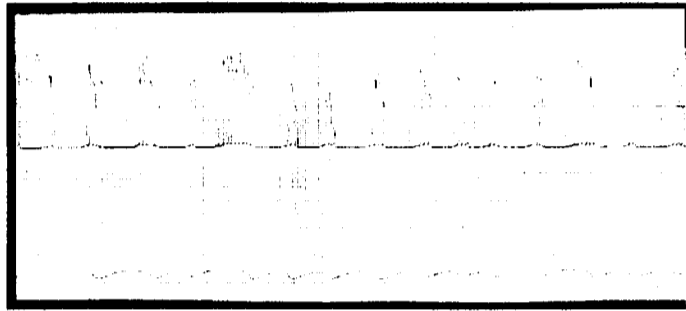
81. この患者は18年間持続的にマウスピースIPPVを使用している。患者はマウスピースを口の近くに持っておくため電話ホルダーを使用している。



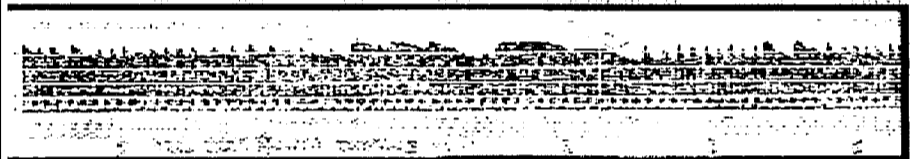
82. 患者がマウスピースを口に入れて眠っている時は、空気漏れが多すぎてCO₂は増加する。



83. これが引き金となって、脳が働き反射活動で空気漏れを止める。補助換気が再び有効的となり、血液ガスは正常化する。



84. この結果「のこぎり歯状」パターンの酸素飽和度低下が起きる。



85. 酸素飽和度低下のなかには重大なものもある。



86. その解決方法はベネット式リップシールの使用である。



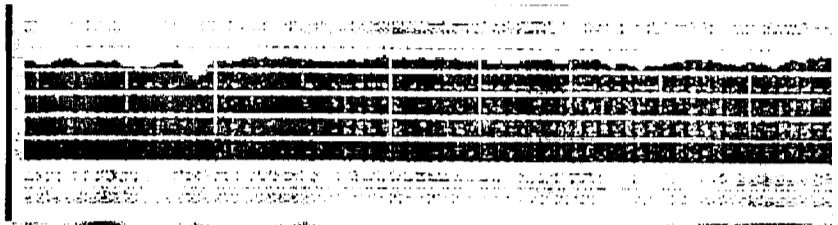
87. これにより口からの空気漏れは防止される。



89. 新式リップシールはオラクルのもの。



88. 肺胞換気は睡眠中に有効である。



90. 現在その評価を行っているところである。



93. この脊髄損傷患者は自分の肘を曲げて、



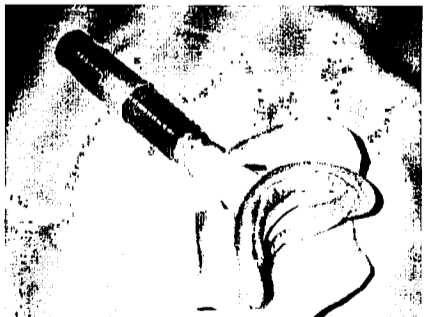
91. アクリル製のリップシールは歯にぴったり合わせることができ、



94. リップシールを着脱することができる。



92. 口の周りをぴったり覆うことができる。



94)。リップシールを使うようになってからは、もう10年間入院をしていませんし、もちろん気管内挿管もしていません。日中はマウスピースを使って彼は深呼吸もしています。

この患者は気管切開チューブをしていたのですが、病院ではどうやって人工呼吸器から離脱しようかと6ヶ月間やってきました。ある病院では6ヶ月間、人工呼吸器からまったく離脱できず気管切開だといわれていたのですが、私のところに来たときにはすぐに気管切開カニューレを抜いて鼻マスクの人工呼吸にしました〔図95〕。

もちろん、鼻マスクの人工呼吸はマウスピースと同様の効果があります。でも鼻の形は人さまざまですから、たった1つのマスクで全員にそのマスクがフィットするとは考えないでください〔図98〕。

いろいろなマスクがあります。特に赤ちゃんではいいマスクがないので、これは私のところで工夫して作ったマスクを使用している方々です〔図99〕。市販のマスクがどうしても合わない方はかたどりしてこのようなマスクを作製しています。

エアリーク(空気漏れ)への対処法

このフランスの患者さんは鼻マスクでどうしても口からのエア漏れがあるというので、バイトプレートでエア漏れを防ごうとしているところです。有名な先生ですが、バイトプレートの周りからエア漏れがあってもうまく防げません〔図109〕。

彼女はインド人のCOPD、つまり慢性閉塞性肺疾患の患者です〔図110〕。彼女は酸素をまず必要としています。しかしCO₂もすごく高くなってしまっていて、結局人工呼吸も必要であることがわかりました。呼吸器内科の医師は、鼻プラグの人工呼吸器をして口からのエアリーク〔空気漏れ〕を防ぐために一生懸命テープで塞ごうとしています〔図111〕。このテープは15分くらいで取れてしまってあまり効果がありません。どうしても鼻マスクで口からのエアリークが問題になる人は、あのように口の周りをがちがちにテープでするより、リップシールを使ったほうがよいかもかもしれません〔図112〕。

気管切開というのは異物が首から気管に入っていくということです。

もうあまり気管切開をしないようになると思います。本来は気管切開をされなくなるべきなのですが、医師たちがそれをし続けている、というのが現状になってしまっています。医師たちがこのような方法を学んでくれない、ということが問題ではないかと思います。

特に睡眠時だけに換気補助が必要な方には、気管切開ではなくてもよいところがたくさんあると思います。肺胞低換気、いわゆる換気不十分になって最初に必要になるのは、睡眠時の呼吸補助だけなのです。症状があれば使えばよいし、症状がなければ使わなくてもよいということで、このような基準〔図113〕ではなくても、「症状があったら使う・なければ使わない」という簡単な基準でもいいのではないのでしょうか。

睡眠ポリグラフのいろいろな数字を見たり解析したりすることはそれほど重要ではありません。私たちは患者をみているわけで、患者をみることによってその適応は十分にわかるのではないのでしょうか。

せっかく鼻マスクを使いたいのに、市販のものが合わないときに、どんなものを作るかをちょっと紹介します。型どりをしてこのように鼻の周りを覆って鼻マスクの人工呼吸をすることができます。でもNPPV療法の初期(1980年代)には作っていましたが、作るのが大変なので、今は市販でも

95. この患者は抜管して日中はマウスピースを通して送られる持続的非侵襲的換気に、夜間は鼻インターフェイスに切り替えられた。



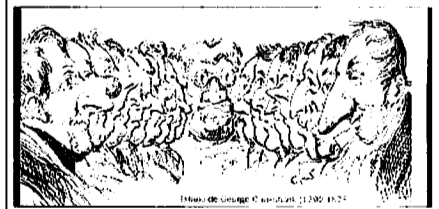
96. この多発性硬化症患者は人工呼吸器からの離脱前に、100mlの低肺活量で4日間持続的な鼻マスク換気が必要であった。



97. この患者の平均酸素飽和度は自発呼吸の睡眠中に55%、鼻換気を使用して95%であった。



98. 人の鼻の形はそれぞれ違います。いろいろな型の鼻インターフェイスを使用することが大切である。



99. 年齢が6ヵ月未満の幼児に対する市販のCPAP用鼻カニュラを改造した鼻インターフェイスである。



100. 理想的なインターフェイスは空気漏れがなく快適で手入れを要しないものでなければならない。

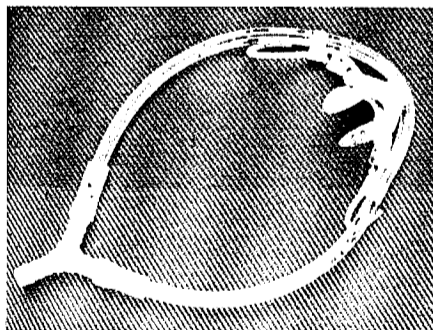


- 理想的なインターフェイス
・ リークが自由であること。
・ 快適であること。
・ 管理しやすいこと。

101. これらは特注の鼻インターフェイスの見本である。



- 102.



- 103.



- 104.



- 105.



- 106.



107.



108.



109. 医師は重篤な脊柱側弯症患者であるこの鼻マスク換気使用者のために、口にバイプレート（咬合床）を押し入れることで口からの空気漏れを減らそうとしている。しかし、これはうまくいかない。



110. これは慢性閉塞性肺疾患患者である。酸素を必要とするほか、鼻マスク換気を必要としている。



111. 医師は患者の口をテープで閉じて口からの空気漏れを防止しようとしている。これもうまくいかない。



112. それなら鼻は使用しないで、マウスピースとリップシールを通して換気する方がはるかに実効的で有効的であろう。



113. これらは夜間の鼻マスク換気の適応について述べたものである。それは重要ではない。症状のある患者は鼻マスク換気を使用し、症状のない患者は使用しないということが良いのではないのでしょうか。大切なことは風邪の間に呼吸不全の悪化を防止することである。

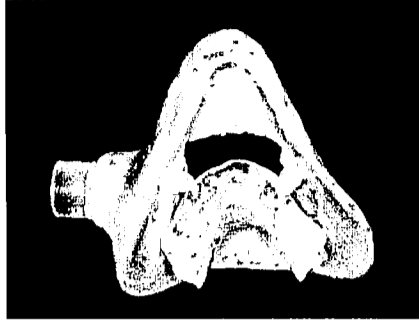
鼻マスク換気導入開始の基準

- ・気管切開より早く導入して良いが、早すぎても発達面で好ましくない
(Make BJ. *Neuromuscular Disorders* 1991;1:229/230)
- ・M/NIPPVの歴史が米国より10年古い欧米でも、やや早い基準から遅い基準までである。

§ 米国 (Bachら、1994年)

- (1) 病気の進行のスピードが速い場合
- (2) PaCO₂かEtCO₂最高値が50mmHgを超える高CO₂血症を認める場合
- (3) SaO₂平均値が95%未満になる場合
- (4) CAH症状を認める場合
(Bac JR. et al. *Respiratory Care*. 1994;39:515・531)

114. NPPVのためのストラップのない口鼻インターフェイスを作成することはできるが、必要とされることはまれである。



115.



116.



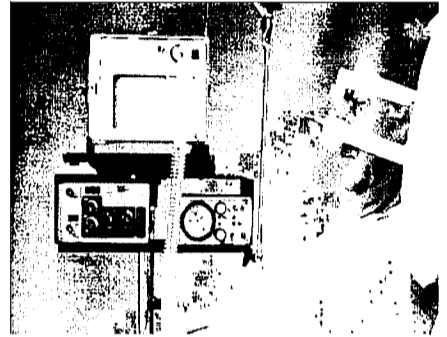
117.



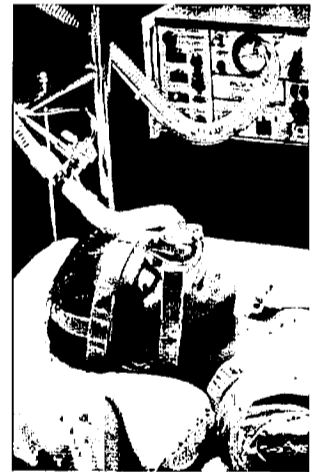
118.



119. バイレベル気道内陽圧換気は、協力が難しい幼児、および発話・嚥下あるいは息溜めのできない筋萎縮側索硬化症 (ALS) 患者に適応となる。



120. しかし、従量式人工呼吸器は、いつでも息溜めができるため他のすべてのSCI患者および神経筋疾病患者には最適である。



121. 徳島のロックグループDMD (Dream Music Directory)である。その演奏者のうち3名は日夜、非侵襲的換気を使用した。

Dream Music Directory



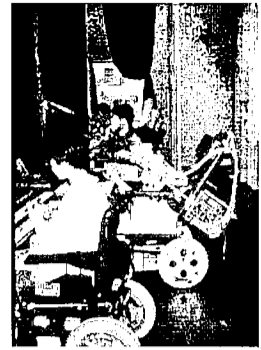
122. これは気管切開後に死亡したDMDの歌手マコトである。現在ニュー・ジャージー州と北海道では、気管切開はいずれのデュシェンヌ型ジストロフィー患者にも必要ではない。



123. ライブ演奏中のDMDである。



- 124.



125. 咳が弱くなり介助咳の最大流速が270 l/分を下回るまで減少したときは、患者は家庭にパルスオキシメーターを配備することが必要である。患者は従量式人工呼吸器とカフアシストを使用する必要がある。患者には、酸素飽和度が95%を下回った時にはいつでも、1) 低換気 2) 気道粘液貯留が原因でなっており、また、これらの問題が適切に処置されない場合には、患者は呼吸不全に陥ることを教えておく必要がある。

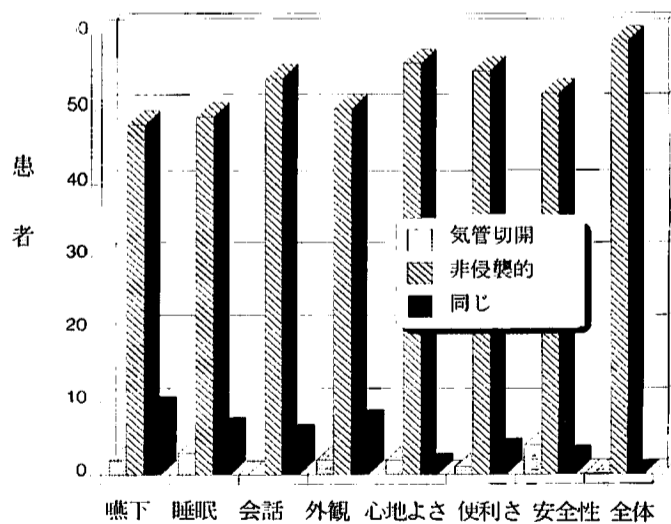
外来患者プロトコール

特に、風邪を引いたときは酸素飽和度 (SpO₂) が常に94%を上回るように保つ。

どのように? 器械式介助咳 (MAC)と非侵襲的換気療法によって行なう。

酸素飽和度 (SpO₂) が95%を下回った場合、低換気、気道粘液貯留、あるいは肺炎を併発していることがある。

126. 抜管し、持続的な非侵襲的換気に切り替えた患者全員が、安全性、快適さ、外見、発話、嚥下等すべての理由により非侵襲的換気を好む。



リップシールのいいものを使ったほうがよいかもしれません〔図101-108〕。

非侵襲的換気療法の2タイプ

非侵襲的換気療法には2種類あって、バイレベルタイプの従圧式のもの(バイパップ、BiPAP)と従量式で鼻マスクを行うIPPVとがあります。バイパップはある圧まで空気を送るものです。ただ、これは呼気弁がないので、呼気の再呼吸を防ぐためにコンスタントにエアが流れています。そうすると、横隔膜が弱っていたり呼吸筋の弱った患者には、吐くときにもエアがきてしまうので、けっこう吐きづらい、苦しいと感じる方がいます。それとバイパップですと、先ほどの息溜めとか深呼吸が得られません。

しかし、喉咽頭機能が非常に悪いALSの患者とか、指示に協調できないお子さんの場合は、バイパップの方が都合がいいこともあります〔図119〕。また、息溜めの機能をほとんど持たない患者はバイパップでいいと思います。

でも脊髄損傷の患者は喉の機能が非常によくて、息溜めがよくできるわけですから、どちらかというバイパップタイプよりは従量式人工呼吸器のほうが有用ではないでしょうか〔図120〕。これはクリストファー・リーブも気管切開で使っていて皆さんにはおなじみの従量式人工呼吸器ですが、これは鼻マスクでも使えますし、息溜めができます。

これは徳島の患者でDMD(ドリーム・ミュージック・ディレクター)というロックグループです。「デュシェンヌ・マスキュラー・ジストロフィー」(デュシェンヌ型筋ジストロフィー)のDMDをもじってバンド名をつけたとも考えられる患者グループです〔図121-123〕。マウスピースで空気を得て、歌っています。風邪を引いて痰が出てきたりしないかぎり、皆さん心配なく活動できると思っていました。

指標は酸素飽和度95%以上

風邪を引いて、パルスオキシメーターを付けて、酸素飽和度が94%を切るようであれば、きちんと痰を出して酸素飽和度を95%以上に保ってあげれば大丈夫です。普段は睡眠時だけ人工呼吸をしている方は、風邪を引いたときだけ24時間人工呼吸をつけたほうがよいでしょう。

人工呼吸を従量式で行っている場合には、息溜めを自分で呼吸器を使ってできますので、それで咳を強くして痰をきちんと出すことができます。

図125は、少なくとも1ヶ月以上気管切開をしてから、気管切開チューブを抜いて非侵襲的換気療法に代えた患者の150人のサーベイです。患者に「あなたは気管切開と非侵襲的換気療法とどちらがいいと思いますか」、たとえば、食べること、睡眠、会話、外見、快適性、簡便性、安全性、そして総合判断ということで聞いてみました。

これを見てわかるように、ほとんどの方は非侵襲的換気療法のほうを好まれます。非侵襲的換気療法の患者は、「もし気管切開に戻るということであれば、もう命を諦めたほうがよい」と言う方が多いです。

さらに多くのことを知りたいという方は、私のホームページをご覧ください。

[<http://www.doctorbach.com/>]

質疑応答

呼吸器依存傾向について

***Q** (居宅事業所責任者) : 在宅の訪問リハビリをしています。50代から70代の4名ほど呼吸器の患者がおります。全員が気管切開をしています。皆さんは呼吸器をはずしても自発呼吸できるのですが、いわゆるオーバーユース (呼吸器依存過剰) というか、自発呼吸を保つのも必要なのだけれど、逆にオーバーユース症候群を起さないかということについて、バック先生はどうお考えですか。ALSの場合ですと呼吸器をはずした場合に呼吸筋の疲労も懸念されます。また高位頸髄損傷の患者もいますが、彼らにも努力呼吸をさせることでオーバーユースを早めてしまうのではないかという恐れも持っています。

バック : 先ほど述べた気管切開すると24時間の人工呼吸器依存になりやすくなる原因をもう一度みていただければわかると思います。CO₂が下がり気味になって、理由はわかりませんが、CO₂が下がったところでしか患者は満足できないようになってしまうのです。それはいくら外からコントロールしても患者側からは「もっと、もっと」ということになって、それを止めることは難しいのが現状だと思います。

石川 : ALSの患者の場合はわからないのですが、SCI (脊髄損傷) の患者は気管切開チューブを抜いてあげることができれば、本当にオーバーユースから離脱させてあげることができるのではないのでしょうか。

呼吸補助筋訓練の効果について

***K** : 私は大学のリハビリテーション科の医師ですが、何例か高位脊髄損傷の患者の離脱 (ウィーニング) にトライしてきました。私どもは横隔膜の動きをまず評価します。横隔膜が有効な動きを得られなかった場合に、上部胸郭の呼吸補助筋である胸鎖乳頭筋、僧帽筋などのトレーニングを積極的にやっていますが、そういったことはバック先生もやられるのでしょうか。

バック : 呼吸補助筋を使うのはけっこう疲れるので、「ちょっと頑張れそうなので離脱訓練しましょう」ということは無理かと思います。もし仮に一時的に呼吸補助筋で離脱した後は、ガクンとだめになることが多いのではないのでしょうか。ですから、それはたぶん難しいと思います。もし患者の年齢と肺活量がわかれば教えてください。

***K** : それほどたくさんの症例を扱っているのではないですが、だいたい成人で肺活量は250ccくらいあります。

バック : もし成人で300~500ccの肺活量があれば、たいていは夜間だけの人工呼吸になるはずですが。300ccを切っていると日中の離脱も難しいのではないのでしょうか。

ただ、気管切開チューブをしている患者の場合、気管切開チューブを取り除くことで、肺活量が増えたり、カエル呼吸をすることができるようになります。日中マウスピースをしていれば、自分で苦しくないときに勝手にはずすようになると思います。「はずしなさい」と言うのではなく、気管切開チューブを取ってあげれば、マウスピースをやりながら、患者自身ではずす時間を増やしていくのではないのでしょうか。

それが一番自然で、しかも患者がリーズナブル (納得づく) にやれることです。それで肺活量が増えたり、カエル呼吸がうまくなれば、人工呼吸器から離脱する時間は自然に増えていきます。ぜひそういう環境を整えてあげて、患者が自分で離脱できる時間を増やしていったらいかがでしょうか。

私の2004年の新著をせきずい基金にもお渡ししていますが、そこで人工呼吸器からのウィーニング (離脱) の新しい方法を詳しく紹介しています。呼吸器から離脱するときの3つのポイントは、①とにかく「介助咳」 (アシステッドコッホ) をして肺の中をクリーンにして完全に肺をもっとも健全な状態にしてあげること、そうすることで酸素なしに酸素飽和度を95%以上に保たれることがまず離脱の第一条件です。②次に気管切開チューブをしているのであれば、気管切開チューブを抜くことで離脱がしやすくなります。③それから、マウスピースなどで疲れを取ってあげながら、できるだけ離脱をしていく時間を口々増やしていく、ということです。

***K** : 私たちがやってきたのは、横隔膜の有効な動きが得られなかった場合に、目的はあくまで持続的な離脱ではなくて、蛇管がはずれたときの数分、数十分、もしくは数時間できるだけ長く自発呼吸できるようにするための練習です。当然それは疲れが出ますし、それ以上の呼吸ができないこともわかってはいるのですが、そういうことを目的としているのです。それから舌咽頭呼吸はわれわれもやりたいところなのですが、われわれの症例はすべて気管切開をしておりますので、実際気管切開チューブを抜かないとできない。そういうことで気管切開チューブを抜くということには、私たちは経験もなかったですし、ものすごく

勇気のいることでしたので、今日のお話はとても興味深くうかがいました。

あと1つ質問があります。マウスピースと鼻マスクの適応についてですが、どちらがどういうときによいのか、また鼻マスクの場合は口からの漏れ（リーク）が問題になりますが、マウスピースの場合、鼻からの漏れはあまり気にしなくてもいいのかどうか。

バック：もし私が交通事故に遭って脊髄損傷になったときに、自分は起きているときにはカエル呼吸でなんとか換気ができると思います。でも寝てしまったらまったく換気ができないはずです。そうなったときに夜、鼻マスクをした場合で、口をなにも塞がないで口から空気が漏れたら死ぬかと、いうとそういうことはありません。しっかりと脳のドライブが働いてくれば、口から多少漏れたとしてもフツと口を閉じるという動作をしたりして、リークが代償されるように人間はなっています。ですから、通常するときには、マウスピースで鼻から空気が漏れるということと同じです。ある程度以上の空気漏れになれば「口を閉じなさい、あるいは鼻の奥、声門の上を閉じなさい」という命令がきますので、人間はちょっとしたリークでは死なないようになるのです。ただ1つだけ危険なのは、そこに酸素をあげてしまったり、睡眠剤を飲ましてしまうと脳のドライブを破壊してしまうので、そのときだけは危険です。そうでない場合は、もし自分が肺活量がゼロだとして、日中にカエル呼吸して、夜間に鼻マスクであれリップシールであれ選んだ場合に、危険になるほどのエアリークは起きないでしょう。多少の吸気不十分ということはあっても、フツとすぐ戻でしょう。

ただK先生も心配されるように、鼻マスクでもリークするというのでリップシールを試みたが、今度は鼻からもリークが出て、呼吸不全がかなりひどくて、夜に苦しくなって何回も起きてしまい、覚醒しては寝て覚醒しては寝てということを繰り返してしまうと、不眠になってしまいます。100人のうち5人くらいは、どちらでもリーク代償がうまくいかない。その場合は、リップシールにして鼻のところに綿を当てて、さらにバンドエイドなどでシールして、それでリークで起きずにぐっすり眠れるという人もおります。

気管切開の時も、カフを入れると完全にクローズシステムですし、カフを抜くと多少のオープンシステム、つまりリークを許すということですね。NPPVはそもそもオープンシステムとして開発されたものです。ただそのなかでは、オープンシステムでエアリークしすぎると夜起きてしまうという人には、先ほどのようにリップシールして綿を詰めて、むしろクローズシステムにしてしまうという人がいます。ただそれは本来の考え方からすると稀な人ですが、そういう人は中には確かにいるでしょう。

***T**（リハビリ医）：マウスピースのことについて伺います。C1のSCI患者は首をまったく動かさせませ

ん。頭が動かせない場合、マウスピースをはずしたりくわえたりができにくいかと思うのですが、その工夫で何かあれば。

バック：C1でもローテーション（回転）できる患者でしたらいいのですが、首を全く曲げられない場合は、日中、横隔膜ペースメーカーを使って、夜間に鼻マスクカリップシールの非侵襲的換気療法をすると思います〔注：日本では横隔膜ペースメーカーはまったく使われていない〕。

***T**：その患者は今、カフなしカニューレで、気管切開で人工呼吸器をしています。横隔膜ペーシングを夜間もしない理由とは。

バック：横隔膜を動かして呼吸することは、陰圧の人工呼吸器と実は同じなので、夜間寝ていると閉塞性の無呼吸、つまり上気道を上に引っ張って上気道を閉塞させてしまうんです。夜間に横隔膜ペースメーカーをどうしても使うのであれば、上気道を閉じないように鼻マスクCPAP（持続的気道内陽圧）を使わなければなりません。それをするのであれば非侵襲的換気療法をした方が良いでしょう。さらに、夜間使わないもう1つの理由は、横隔膜ペーシングは横隔膜にもすぐダメージを与えるものなんです。ですからなるべく少ない時間使ったほうがよいわけです。そこで、昼間横隔膜ペーシングを使って、どうせ夜に横隔膜ペーシングにCPAPを使うのであれば、横隔膜ペーシングをオフにして横隔膜を休ませてあげて鼻マスク・リップシールをしてあげれば日中だけですむことになります。

非侵襲的換気療法をマスクでやった場合は、ウィーニングしていく時間が長くなる場合が多いのですが、横隔膜ペーシングでウィーニング時間が長くなる方はそれほどいません。その理由は、横隔膜にダメージを与えることにあるのではないかと思います。ですから、C1のSCIで肺活量がゼロの方だけが、どうしても横隔膜ペーシングを必要とする方です。それでも夜間はなるべく使わないことが、横隔膜にはいいはずですよ。

***T**：もう1つ、石川先生に質問ですが、非侵襲的呼吸療法で、バイバップ〔BiPAP：二相性の気道陽圧換気〕のような従圧式と従量式人工呼吸器の2つがあって、従量式のほうが良いということでしたが、日本でもそういう使い方はできるんですか。

石川：はい、しています。ただ、日本では鼻マスクでは従圧式人工呼吸器が普及し、従量式は気管切開で使われることがほとんどです。2004年3月に『非侵襲的人工呼吸療法マニュアル』（日本プランニングセンター）を出すのですが、それに従量式呼吸器の使い方が書いてあります。神経筋疾患とか脊髄損傷に従量式が必要なのですが、今、日本ではバイバップ以外の呼吸器によるNPPVについて語られていないことが多いです。先ほど言ったように脊髄損傷では従量式のほう

がメリットが多いのですが、いくつかの理由でこのノウハウは日本になかなか入って来づらいようです。私がバック先生の文献などを読みながら日本でもやってきた内容というものは、そのマニュアルを読んでいただけたら分かると思います。

***Q:** このようなお話、初めてなものでちょっと単純な質問になってしまいますが、主人が頸髄損傷で入院しております、C4レベルで気管切開もしています。この先、本人は、気管切開をとって普通の呼吸をしていくということが、すごい希望なのです。私もそう願っています。首から下というか肩の辺りから下はまったく動かない状況で、この先、どのような形で、一番先に何をしていけばよいのか、教えていただけたらと思います。主人は45歳で、4ヶ月前に事故に遭いまして、受傷10日目頃に気管切開をしました。人工呼吸器の換気量から推測する限りのものなのですが、おそらく肺活量は500ccくらいはあると思います。今「苦しい、苦しい」と言いながらもベッドの角度をあげたり、人工呼吸器をはずして酸素だけの吸入をしたり、普通の空気を吸うために人工鼻を気管切開チューブに付けて5、6時間は人工呼吸器をはずせるようになっていきます。ただ、体調により状況が違い、最高で10時間くらいははずせるようになりました。しかし、時には酸素だけを吸入しているときがあります。

バック: もし10時間はずせるようでしたら、肺活量はまだ測っていないにしても、気管切開チューブを交換するときにもし先生が許可すれば喉にデュオアクティブ（褥瘡用ドレッシング剤）をして気管切開を塞いで肺活量を測れます。ただ10時間はずせるのであればたぶんウィーニングするのに十分な肺活量を持っていると思います。もしやるとすれば、次に気管切開チューブを交換するとき可能ですが、先生が許可すればですが、気管切開チューブを交換のために抜いた後、気管切開口にきれいな指を当てさせてもらって、それで完全に密閉してゴホンとやって、咳の強さであるPCF（咳の最大流速）を測ってみてください。それが1600/分を超えるようならもちろんそのまま気管切開チューブを抜いて鼻マスクなどに代えていいと思います。うまくいかなければ、介助咳をやって1600/分以上行けば、もちろん鼻マスクの人工呼吸に切り替えて、そして排痰を介助で出していくことができます。

必要ならカフマシーンも当然使えると思います。まず、気管切開チューブを抜いて指で塞いで一瞬だけゴホンとやらしてもらったらどうでしょう。数秒でできますから、その咳の強さ（PCF）の数値によって判断してかまいません。さらに、状況が許せば、流量計を使って肺活量も測れます。

たぶんC4ですし10時間のウィーニングができるということだと、肺活量が低いとも思えませんし、呼吸筋もそんなにやられていないと思いますので、PCFは1600/分あるのが普通だと思います。もしないとしたら、気道が気管切開チューブを入れたことで狭窄が起こってしまっていると思います。そのときには、耳鼻科の医師を呼んでもらって、狭窄を切除してもらえ

れば、それでたぶん1600/分以上になると思います。

特に自宅に戻ってご主人と暮らすようになる場合には、今言ったように、せつかく気管切開チューブを抜ける能力があると思われるので、抜いて非侵襲的換気にしたほうが暮らしやすいのではないのでしょうか。たぶん、ご主人もそれを望んでおられると思います。

***H (C1の娘の母親):** 事故から4年を過ぎました。C1レベルで自発呼吸はまったくありません。今ほとんど呼吸に関する訓練はしていませんが、今後どのような努力、どのような訓練をしていけばよいのでしょうか。娘は現在32歳で、最初から気管切開です。

それから発声についてですが、現在は言葉がとぎれる状況です。皆さんは発声がどうなっているかわかりませんが、娘は空気を吸うときに声が出ます。吐くときに声のとぎれる状態です。これが吐くときにも声が出るようにならないのでしょうか。今家で努力しているのが紙風船を吐くときに合わせてフーと吹く練習を少ししているのですが、それは効果があるのでしょうか。スピーチカニューレは入院中に訓練したのですがうまくいなくて、今は昼間はカフを抜いて、夜寝るときにはカフを入れます。

バック: 紙風船で呼吸筋を強くするという事はなかなか難しいかもしれません。声のとぎれないためには、呼気のときに呼気弁のまわりを一時的に塞げば、それで呼気の時にもしゃべることができると思います。塞ぐとエアが戻りますね、そうすると吸気にエアが来るのと同じことなのです。長いスピーチをしたいなら、2、3回そのまま塞いでおいてあげれば、吸気時にも呼気時にも続けて同じように話せると思います。

***H:** ふだんの呼吸訓練として何かしたほうが良いことはありますか。

バック: 完全なC1ですと、それ以上の訓練ということでは難しいのではないのでしょうか。

***S (リハ施設のPT):** C2-3レベル頸髄損傷の27歳の男性を担当しています。受傷から2年たってしまっていて、ちょうど1年位前から横隔膜の収縮が開始しました。気管切開で24時間人工呼吸をしているのですが、1年前から自発呼吸が出始めて、それがだんだん大きくなってきている状態です。今は最高で90分のウィーニングが可能です。ただし、気管切開チューブを通しての自発呼吸は可能なのですが、口からやってみようとトライして、カフのエアを抜いて気管切開孔を塞いで呼吸してもらっても、なかなかできません。私が自分で工夫して、気管切開のところから肺活量を測ったら400mlくらいありました。でも、気管切開口を塞いで、口で肺活量を測ろうとすると、まったく測ることができません。

バック先生の話を知ると、NPPV（非侵襲的換気療法）に移行できるのではないかと考えているのですが、可能なかどうかがかまず1点です。

バック：呼吸器から90分間の離脱ができるということとは300cc以上の肺活量があることは保証できると思います。気管切開を抜いてあげると夜間だけの人工呼吸でよくなるはずですのでトライできるでしょう。

***S**：もう1点は、私は理学療法士なので、自分の判断で気管切開チューブを抜くことはできません。そのため、すぐにNPPVに移行できるかどうかかわからないのですが、それまでの間に自発呼吸を増やせるトレーニングとして、何かできることはありますか。

バック：できればなるべく早く気管切開チューブを抜いてくださる医師を探すということですが、理解ある医師の方が今日ここにもいらっしやっているのではないのでしょうか。たとえば東京のほうで、どなたかいらっしやるのではないかと思います。

***S**：私のところにも(東北地方ですが)理解ある主治医があるので、まず報告したいと思いますが、医師に非侵襲的換気療法を紹介するにあたって、どのような場合に失敗するかということをお聞きできれば、主治医にうまく話せると思うのですが。

バック：気管切開チューブを抜いて、いろいろなことが起こりそうに思うのですが、実は抜いていろいろなことが起こるよりは、このまま気管切開していたほうが、遥かにリスクが高いのです。これまでに述べたように、気管切開チューブを抜いたあとに必ずパルスオキシメーターを用意して、風邪を引いた時など必要などときにはきちんと排痰をしてあげること、また深吸気をして肺の健常さを保ってあげられさえすれば、リスクはずっと減少するはずなので、気管切開チューブを抜くことをそんなに怖がらなくてよいと思います。

***K** (当事者の母、看護師)：今日のお話は、私が目ごろ息子にやってきたことが裏付けられたような思いがして、とてもよいお話でした。息子は現在38歳ですが、15歳のときにC3障害(脊髄腫瘍)でした。そのときには気管切開による人工呼吸からのウィーニングなどは考えられない時代でした。今日、バック先生のお話を聞いたのですが、私たちの場合もカエル呼吸を偶然見出すことができ、今日は呼吸器を付けずに来ていますが、夜間だけ呼吸器を付けています。うかがいたいことは、気管切開後10年くらいまでは問題がなかったのですが、それ以降に無気肺[痰が溜まって肺の一部がつぶれて、呼吸条件が悪くなる]を生じるようになりました。特に左下葉が一番やられ、その頻度がだんだん高くなって、排痰ドレナージ[介助による排痰。体位ドレナージ]や呼吸補助運動をしても肺がなかなかきれいにならないことが多くなりました。こんなときにはどのような手当てをすればよいでしょうか。

バック：無気肺のあとに痰がたまりやすくなっている状況、無気肺にすぐになりやすくなる状況ができています。自分の呼吸と夜間の換気補助をした

としても、一定量しか入りませんので無気肺の部分はなかなか改善されないのだと思います。その部分が改善されないと、今のままでは同じことが起きてしまうので、できたらカフマシーン(カフアシスト)を使って、気管切開チューブからきちんと奥まで空気を入れて痰を引っ張り出すということをしばらくやってほしいと思います。そうすると、その無気肺になりやすい部分にもエアが入って痰が出し切れるようになります。それには何日か何週間かかかるかもしれませんが、毎日毎日、1日に何回かやり続けることで無気肺の部分をきれいにすることができます。それができたら、気管切開チューブを抜いて、マウスピースの人工呼吸をしばらく日中はされて、そこに救急蘇生用バッグか、もしくはカフマシーンをマスクで当ててもっともっと肺に深吸気を入れてあげてください。たぶんもっともっと肺に空気がいっぱい入っていいんだと思います。それをやって、肺をもともと彼が持っているサイズまで戻してあげて、中を完全にきれいにしてあげてください。そうすると、日中の人工呼吸はなくなるでしょうし、当然無気肺も起こさなくてすむと思います。

日中にどうしても必要であればボディ・ベンチレーターのようなものがあるかもしれませんが、もしかしたら夜間だけのマスク呼吸カリップシール呼吸だけで、日中はけっこう苦しくなく過ごせるのではないかと思います。

今すぐにも講演会が終わったあとにここで排痰介助を行いましょう。吸気バッグ救急蘇生用でエアを普段入れているように入れていただいて、介助咳を実演します[36頁参照]。今ある痰を少しでも徒手でも出して、そこをきれいにしきれないと、次のステップにいけません。■

会場アンケートから

*** NK:当事者 (36才、C3) の母**

とても素晴らしいお話で、何か希望が持てた気がします。ケガをして9年目を過ぎ (C3) 呼吸器を付けておりますが、100年たっても呼吸はできないと言われていたのですが、カエル呼吸から始めてみます。

*** OM:国立療養所児童指導員 (筋ジス棟あり)**

時間の関係だと思いますが、要旨にあった筋ジストロフィー患者について、もう少し説明して頂けるとよかったです。QOLとリスクを考えると、気管切開より鼻マスクやマウスピースの使用がよいに決まっていると思われまます。ただ国療および在宅でも、24時間気管切開している方は多数いますが、これは今後は必要なくなるのでしょうか？ 現在、気切している大勢の方はどうしたら良いのでしょうか？

*** NY:リハ施設PT (呼吸器患者担当)**

いろいろ勉強になりました。人工呼吸器＝気管切開という考えが必ずしも正しいというわけでないことがわかりました。ウィーニングに関してリスクばかりを考えてしまうので、なかなか前進できませんが、今後は改善できるよう努力していきたいと思ひます。

*** MA:スピーチセラピスト**

言語聴覚士です。気切をしている患者さんが何名かいらして、その気切孔閉鎖のタイミングをどうしたらいいか、悩んでいました。今日の講演を拝聴し、気管切開チューブ抜去自体は、いくつかのポイントをおさえれば、そんなに怖がらなくていいことを学びました。どうもありがとうございました。

*** MM: (地域リハ担当)**

バック先生の非侵襲的呼吸アプローチの実践を、直に聴けて感謝しています。専門用語が多かったので周辺の状況 (ベッドサイドまわり) やNPPVでの療養現実やマクラの状態等、家族、患者さんも分かりやすい情報があると、より身近で分かりやすいかも知れません。

*** KF:リハビリ医**

とても期待していました。興味深く拝聴させていただきました。今後少しでも診療に役立てられればと考えています。

*** SY:フリージャーナリスト**

とても実際的でよかったです。専門用語でキャッチしきれないことが多く、要点をパソコンで画面表示いただければさらにありがたいと思ひました。

*** TA:リハビリ医**

分かりやすい内容で大変参考になりました。また、実践していきたいと思ひます。

*** FR:当事者 (C1,2, 6才) の母**

今日の講義は私にとって常識を覆すようなセンセーショナルな内容でした。すぐに実行に移せるものではありませんが、選択肢が広がり大変有意義でした。時間も押し迫り、最後はバタバタと質問してしまい、失礼いたしました。同席したホームドクターも「勉強になった」と申しておりました。

*** SS:ポリオの会**

ポリオ症候群の患者で気管切開している患者がいるのでとても興味深かったです。ポリオ症候群は米国では多いと思ひますが、こんなテーマで今後も講演会を行ってもらえれば、これだけの内容なら、もっと参加する人がいると思うので、宣伝をさらに強化したほうがよいと思ひます。



徒手による排痰介助を実演するバック教授

高位脊髄損傷患者に対する 非侵襲的換気療法の選択

Noninvasive Options for Ventilatory Support of the Traumatic High Level Quadriplegic Patient
Chest 1990; 98:613-19

John R. Bach MD., Augusta S. Alba MD.

(訳者：赤十字語学奉仕団 鈴木みかこ、新谷進)

【要約】

人工呼吸器に依存する外傷性四肢マヒ者25名に対し、非侵襲的換気療法（NIV）で換気補助を行なった。25名中24名の初期管理は気管内挿管で、うち23名はNIVへの転換前に気管切開による間欠的陽圧人工呼吸（IPPV）を使用していた。

この23名中17名には舌咽頭呼吸（GPB）の使用を除けば有意な人工呼吸器からの離脱時間*がなくても1年以上NIVを使用した7名の平均使用期間は7.4±7.4年（1～22年）である。

*注：換気不足または疲労のため人工呼吸補助に戻る必要があるまで、自発呼吸できる平均時間。

最も多く使用されているNIVの形式は日中および夜間とも、マウスピースやリップシールによるIPPV（間欠的陽圧呼吸器）であった。長期にわたる呼吸補助には体外式陰圧人工呼吸器や間欠的腹圧式呼吸器（IAPV）、GPBも使われた。

通常、外傷性高位脊髄損傷患者は、年齢が若いこと、健全な精神状態・延髄筋系、および閉塞性肺疾患の無いことが認められれば、NIVが有益であり、適応であると結論付けられる。

【略語】

=====

EPR = 横隔神経電気刺激呼吸、GPB = 舌咽頭呼吸、
GPmaxSBC = 1回の最大舌咽頭換気量、
IAPV = 間欠的腹圧式呼吸器、IPPV = 間欠的陽圧呼吸器
NIV = 非侵襲的換気療法、SaO₂ = 酸素飽和度

=====

病院を退院して、自宅など地域社会で療養する人工呼吸器依存の高位四肢マヒ者数が増加している。こうした患者の換気療法の選択肢として、横隔神経電気刺激呼吸（EPR）と気管切開によるIPPVとの併用、またはいずれか一方の方法があった。気管切開には長期におよぶさまざまな合併症の可能性があり、EPRは、非常に高額なうえ、使用症例の大部分で長期使用のための選択肢として効果的な方法とは認められなかった。

気管切開術と気管切開によるIPPVは全ての高位脊髄損傷患者の長期管理に必須であると考えられてきた。EPR使用患者には睡眠中に上気道の虚脱を起こす傾向があり、突然警告なしに横隔膜のペースメーカーが故障したり、その結果無呼吸となることがあるため、通常

は気管切開も施される。これらの方法に伴う合併症発生率と致死率は高い。Whiteneckと同研究班は、気管切開によるIPPVかEPRを行なっていて、慢性的に人工呼吸に依存している脊髄損傷患者76名のうち55%に毎年、年平均22日の入院を要する肺関連の問題が発生したと報告した。生存率は、受傷後1年：86%、3年：70%、5年：63%、7年：59%、9年：63%であり、受傷後5年から9年でそれぞれ約40%の患者が死亡している。

Splaingardと同研究班は、C1-2の四肢マヒ者20名を含む気管切開によるIPPV使用の外傷性脊髄損傷患者26名の3年以内の致死率を37%と報告している。うち2名は突然の人工呼吸器回路（蛇管）の接続部のはずれによる死亡であった。

Carterと同研究班は、気管切開によるIPPVやEPR下にある人工呼吸依存の四肢マヒ者35名のうち17名は各々平均して受傷後1.5年、または横隔膜ペースメーカー装着後4年で死亡したと報告しており、こうした死亡患者のうち少なくとも9名の突然死は気管切開自体に関連したものであると考えられる。

これら2つの方法に共通の危険事項には人工呼吸器回路のはずれ、急性気道閉塞に伴う粘液栓、気管軟化症、気管狭窄、出血、苦勞して行なうチューブ交換に伴う肉芽腫や痂皮（かさぶた）、化膿性気管支炎に伴うグラム陰性菌の慢性的なコロニー形成などがある。

非侵襲的換気療法

慢性呼吸不全患者のための、気管切開によるIPPVに替わる選択肢として、NIVの使用に対する関心が高まりつつある。NIVは大部分が筋ジストロフィー患者やポリオ患者の長期管理法として著述されてきた。

最近まで、NIVに関する文献はほとんどが、しばらくの間は効果的だが不都合も多く、使用不可能な患者が多い体外式陰圧人工呼吸に限られていた。一部の患者は30年以上にわたりIAPVを問題なく使用してはいるが、それも他の体外式陰圧人工呼吸と同様、加齢や進行性疾患に伴う肺容積の減少や伸展性の低下により、時間と共に効果が薄れる傾向にある。我々の知る限り、体外式陰圧人工呼吸の使用のみにより高位脊髄損傷患者を完全に長期に換気補助し得たという報告はこれまでに無い。

近年、マウスピースやリップシール、鼻マスクや鼻マ

スク、ストラップのない口鼻インターフェイスを通してのIPPVなどのNIVについて述べられている。肺活量がほとんど無いかゼロ、あるいは人工呼吸器を外してられる時間がほとんど無いかゼロである患者100名以上に対し、NIVによって、気管切開をせずに完全な換気補助を行ない、40年にわたり成功を収めてきた。急性上気道炎や気管支炎の際には、気管内挿管や気管内吸引をせずに、徒手や器械的補助による効果的な咳で管理する。NIVは、まだ外傷性高位脊髄損傷の管理に使用報告されていない。

ここでは、気管切開によるIPPVからいくつかのNIVの選択肢へ移行できるためのガイドラインを呈示する。

対象患者と方法

1965年から現在(1990)までに、人工呼吸器離脱困難の管理と呼吸リハビリを行なうため、負傷時の平均年齢21.9±5歳、男性64名と女性16名の人工呼吸器離脱困難な外傷性四肢マヒ者80名を受け入れた。うち78名は気管内挿管で管理され、うち77名は損傷後の急性期中の一時期は気管切開で管理されていた。このうち4名が、損傷後(1例)、あるいは気管切開口が閉鎖できた後(3例)、2~29年を経て遅発性呼吸不全を発症した。

患者は表1に示した管理プロトコルに従った。呼吸終末CO₂モニターとパルスオキシメーターによる睡眠時継続的非侵襲的呼吸モニターは、カフを膨らませた24時間の気管切開によるIPPVからの離脱や低侵襲的換気補助方法への移行過程の各段階で有用であった。呼吸終末CO₂は、1965年以降、患者の補助換気の経時的評価にも使用されている。

気管切開によるIPPV患者の段階的マネージメント

【ステップ1】

患者の全身状態を安定させ、酸素付加は中止、あるいは使用を最小限にした。気管切開せずにNIVを使用している患者同様、気管切開によるIPPVの一部患者のために気管内吸引の代わりに積極的な徒手による咳補助、または機械的咳補助を行なった。

【ステップ2】

患者は全員、携帯型従量人工呼吸器*を、あるいは患者の要望があれば従圧式人工呼吸器**を装着した。カフのエア抜きについては、患者が日中ずっと空気を抜いた状態に耐えられるようになるまで、空気を抜いている時間を毎回1時間ずつ延長していくことで完全なエア抜きを行なった。

* 調整・補助換気時に、設定した換気量を送り呼吸に移行する。

** 調整・補助換気時に、最大吸気圧まで速やかに吸気を送り、設定した吸気時間内は圧を維持して呼吸に移行するタイプ。

その後、夜間はカフ内のエアを一部減らした状態で使用した。人工呼吸器の圧をカフを膨らませた状態と等量に保つため、流量を増やした。

必要な場合には、発話に十分な漏れが得られるように患者の気管切開チューブの直径を変更した一方で、流量を通常1~2Lにし、補助換気の有効性が保てる程度に調整し維持しておいた。流量設定を調節し、PCO₂レベルを35~40 mm Hgに保った。

気管の健全性、気管切開チューブの太さ、および舌と声帯の意志運動により、各呼吸ごとに、声帯経由の吸気量と「リーク」する量が決まる。このリークを利用し、人工呼吸の吸気相で発話した。終末呼吸PCO₂に加え、さらに最近では睡眠時モニターにもオキシメトリー〔混合静脈血酸素飽和度(SvO₂)を連続的に測定〕を使用した。睡眠中は、酸素飽和度が85パーセントを超えた数値になるよう保ち、95パーセント以上の平均値となるよ

表1 気管切開をした高位脊髄損傷者の呼吸リハビリテーションのステップ

ステップ	気管切開 チューブ	カフ内のエアの量			カフなし	有窓	換気補助	
		一杯	少量	なし(空)			日中	夜間
[1]	×	×					TIPPV	TIPPV
[2]	×		夜間	日中			TIPPV	TIPPV
[3]	×			×			TIPPV	TIPPVか体外式陰圧呼吸器
[4]	×			×		×	MIPPV GPB	TIPPVか体外式陰圧呼吸器
[5]	×				×	×	MIPPV PB GPB	TIPPVか体外式陰圧呼吸器
[6]	×				×	×	MIPPV PB GPB	鼻マスク・マウスピース等のIPPVか 体外式陰圧呼吸器
[7]	気切ボタ						GPB PB MIPPV(時により)	鼻マスク・マウスピース等のIPPVか 体外式陰圧呼吸器
[8]							GPB PB MIPPV(時により)	鼻マスク・マウスピース等のIPPVか 体外式陰圧呼吸器

TIPPV=気管切開による間欠的陽圧人工呼吸
 MIPPV=マウスピースやリップシールによる間欠的陽圧人工呼吸
 GPB=舌咽頭呼吸 IPPV=間欠的陽圧人工呼吸
 PB=Pneumobelt(ニューモベルト)を用いて間欠的腹圧式呼吸器(IAPV)

う維持した。

声量は、気管切開チューブのカフエアを抜いてIPPVを装着している間、人工呼吸器のサイクリックなリズムに伴って強くなったり弱くなったりした。声量が弱い場合は、不適切な流量、太すぎる気管切開チューブ、もしくは、肉芽組織起因であることが多い声紋閉塞のいずれかの徴候であった。

こうした患者はカフのない気管切開チューブを使用すること、直径の小さい気管切開チューブを装着すること、または手術適応であれば肉芽組織を切除することで、正常な換気および声量の改善に適した流量が得られた。ある男性患者のために呼気弁に逆流防止弁を取り付けたところ、継続的な会話が可能になった。

【ステップ3】

患者はカフの空気を抜いて24時間の気管切開によるIPPVを使用できるようになった。カフ内のエアを減らす方法は、時間の経過に伴い看護スタッフが徐々に(カフ内の)エア量を増やしてしまう傾向があることから推奨されなかった。一部の患者には気管切開チューブの開口部を開放したまま鉄の肺や体外式陰圧人工呼吸器による換気補助を導入した。気管切開チューブを鉄の肺のカラー(訳注:首の密閉箇所)より上部に維持するよう注意を払った。

【ステップ4】

患者全員に、気管切開チューブに栓をした状態で、日中の換気補助用にマウスピースによるIPPVの使用訓練を受けさせた。患者は各自、鼻からのリークを防ぐために軟口蓋で鼻咽腔を閉じることを学んだ。一時的に外鼻孔をつまむことで、患者がこの訓練の必要性を理解する一助となった。長期間カフを膨らませて使ってきた患者は、マウスピースによるIPPVの試用中にまず、完全に内転してしまっていた自分の声帯を以前していたように動かし始めた。患者は皆、自分でフローを閉塞させていることには気付いていなかった。これを気管狭窄と間違われることは少なくない。

患者は各自、効率的なマウスピースによるIPPVを可能にする反射的声帯外転をうまく再習得した。これには数分間の試みから始め、毎日試み続けて数週間という期間を要したが、一度マスターしてからは日に三度試すマウスピースによるIPPVのセッションを徐々に長くしていき、日中ずっと耐えられるようにならなかつた。

日中のマウスピースによるIPPVを一度マスターしてしまえば、気管切開チューブに栓をしたままで夜間の補助に体外式陰圧人工呼吸を使用することが可能である。体外式陰圧人工呼吸の使用は、陽圧人工呼吸による気管切開孔への空気の吹きつけを軽減して気管切開の傷口を閉じ易くするだけでなく、早期に使用すれば試用初期の呼吸困難の恐怖を軽減し、マウスピースによるIPPVのトレーニングも容易にする。

マウスピースによるIPPVは会話のリズムを正常化し、日中の正常な換気をもたらす、自分の意志による吐息や大声、補助咳のための「息溜め (air stacking)」を可能にする。有窓の気管切開チューブへの変更は、気管

切開チューブに栓をしたままでカフの空気を抜いて体外式陰圧人工呼吸を使用する有効性の向上、ならびにマウスピースによるIPPVの有効性を向上させることが多かった。また、マウスピースによるIPPV下では、あるいは人工呼吸器からの離脱が可能な例では、離脱時の会話の声量が向上した。しかし、市販のチューブでは時として、開窓部が気管後壁に接した位置にきてしまい、気管粘膜が開窓部内へ陥入し、有窓チューブとしての効果をなくしたり、肉芽形成の悪化を招いて出血の原因となることがある。適切な位置で開窓は、有窓チューブのオーダー・メイドや小さい径への変更で達成出来た。

【ステップ5】

患者はカフなし気管切開チューブを使用するところまで進んだ。大多数の患者は適正な換気と声量の保持に気管切開チューブ径の変更を必要とすることはなかったが、リーク増加分を補うために人工呼吸器の流量を倍程度にしなければならぬことは多かった。

腹部・骨盤開口術を受けていない限り、または留置カテーテルをつけていない限り、患者は全員がIAPV(間欠式腹圧式呼吸器)による換気補助を試みた。IAPVが適正に換気を増やせるようになるまでには、ベルトの適正なサイズと位置、バックルやVELCRO(マジックテープ)ストラップの適正な圧を見極めるために数回の試用が必要になることが多かった。患者は自分の呼吸をIAPVに合わせることも習得した。IAPVは肺活量(VC)が測定出来ない数多くの患者の換気に有効だったが、著しい背骨の変形や内因性の肺疾患が存在する場合や患者が30°以上の角度で身体を起こしていない場合には通常、効果はなかった。IAPVは美観に優れ、IAPVにより、患者は自由に口を使うことができた。

【ステップ6】

人工呼吸器からのウィーニング(離脱)はマウスピースによるIPPVにより簡易化された。患者の口の近くにマウスピースを固定し、患者が首を廻せばアクセスが可能であるようにした。患者が必要とする補助換気の減少に伴い、マウスピースIPPVの使用も自然に減少し、自力でウィーニングを行なった。自発呼吸中に気管切開IPPVを外していると不安になる患者が多いが、この経口IPPVによる方法を行なうことで、患者の不安は軽減された。

夜間にも、ベネット社製のリップシールによるIPPVを使用した。栓をした気管切開チューブ周辺の気管切開部のエアリークを最小化するために褥瘡用ドレッシング(訳注:デュオアクティブなど)を貼ることもあった。

意欲的な患者全員にGPB(舌咽頭呼吸)を教授した。GPB習得の第一の適応者は、肺活量が500mlより下で気管切開しておらず、口腔咽頭筋が健全で人工呼吸器からの離脱時間がない患者であるが、一部のGPBは気管切開チューブに栓をし、カフの空気を抜いたり、カフを外していても可能である。患者のGPG習熟の進行状態をモニターするために、一呑込み(one gulp)で何mlの空気を吸い込むか、一呼吸に相当する呑込み回数、分時

呼吸数またはGPB分時換気量について、毎週観察を行った。

【ステップ7】

NIVの有効性が確立されたら、通常は気管切開チューブを気管切開ボタンに交換し、その後、最終的に気管切開部位を閉じることができるようになる。

【ステップ8】

総じて、患者は各種の様式のNIVを試し、有効な方法かつ好みにあう方法が使用できた。ストラップのない口鼻マスクを作ることは、今回なかった。夜間にリップシールによるIPPVを受ける患者に、鼻からの過剰なリークを防ぐために綿の鼻栓を必要とする者はいなかった。他の状態にある患者と同様、気管切開しておらず、NVAにつながれており、ある程度の人工呼吸器からの離脱時間のない患者は、菌の処置の際には、経鼻IPPVかIAPVを使用した。

上気道炎や単純な肺炎の間、一部の患者は一時的に鉄の肺やPorta-lungという体外式陰圧人工呼吸器（コロラド州ボルダー所在のPorta-lung社製）を使用した。これにより、マウスピースを一時的に除去して口から吸引や気道分泌物を除去する間、効率的な換気を確保することができた。

他の患者は、排痰のために咳を強くしようとしてより深くより頻りに深呼吸をし、そのために疲労が増したため、さらに長い時間マウスピースによるIPPVを続けた。一部の患者はこうしたエピソードの間、体外式陰圧人工呼吸器とマウスピースによるIPPVを同時併用した。挿管を必要としたのはNIVと最小限の酸素付加による代償が不適切だった肺炎および著しい換気/血流不均等の患者だけであった。標準的ケアには適切な診断、抗生物質、頻回の呼吸理学療法、体位ドレナージを含んでいたが、こうしたエピソードの間には支持的ケアも不可欠であった。

結果

74名の24時間の気管切開によるIPPV患者（最高では1日24時間まで気管切開チューブのカフエアを入れている）と、気管内挿管によるIPPV患者4名を含む80名の患者全員が、首尾よく陽圧従量式、またはある場合には従圧式の携帯式人工呼吸器を装着した。遅発型呼吸不全患者2名には、夜間の体外式陰圧人工呼吸器による換気補助なしに管理し、日中の換気補助のため携帯式陽圧人工呼吸器を使ってマウスピースによるIPPVの訓練をした。その後、この2名の患者の呼吸機能が悪化し、現在1名は日中時間常にマウスピースIPPVが必要であり、人工呼吸器からの離脱時間は2時間未満である。

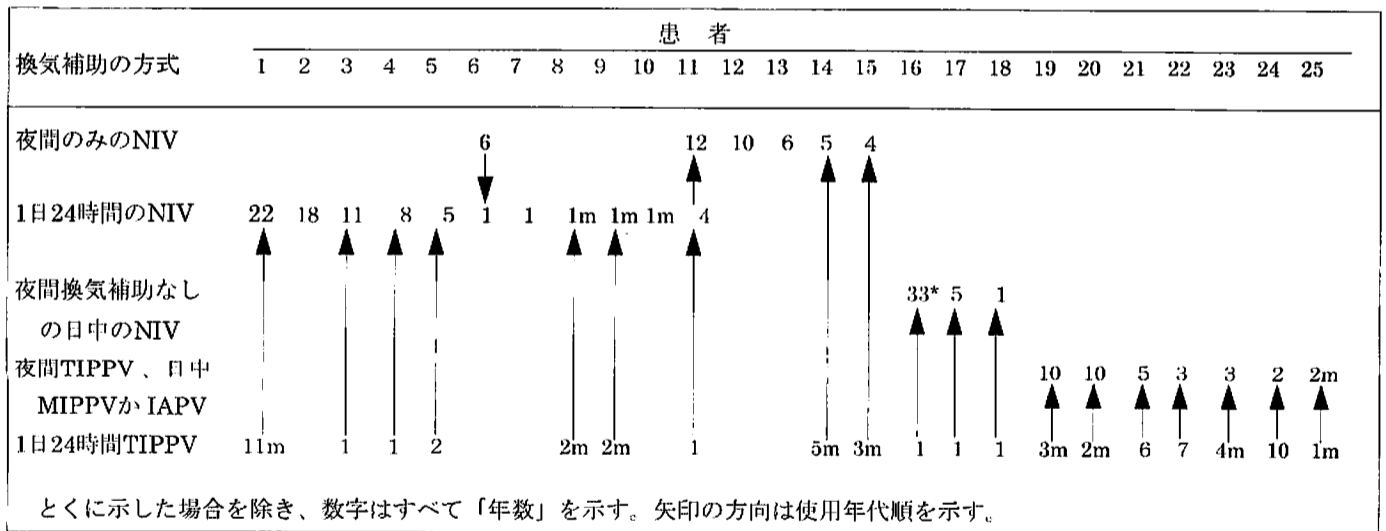
74名の気管切開によるIPPV患者のうち、完全な口咽頭筋を有する73名は全員が支障なく有窓チューブに切り替えることができ、日中の人工呼吸サポート時間を長くするためにチューブを挿入したままマウスピースによるIPPVを使用した。

74名の患者のうち70名は、また、任意の直径のチューブにカフエアを抜いたままで最高24時間の気管切開によるIPPVに切り替えることができた。これらの患者はすべて人工呼吸の吸気サイクルの間に完全に発話することができた。

カフエアを完全に抜くことができなかった4名のうち3名は、長期のカフ使用による重症の気管軟化症がみられたため、幅の広いチューブを挿入するのではなく、睡眠時にカフエアを少量だけ入れるようにしていた。

残りの1名は頭部外傷による喉咽頭機能障害が著明にあり、このためカフエアを抜いたり、NIVへの移行はできなかった。

表2 非侵襲的換気療法を受ける患者の人工呼吸器使用のパターン



* 風邪の間および1回だけ肺炎中、1日24時間使用した。その他の場合には、疲労のため1977年以降1週2日数時間まで使用した。
TIPPV=気管切開による間欠的陽圧人工呼吸 MIPPV=マウスピースやリップシールによる間欠的陽圧人工呼吸
IAPV=間欠的陽圧式呼吸

カフを完全に抜いた24時間の気管切開によるIPPVに進んだ70名の患者のうち、9名がカフエアを抜いて退院し、12名はカフなしのチューブに進み、カフなしのチューブを挿入したまま退院した。これらの退院患者は退院後にマウスピースによるIPPVを使用しなくなった。このほか、7名の患者はカフなしのチューブおよび日中IPPVサポートまたはマウスピースによるIPPVを使用し、夜間は気管切開によるIPPVを行って退院した(表2)。その他の15名は退院時にNIVで換気補助されていた。

当初気管切開しその後NIVで完全サポートしたこれら患者15名のうち、3名は遅発性呼吸不全があり、呼吸不全の症状が現れた時には、もう気管切開チューブは挿入してなかった。他の患者12名は、ときには生命を危うくする気管切開チューブ関連の合併症を持っているか、または、ひたすら気管切開チューブを抜去してNIVを続けることを願っていた。うち4名は、仰臥位肺活量がそれぞれ50, 430, 740, 560mlでありかつ人工呼吸器からの離脱時間があまりなかったにもかかわらず、気管切開部位の閉鎖を受けた。

NIVの完全サポートを受けた患者は、2人を除いてすべて、最高24時間までの換気サポートを必要としたにもかかわらず、気管切開部位を閉鎖した。閉鎖しなかった2名の患者は、重い気管狭窄症に陥っていた。細い気管内チューブを留置しなければならなかったが、補助換気に不利になるため使用しなかった。このほか呼吸不全になってから一度も気管切開することなくNIVによってのみ管理できた3名の患者がおり、また気管切開チューブなしにNIVによりサポートされる患者は合計18名であった。

とくに座位での肺活量が低下した18名の患者のうち、3名は長期の日中マウスピースによるIPPVのみを必要とし、換気補助なしに眠ることができた(表2)。この患者3名は、普段は夜間のリップシールによるIPPVに、風邪または極度の疲労の間のみ、24時間までのマウスピースカリップシールによるIPPV併用した。

他の患者2名は夜間リップシールによるIPPVだけで退院した。それぞれが何度も人工呼吸器離脱を試みたが、その結果呼吸困難に陥り、繰り返し肺炎を起こした。

7名の患者は24時間NIVで退院した。夜間換気補助については、7名の患者のうち、6名がリップシールによるIPPVを使用し、1名は体外式陰圧人工呼吸器を使用した。日中の換気補助については、6名の患者がマウスピースによるIPPVを使用し、1名は主としてIAPVを使用した。4年間1日24時間のマウスピースカリップシールによるIPPVにより換気補助された患者3名は、過去14年間夜間リップシールによるIPPVのみでやってくることができた。

さらに、完全な呼吸不全の発症時から気管切開なしに管理された患者6名(当初に気管切開したが、その後すぐに閉鎖してから、遅発性呼吸不全を起こした3名の患者を含む)のうち、3名は1日24時間までのマウスピースカリップシールによるIPPVによりサポート

され、残りの3名は夜間体外式陰圧人工呼吸器により換気補助された(表2)。これらの患者の1名は経鼻気管内挿管によるIPPVからマウスピースカリップシールによるIPPVに直接切り替えられていた。

ほとんど人工呼吸器からの離脱時間のないNIV使用患者7名は、少なくとも1年間、平均で 7.4 ± 7.4 年(1年から22年)の間NIVを使用してきた。肺活量460ml、人工呼吸器からの離脱時間のない24時間マウスピースカリップシールによるIPPV使用の患者4名は、数夜の間、鼻マスクによるIPPVにより支障なくサポートされたが、24時間マウスピースカリップシールによるIPPVの継続を希望した。

全部で、自発呼吸を取り戻した患者31名は、受傷後に平均 2.4 ± 2.2 年の間(1ヵ月から8年、中央値1.7年)自発呼吸した(表2)。人工呼吸器から離脱した患者のうち少なくとも5名は、換気を補助し咳による排痰をし易くするため、上気道感染中にマウスピースカリップシールによるIPPVを必要とし常時これを使用した。これらの患者のうち2名は、それぞれ過去18年間と31年間にわたり、上気道感染の際にリップガードを夜間に使用し、1日24時間のマウスピースカリップシールによるIPPVを使用した。

NIV使用者では、数秒から1分間にわたり一過性の酸素飽和が85%以下になることは稀ではなかった。この時間は早期のレム睡眠に関連していることもあり、一過性下咽頭閉塞または過度の吸気エアリークによるものと思われた。臨床的には重大なものとは思われず、すべての患者には生じなかった。呼気終末炭酸ガス濃度(EtCO_2)および平均 SpO_2 は、NIVを使用する各患者には夜中の間は正常であった。

NIVを使用する患者25名のうち20名は、1年から10年までの待ち時間の経過後ではあったが、退院して自宅に戻った。5名の患者は長期療養施設に移った。気管切開によるIPPVからNIVに切り替えるのに必要な時間は2週間から3ヵ月までであった。しかし、カフなしの気管切開チューブまたはボタンは切替後最高1年間まで留置された。

NIVを使用する患者の死亡率と、気管切開によるIPPVを継続する患者とを比較することは困難であった。当初の患者80名のうち、30名は人工呼吸器の離脱を受けた(27名は気管切開によるIPPVから、4名はNIVからであった)。7名の患者はNIVと気管切開によるIPPVとを併用したが、そのうち1名は3年の換気補助後に突然死した。さらにNIVの患者3名は、1日12時間未満の補助を必要とし、気管切開によるIPPV患者のうち1名のみが12年間の夜間気管切開によるIPPVの後64歳のとき原因不明で死亡した。

僅か7名の患者に対し、NIVは24時間長期換気補助の決定的方法であった。これらの患者は受傷時に平均 25.1 ± 12.1 歳であり、 12.4 ± 6.3 年間は24時間のNIVを使用した。うち2名の患者は死亡した。その一人は1日24時間のマウスピースカリップシールによるIPPVの7年間使用を含む8年間のNIVの後に広範囲褥瘡に関連のある敗血症で死亡した。もう1名の患者は5年間のNIVの後、マウスピースによるIPPV中にけいれん発

作によりマウスピースがはずれ、介助者はトイレにいたため、換気補助ができなくなり死亡した。

24時間の気管切開によるIPPVを続けた患者25名は、受傷時に平均30.2±20歳であった。これらの患者は平均7.1±5.1年間、24時間の気管切開によるIPPVを使用した。このうち5名は現在追跡管理を受けていない。残りの20名中、10名は3.8±2.8年間の換気補助後に死亡した。その死亡原因は、患者4名が肺炎、2名が癌、2名が気管切開チューブの接続はずれ事故、2名は原因不明の気管出血による肺への血液流入と人工呼吸器の誤動作によるものであった。

NIVに全面依存した最長期間の症例は17歳の少年の場合(患者1)であり、この少年は1967年3月10日に学校体育館で鞍馬から落下し、C1,2の脱臼骨折と完全なC2四肢マヒとなった。少年は直ちにかつ恒久的に人工呼吸器からの離脱時間のない換気補助を受けることになった。1967年9月27日に横隔膜ペースメーカーが植え込まれたが、両側とも効果がなかった。少年は多発性

肺感染で10ヵ月間地元病院の集中治療室に入った。1968年2月に直径16mmの気管切開チューブと12ml膨張のカフを挿入したまま、リハビリのため転院した。少年はカフ対気管直径比3:1の重症の気管拡張に陥った。さらに、たびたび気管切開チューブ内に化膿性粘液栓が形成され、このため一回心肺停止となり、部分失明を伴い、また2回心肺停止に近い状態に至った。このような合併症を経験していたために、少年には気管切開部位を閉鎖する動機付けが十分にあった。

1968年4月17日に、少年は呼吸数18回/分で気道内圧20cmH₂Oで従量式人工呼吸器による日中のマウスピースやリップシールによるIPPVを始めた。また、1868年7月13日に呼吸数18、陰圧-17cmH₂Oの率で鉄の肺の使用を始め、これは少年に一回換気量660ml、分時換気量11.8L、正常の血液ガス値を維持することを可能にした。1968年7月10日に日中マウスピースによるIPPVのため、携帯型従量式人工呼吸器の使用を開始した。機能していない横隔膜ペースメーカーは除去

表3 肺活量と最大GPBIによる最大深吸気量：1ヵ月以上の非侵襲的換気療法を受けた患者

Patient	VC*Sit	% Pred	Free Time, † hr		GMmaxSBC †	onset NVA	currently
			VC Sup	% Pred			
1	50	1	50	1	1700	> 1	1
2	670	18	700	19		>12	3-4
3	604	8	664	9	900	< 1	1988 §
4	80	2	100	2	1300	>4	死亡 1985
5	263	6	412	9	2740	>4	死亡 1975
6	720	13	760	14		6	1986 §
7	240	6	320	8		0	治療離脱
8	720	14	740	15		0	治療離脱
9	880	15	980	18		0	治療離脱
10	480	8	490	8		0	治療離脱
11	401	12	546	16		< 1	8-10
12	730	24	1800	31		16	16
14	460	13	360	9		0	16
15	460	9	500	10		>16	16
16	1150	32	1510	37		>8	8
17	800	18	1970	56		>12	1982 §
18	700	15	910	20	1900	1	1983 §
19	220	11	240	11		0	0
20	480	11	320	8		<1	1
21	450	8	690	12	1500	4	1
22	250	5	250	5	1900	>1	0
23	520	11	1000	22		>1	死亡 1977
24	890	27	890	27		>1	1988 §
25	1750	42	1750	42		> 16	12-16

- 記録された肺活量は、少なくとも4回から6回まで試みたものの最大結果であり、換気補助開始の少なくとも2ヵ月後のある時点で記録されたものである。

† GPmaxSBCは1回のGPB最大換気量である。

‡ 人工呼吸器からの離脱時間とは、換気不足または疲労のため人工呼吸補助に戻る必要があるまで、自発呼吸できる平均時間を言う。記録された人工呼吸器からの離脱時間は、人工呼吸依存の開始後2ヵ月以内の患者評価から得られたものであり最近の評価である。

§ 表示した年以降に接触はない。

|| 舌喉頭呼吸によらない場合には15分未満の人工呼吸器からの離脱時間を有する患者が舌喉頭呼吸を行なった場合に有した人工呼吸器からの離脱時間を示したものである。

され、気管切開チューブに換えて、マウスピースカリップシールによるIPPVと鉄の肺の使用中に特注の人工補綴物で栓をすることができる開口部を有するカフなし金属チューブが挿入された。このチューブを栓で閉塞していても、気管切開部のエアリークがあったためにGPBと呼吸補助筋の併用により得られる人工呼吸器からの離脱時間は、5分以上に延ばすことができなかった。1969年4月中に気管切開部位は、さらに2回にわたる肺炎の後に閉鎖することができた。人工呼吸器からの離脱時間はGPBで3時間以上までに増加し、少年は1,700mlのGPBによる最大深吸気量を示した。肺活量は座位の呼吸補助筋使用で420mlまでに増加した。シェル型の体外式陰圧人工呼吸器とIAPVの試用をしたが、少年にはIPPVや鉄の肺ほどの効果はなかった。少年は退院し、夜間は鉄の肺からラップ型の体外式陰圧人工呼吸器に切り替えられた。

こうして、日中にはマウスピースによるIPPVを、夜間にはラップ型の体外式陰圧人工呼吸器を使い続けている。歯の処置をしている間のみ座位でIAPVを使用している。過去21年間に上気道感染をきっかけに肺炎になったのは2回であった。

他の患者5名も、気管切開部位の閉鎖後にGPBを習熟し、日中の人工呼吸器からの離脱時間に、また夜間の人工呼吸器不調の場合のバックアップとして使用している(表3)。

考 察

体外式陰圧人工呼吸、および、マウスピースカリップシール、鼻マスクによるIPPVを含む非侵襲的陽圧換気療法は、高位四肢マヒ患者の適切な肺胞換気を維持することができる。これには、肺活量がほとんどないもしくは測定されうるほどない人工呼吸器からの離脱時間ゼロの患者も入る。この方法の使用に対する禁忌とされるのは、うつ病状態および重症の口咽頭筋力低下である。

私達の検査室で実施中の睡眠ポリグラフの研究から、睡眠中の患者はリップシールによるIPPV使用時に過度の鼻孔からの換気リークを防止し、また鼻マスクによるIPPV使用時に口からの換気リークを防止するために、条件反射運動を続けることができることが判明した。

受傷時から最適の換気を受け、呼吸中枢の化学調節系に異常がない患者は、カフなしのチューブを挿入した気管切開、マウスピースカリップシールによるIPPV、鼻マスクによるIPPVのいずれの換気補助を受けているかを問わず、正常の睡眠時の血液ガス値を維持する傾向がある。

日中に換気低下したままの患者や高炭酸ガス血症が酸素の恒常的付加により悪化した患者の換気は、睡眠中はさらにNIVにより正常化することが困難になる。これは睡眠中に過度の換気リークを防止する反射的な中枢性呼吸調節機構に関連しているようである。フェイスマスクやリップシールによるIPPVでの綿球による鼻栓使用が必要な患者もたまにいるが、今回の研究

の対象患者にはいなかった。

NIVへの移行は気管切開からよりも気管内挿管によるIPPVからの方が簡単である。しかし、残念なことに、気管内挿管中に呼吸リハビリ室に移される患者はほとんどいない。それでも、日中気管切開チューブを閉鎖し、マウスピースカリップシールによるIPPVを導入し、GPBを習得することに意欲的であった患者は、首尾よく24時間NIVに切り替えることに成功した。

呼吸筋機能がほとんどないまたは全くないこれらの患者には、介助なしの咳では排痰効果がほとんどない。通常の肺炎発症率よりもはるかに高い発症率は、よくある良性の上気道感染をきっかけとして起こる。徒手による咳補助は技術を要し大変骨が折れる。

器械による咳補助(訳注:MAC=Mechanically assisted coughing:カフアシストやカフマシーンによる)は気管切開した患者にも気管切開していない患者にも、気管分泌物を取り除くのに極めて効果的である。MACの器械は、調節可能な陽圧(通常40mmHg)による深吸気を行ない、その後0.2秒(訳注:最近はこの数字が記載されている)で調節可能な陰圧(通常は-40mmHg)に転じる際に通常約80mmHgの圧降下をした後、1,2秒陰圧が持続されるものである。これによって気道分泌物が口まで運ばれ、さらに口から吐き出される。

MACの器械を個々に所有することを患者は渴望しているが、過去25年間製造されていない。現在、われわれは新モデルの試作機を開発中である*。

*訳注:これが1994年にはカフマシーンとして米国FDAで医療機器として認可され、唯一のMAC市販機器として普及。2000年には、EUでの医療機器としての輸入が認められたのをきっかけに、ニューモデルのカフアシストが製造されるようになった。日本でも現在輸入販売されている。

結論として、外傷性高位四肢マヒ者に対する長期NIVは、気管切開によるIPPVまたはEPRの代替法として安全で効果的な方法となり得る。気管切開部位の閉鎖とGPBの習熟により、人工呼吸器からの離脱時間が数時間も可能になり、気管切開チューブの接続部のはずれによる呼吸停止事故が突然起こりはしないかと心配しないですむようになる。外傷性高位四肢マヒ者におけるNIV(陽圧も陰圧も含めて)、とくに新たに記載した陽圧式NIVの使用について、さらに研究を進めるに値する。



換気障害患者における 気管内挿管または気管切開チューブの抜管基準

—ウィーニングへの新しいアプローチ—

Criteria for Extubation and Tracheostomy Tube Removal
For Patients With Ventilatory Failure

CHEST 1996 ; 110:1566-71

John R. Bach, MD, FCCP; Lou R. Saporito, RRT, BS

(訳者：赤十字語学奉仕団 古米稔子、関根孝江、田邊政子)

【要約】 本研究の目的は、気管内挿管チューブまたは気管切開チューブの抜管の成功を予測すると思われるパラメータをプロスペクティブ（訳注：計画に従って後に発生する事象を追跡する方法）に比較することである。

換気機能に関係なく、主として神経筋障害による換気不全を持ち基準を満たした患者49名に対し、連続して62回の抜管が試みられた。34名の患者は人工呼吸器による補助を24時間必要とした。気管内挿管チューブまたは気管切開チューブを経由した間欠的陽圧換気（intermittent positive pressure ventilation = IPPV）の代わりに必要に応じて非侵襲的IPPVを用いた。

「抜管し切開部位が閉鎖し、それに伴う呼吸不全症状および血中ガスの悪化が少なくとも2週間見られない場合」を抜管の成功と定義した。非侵襲的IPPVおよび咳の介助を行なっているにもかかわらず、呼吸困難、肺活量および動脈血酸素飽和度の低下が現れた場合を抜管の失敗と定義した。年齢、抜管前の人工呼吸器の使用期間、肺活量、咳の最大流速（PCF）を独立変量とし、抜管の成功の予測に有用であるかを調べた。

PCFが160L/minを超える場合のみ抜管の成功が予測でき、反対に160L/minのPCFを介助によっても作り出すことができない場合は再挿管の必要性が予測された。PCFが160L/minを超える患者に対する43回の抜管は全て成功した。PCFが160L/min未満の患者に対する15回の抜管は全て失敗した。PCFが160L/minである患者4名については2名が成功、2名が失敗であった。我々は、神経筋障害による換気不全患者の抜管が成功するためには、自発呼吸の能力に関係なく、少なくとも160L/minのPCFを咳介助によってでも作り出せる能力が必要であると結論付けた。

キーワード：咳（cough）；強制排気（exsufflation）；機械式人工換気（mechanical ventilation）；筋ジストロフィー（muscular dystrophy）；ポリオによる灰白髄炎（poliomyelitis）；呼吸マヒ（respiratory paralysis）；呼吸療法（respiratory therapy）

略語：ALS=筋萎縮性側索硬化症；IPPV=間欠的陽圧換気；MAC=器械による咳補助；PCF=咳の最大流速；SpO₂=オキシヘモグロビン飽和度；VC=肺活量；VFBT=呼吸器離脱時間

人工呼吸器を外して自力で換気していただける時間

人工呼吸器からのウィーニングに関するパラメータについてはすでに多くの記載があり、その相対的な重要性が議論されてきたが、我々の知る限り気管内挿管チューブや気管切開チューブの抜管に関する基準は存在しない。呼吸筋麻痺または胸部の機能障害に起因する換気不全の患者では、肺活量（VC）が測定不能なほど少ない患者でも、肺胞換気は非侵襲的な方法によって長期に維持することができる。

しかし、我々の研究では、肺活量がわずかであった多くの患者で気管切開チューブの抜管に成功した一方で、気道分泌物を排出できないため抜管できない患者も一部存在した。そして、排痰困難のため気管切開チューブの留置を余儀なくされた患者の中には以後、人工呼吸器使用を必要としなくなる者も含まれていた。実際、気道に分泌物があっても咳による排痰が不十分なために、自発呼吸ができるのに気道吸引だけの目的で気管内挿管チューブまたは気管切開チューブを留置している患者も多くいる。

我々は、患者が人工呼吸器による換気補助を必要としているかどうかにかかわらず、分泌物を移動できる最大の呼気流速を作る能力が、安全に抜管できるかどうかを決定するパラメータになるという仮説を立てた。本研究の目的は、気管内挿管チューブまたは気管切開チューブの抜管の成功を予測すると思われるパラメータをプロスペクティブに比較することであった。人工呼吸器への依存性に関わらず、気管内挿管や気管切開チューブを抜管することは、換気不全の患者に対する、新しいウィーニングアプローチの一つである。

被験者と方法

気管内挿管または気管切開チューブを留置された主として神経筋障害による換気不全患者49名が、人工呼吸器からの離脱と抜管を目的として、人工呼吸管理室に入室した。49名のうち43名は従来の方法によるウィーニングに失敗し、残りの6名は人工呼吸器からは離脱したものの、急性期の入院期間中には抜管できず、気管切開チューブの留置を余儀なくされた。人工呼

吸器使用者はいずれも、アシスト・コントロールモード、同期式間欠的強制換気 (SIMV)、プレッシャーサポート換気、呼気終末陽圧、酸素付加を組み合わせ使用していた。人工呼吸器使用者43名のうち34名は人工呼吸器による換気補助を24時間必要としていた。患者の多くはこれまでウィーニングを試みて2回以上失敗しており、7名は抜管して再挿管した経験が1回以上あった。

10名は通院患者で、残る39名は入院患者であった。少なくとも6名の患者は気管切開チューブを留置したまま医療施設以外の環境へ退院することができなかった。この患者らは退院後の環境で常時家族やヘルスケアの専門家の管理を受けて気管内吸引ができる状態でなく、またいずれの患者も長期の特殊看護ケアを望んでいなかった。

さらに、気管切開を受けている5名の慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 患者も抜管し (表1)、気管内挿管チューブを留置していた2名のCOPD患者は同様のアプローチで抜管した。気胸の既往症を持つ患者はいなかった。患者らが抜管の治療プロトコルの被験者となったのは、医学的に安定な状態で、発熱がなく、白血球値が抗生物質の点滴なしで正常な値であるか、もしくは値が上がっているがグルココルチコイドの投与のためであると説明がつく場合である。加えて、患者らには健全な認識力があり協力的であること、抗ヒスタミン薬以外の催眠薬や鎮静剤を投与されていないことが求められた。

神経筋疾患の患者らは酸素付加をしないルームエアによる人工呼吸器の換気補助を使用または使用せずに、必要に応じて徒手または器械による咳介助を受け、60mmHgを超える動脈血酸素分圧、92%を超える平均オキシヘモグロビン飽和度 (SpO_2)、正常な動脈血炭酸ガス分圧を維持する必要があった。COPD患者は補足的酸素を受け、中程度の高炭酸ガス血症は許容された。

肺活量は、気管内挿管や気管切開チューブ留置中はカフエアを膨らませた状態で、また、抜管した後は、上気道を通して測定された。できるだけ、器械による咳補助*を行う前と直後の両方を測定するようにした。4~7

回測定して観測された最大値を記録した。

* 訳注: MAC=Mechanically assisted coughingと呼ばれる。使用する器械は、イン・エクサフレーター=In-Exsufflator、別名カフマシーン=cough machine、最近ではニューモデルのカフアシスト=cough assist; JH Emerson Co.社製; Mass州Cambridge。

人工呼吸器を外して自発呼吸をしていられる時間 (VFBT) は間欠的陽圧換気 (IPPV) を止めて患者が我慢できる時間から推定した。VFBTとは SpO_2 低下または終末呼気炭酸ガス濃度の上昇が発生し、患者が息切れのために人工呼吸器の補助を戻して欲しいと言うまでの最長時間である。VFBTは一日の時間帯、疲労度、周囲の温湿度に依存し、また慢性炭酸過剰症の患者ではその他の環境に依存するので、定量的、統計的な分析には使用されなかった。

咳の最大流速 (PCF) は介助なしの咳と介助による咳の両方で測定 (訳注: 簡単な器具であるピークフローメーター=Peak Flow Meter; HealthScan Inc社製; NJ州Cedar Gloveを用いて) された。介助による咳では、声門を閉じて最大の吸気を息溜め (air stacking) してから、声門の開く瞬間に腹部圧迫を加えてPCFを最大にした。4~7回測定して観測された流速の最大値を記録した。

人工呼吸器使用者の治療プロトコルの要約は次の通りである。

ポータブル容量の人工呼吸器に切り換え、通常はアシスト・コントロールモードを使用する。肺実質障害のない神経筋疾患患者では、人工呼吸器による換気補助とMACによる気道分泌物排出を行なって肺の酸素化を正常に維持することで、余分な酸素付加から離脱させる。その時点では窓を閉じておける有窓のカフ付きチューブに移行させる。

次に、チューブの窓または気管切開部位のボタンが閉じられた状態で患者が必要に応じたマウスピースおよび鼻インターフェイスによるIPPVの使用に慣れてきたら、抜管し必要に応じてMACを含む咳の介助を行なう。

最終的に、正常な SpO_2 を維持し、またCOPDでない

表1 COPD患者の気管切開チューブ抜管時の臨床データ

年齢 歳	TIPPV* 月	FEV ₁ ml	FEV ₁ /FVC %	自力のPCF L/ml	aPCF† L/ml	成否‡	h/d§	F/u‡‡	C**
72.0	7	870	75	120	300	S	24	12	24 ††
72.9	7	700	60	250	250	S	15	2	0
46.3	6	320	31	250	250	S	24	24	24 ††
73.5	6	730	61	<50	<50	F	24	2	24 ††
53.0	4	650	55	190	190	S	8	22	8

* 抜管の前に気管切開による間欠的陽圧換気 (TIPPV) からのウィーニングを試みた月数

† aPCF (=assisted PCF): 介助による咳の最大流速

‡ 抜管の成功 (S) または失敗 (F)

§ 抜管時に必要とした補助換気の日あたりの時間

‡‡ 抜管後に使用した非侵襲的IPPVの使用月数

** 現在の一日あたり補助換気使用時間

†† 死亡直前の一日あたり人工呼吸器使用時間

患者では正常な終末呼気炭酸ガス分圧を維持しつつ、吸気補助を患者の耐えられる範囲で、さらに少なくしていき人工呼吸器の補助から離脱する。

患者らは好みに応じて覚醒時は鼻インターフェイスがマウスピース、睡眠時は鼻インターフェイスカリップシールを経由してIPPVを受けた。COPD患者以外では意図的に酸素補給を回避した。回避したことにより、SpO₂測定に基づいたフィードバックを行なうこと、ならびに睡眠中にも非侵襲的IPPVを使用することを最大限に効果的に行なえるようにした。患者には、SpO₂低下時は換気補助によって肺泡換気を正常にするか、あるいは徒手または器械による咳補助によって気道分泌物を排出せよという合図である、と指示した。どの患者もこの概念を短時間でマスターした。

MACの設定は+30～+50 cm H₂Oから-30～-50 cm H₂Oとした。MACはカフを膨らませた気管内挿管または気管切開チューブを経由して使用した。気管切開ボタンを閉じた、あるいは抜管した患者では、フェイスマスクを通して呼気相で腹部圧迫を併用して使用した。患者は咳がしたい時にいつでもMACを使用し、特に気管支に粘液栓が詰まってSpO₂低下が起きた時に使用した。この場合にはVCとSpO₂が、粘液栓の詰まる前のベースラインに戻りそれ以上分泌物が排出されなくなるまで使用を続けた。

血中炭酸ガス濃度が正常な神経筋疾患患者のSpO₂のベースラインが積極的な介助咳にもかかわらず92%より下がる場合は、抜管に向けた次のステップへの進行を少なくとも一時的に阻むものであり、診断のための精密検査をさらに受ける必要があることを知らせるシグナルである、とした。

酸素付加から離脱した後、気管内挿管チューブを留置していた患者は抜管し、直ちに非侵襲的IPPVの管理下に置かれ、必要に応じてMACの使用を続けた。神経筋疾患患者12名のうち5名は非侵襲的にIPPVを受ける訓練を気管内挿管の前に経験していたので、抜管の直後から非侵襲的IPPVを容易に使用できた。残りの7名は短い期間だが非侵襲的IPPVのトレーニングを必要とし、その間VFBT〔呼吸器離脱時間〕のない患者はたびたび救急蘇生バッグによる換気補助を必要とした。

このように、基準を満たした49名の神経筋疾患の患者では自発呼吸の能力にかかわらず気管内挿管や気管切開チューブの抜管が行なわれた。《抜管後、気管切開部位が閉鎖し非侵襲的IPPVと咳補助の必要に応じた使用を続け、少なくとも2週間呼吸困難がなく血中ガスの悪化がない場合》を抜管の成功と定義した。

《気道分泌物の貯留に起因するSpO₂低下の進行、および呼吸困難が3日以内に観察され、気管内挿管や気管切開チューブを再挿入しそれを經由してMACまたは気道吸引を行なわなければ解決しない場合》を失敗と定義した。

抜管を行なった時点での侵襲的IPPVの使用期間と一日使用時間を記録した。年齢、肺活量、PCF〔咳の最大流速〕、人工呼吸器の使用期間と一日あたりの使用時間について、抜管の成否との相関関係が単変量および多変量分析によって評価された。脊髄損傷 (SCI) 患者、

初めて抜管を試みる前に人工呼吸器から離脱していた6名を除くSCI患者、換気障害を主とするSCIでない患者、また換気障害を主とする患者グループ全体について、別々に分析した。COPD〔慢性閉塞性疾患〕患者は気管切開チューブ留置者が5名、気管内挿管チューブ留置者が2名のみであったため、彼らのデータは統計的分析には含めなかった。単変量分析および逐次判別分析を用い、p値〔有意確率〕が0.05未満であれば、介入（訳注：ここでは抜管のこと）の成功が有意に予測されるとみなした。

結果

37名の患者に対し、気管切開チューブの抜管が49回行なわれた。患者37名の診断は次のとおりである。

脊髄損傷22名、肺泡低換気15名。肺泡低換気患者15名のうちわけは、進行性神経筋疾患11名、ギラン・バレー症候群2名、肥満性低換気症候群1名、部分肺切除および慢性肺泡低換気1名である。最初の抜管では25名の患者が成功し、12名の患者が失敗した。その後の実験では7名の患者が成功し、5名の患者が失敗した。成功した7名の患者のうち5名と、失敗した5名の患者のうち2名はすでに呼吸器から離脱していた。

神経筋疾患患者に対し、気管切開チューブの抜管を37回試みた。これらの神経筋疾患患者は平均して9.4±13.1ヵ月間（期間は1～65ヵ月）人工呼吸器から離脱することがなかった。抜管後に、26名が平均して19.8±21.6ヵ月間（期間は0.2～70ヵ月）の非侵襲的IPPVを必要とした。これら26名の患者のうち17名は現在も1日16.8±8.0時間（最低8～最高24時間）の非侵襲的IPPVを使用している。気管切開チューブから非侵襲的IPPVの移行に成功した17名の患者は、24時間の人工呼吸を（平均して19.5ヵ月間；最大で65ヵ月間）要しており、これらの患者の以前の主治医は、気管切開チューブの留置の継続をすすめていた。

最初の抜管前にすでに人工呼吸器から離脱していた6名のSCI患者に対して、抜管が行なわれた。そのうち3名が成功し、3名が失敗した。成功した3名の患者の平均年齢は55.6±26.3歳で、人工呼吸器離脱前に14.0±11.3ヵ月間の気管切開によるIPPVを使用しており、肺活量は1470±304ml、介助によるPCFは477±258L/min（範囲275～790L/min）であった。失敗した3名の患者の平均年齢は、35.8±15.7歳で、人工呼吸器離脱前に7.0±11.4ヵ月間気管切開によるIPPVを使用しており、肺活量は1200±414ml、介助によるPCFは85±58L/min（50～115L/min）であった。PCFにおける差のみが、P値が0.05未満であり、統計学的に有意であった。

抜管に失敗した患者3名のうち1名は6ヵ月におよぶ気管のゾンデ挿入を行ったことによって、気道が十分に拡張し、介助によるPCFが300L/minを超えたため、最近、抜管に成功した。

以上のような方法で、人工呼吸器を使用していない13名の患者に対して、抜管が行なわれた。そのうちわけは、最初の抜管前に人工呼吸から離脱していた6名と、当初抜管が失敗したにもかかわらず人工呼吸器を使用

しなくなった7名の患者である。

抜管の成否に関わる独立変数についての単変量逐次判別分析の結果を表2に示す。逐次判別分析により、PCFだけが抜管の成功を予測し、他のパラメーターとは関係なく予測することが明らかになった。単変量分析はPCFと抜管の成功との相互関係を明らかにした。さらに、単変量分析は、SCI患者における抜管前の気管切開IPPVの長期使用と抜管成功との著しい相互関係を表している。

COPD患者5名に試みた抜管の結果を表1に示す。5名の患者のうち4名は、抜管後、非侵襲的IPPV使用で維持されることに成功した(表1)。これらの患者のうち2名は24時間の非侵襲的IPPVを受け、それぞれ6ヵ月後、12ヵ月後に死亡した。抜管に失敗したCOPD患者は、人工呼吸室を出て数ヵ月後に気管切開IPPV使用のもと、死亡した。

人工呼吸器を使用している神経筋疾患患者に対して行なった気管内挿管チューブの抜管は、13回行なわれ、全例で成功したため、統計学的な比較はできなかった。抜管に成功した患者の診断は次のとおりである。

SCIが5名、進行性神経筋疾患が5名、ポストポリオ症候群が1名、離脱と抜管を異なる機会に行なった肥満性低換気症候群が1名であった。

抜管直前には、患者の平均年齢は 37.3 ± 18.4 歳(16.7~72.5歳)であり、気管内挿管チューブによるIPPVの使用期間は平均して 18.2 ± 9.9 日間(2~32日間)、1日平均 23.5 ± 1.7 時間(18~24時間)であり、肺活量は 575 ± 213 ml(200~1020ml)であった。抜管直後には、介助によるPCFは 235 ± 62 L/min(範囲197~436L/min)であった。抜管後、SCI患者5名のうち4名は1週間足らずで人工呼吸器から離脱した。残りの患者は、平均して 15.2 ± 8.6 ヵ月間(範囲2~30ヵ月間)の非侵襲的IPPVの使用を継続する必要があったが、当初は1日24時間、現在は1日 11.6 ± 7 時間の使用である。患者全員は少なくとも夜間の非侵襲的IPPVの使用継続が必要であり、2名については24時間の非侵襲的IPPVを必要としている。

最近、自発呼吸のできる重症肺疾患患者2名に対して、さらに抜管2回を試みたが、抜管後に2L/minのPCFも得ることができず、2例とも失敗に終わった。

人工呼吸器使用を必要とした期間の長短は、抜管の成功を予測する際に重要ではないことを裏付ける有力な根拠として、抜管に失敗した患者は、抜管に成功した患者に比べ、人工呼吸器の使用期間が短かった事実が挙げられる(表2)。

また、抜管できた患者は、1名を除き、抜管成功時に24時間の人工呼吸器使用が必要であった。さらに、自発

表2 気管切開チューブ抜管に関連する独立変数の統計学的比較

	成功	失敗	単変量	判別
SCI患者				
変数	19	12		
年齢	37.2 ± 20.9	34.1 ± 18.4	0.68	NS
TIPPV [†]	9.7 ± 11.0	3.8 ± 3.4	0.04	NS
肺活量、ml	1045 ± 707	1053 ± 467	0.97	NS
時間/日 [‡]	12.8 ± 10.7	8.7 ± 10.4	0.29	NS
介助によるPCF、L/min [§]	278 ± 157	101 ± 40	0.0001	0.0006
SCI患者(初期の試みの時点ですでに、人工呼吸器から離脱していた6名を除く)				
変数	16	9		
年齢	33.7 ± 18.2	33.5 ± 19.4	0.98	NS
TIPPV [†]	8.9 ± 10.1	2.7 ± 0.7	0.03	NS
肺活量、ml	966 ± 725	1004 ± 492	0.88	NS
時間/日 [‡]	15.3 ± 9.9	11.6 ± 10.5	0.39	NS
介助によるPCF、L/min [§]	242 ± 100	104 ± 44	0.0001	0.0008
換気障害を主疾患とする全患者				
変数	32	17		
年齢	42.9 ± 18.4	38.9 ± 18.3	0.47	NS
TIPPV [†]	11.2 ± 15.0	5.8 ± 6.1	0.09	NS
肺活量、ml	892 ± 609	982 ± 466	0.59	NS
時間/日 [‡]	16.6 ± 9.8	11.1 ± 9.9	0.07	0.01
介助によるPCF、L/min [§]	259 ± 128	103 ± 40	0.0001	0.0001
SCI患者を除く全患者				
変数	13	5		
年齢	51.4 ± 9.4	50.6 ± 12.7	0.88	NS
TIPPV [†]	13.2 ± 19.8	10.8 ± 8.7	0.80	NS
肺活量、ml	667 ± 343	814 ± 468	0.47	NS
時間/日 [‡]	22.0 ± 4.9	16.8 ± 5.9	0.07	NS
介助によるPCF、L/min [§]	229 ± 60	110 ± 43	0.001	0.001

* COPD患者5名は本分析から除外した

† 抜管前の気管切開IPPV使用期間

‡ 1日あたりの人工呼吸器使用時間

§ 抜管後の介助によるPCF

呼吸の能力に関しては、抜管に成功した患者のうち26名は30分以下のVFBTしかなく、33名は24時間の人工呼吸器使用が必要であり、4名は座位で十分な呼吸が可能であるものの夜間に人工呼吸器使用が必要であり、6名は日中に10～20時間の人工呼吸器使用が必要であり、6名は抜管を試みる時点で、人工呼吸器を使用していなかった。

抜管に失敗した患者のうち、2名が30分以下のVFBTしかなく、4名は24時間の人工呼吸器使用が必要であり、3名は夜間の人工呼吸器使用が必要であり、5名は10～20時間の人工呼吸器使用が必要であり、6名は人工呼吸器を使用していなかった。

抜管に成功した患者において、肺活量とSpO₂ [経皮的動脈血酸素飽和度]の急激な減少が生じ、気管支内の痰による閉塞を示したが、徒手あるいは器械による咳介助を行なって排痰したところ、肺活量はベースラインに、SpO₂は正常値に戻った。

しかし、抜管に失敗した患者においては、痰による気管支閉塞と関連のあるSpO₂低下を迅速に改善できず、再挿管するまでベースラインSpO₂は低下した。失敗した例では、抜管後2～48時間以内に、気管切開チューブを再挿入することになった。

抜管に失敗した18回は、計14名の患者に対して試みたものであるが、引き続き抜管を試みたところ、失敗したのはこのうち7名だけであり、この7名は気管切開チューブをつけたまま退院した。当初失敗した患者は咽頭ファイバースコープをうけ、後に、一部の患者は上気道の閉塞部を取り除く手術を受けた。すべての患者は、息溜め (air stacking) による最大吸気を高め、PCFを上昇させ、抜管を可能にした。

抜管に成功した5名の患者は、4～28ヵ月間気管切開チューブを留置しており、以前は、チューブ関連の合併症のために入院していた。抜管に成功した患者は気管内吸引を行なわないので、少なくとも6名の患者は抜管後1週間またはそれ以内で退院し、自宅に戻った。

この6名は、これまで2～5ヵ月間人工呼吸器使用が必要なため入院しており、気管切開IPPV使用の状態での退院できずにいた。抜管の過程には、非侵襲的IPPV下での訓練、介助による咳の訓練、気管切開部位の閉鎖などを行なうが、この過程に要した期間は3～9日間であった。ただし、肺を部分切除したミルロイ病 (Milroy病、遺伝性下腿浮腫) である患者1名は12日を要し、持続的な気道内分泌物により気管切開部位の閉鎖が遅れたCOPD患者については2週間以上を要した。

死亡した神経筋疾患患者4名のうち1名は腎結石に起因した敗血症により、抜管に失敗し気管切開IPPVを続けていた1名は抜管を試みた数ヵ月後に肺炎により、2名は介助者不在時にIPPVのインターフェースがはずれたことにより死亡した。この患者2名とも呼吸筋を使用したVFBTはないが、2名の患者のうち1名は疲労のため継続ができなくなるまで最大8時間まで舌咽頭呼吸が使用できていた。死亡した非侵襲的IPPV使用者3名のうち2名を除いて、抜管に成功したCOPDでない患者達は、抜管後、上気道に感染を起こし、24時間非侵襲的IPPVと頻繁な介助咳を必要としても、再挿管

を必要とすることはなかった。

考 察

通常の咳は、咳をする前に総肺活量の約85～90%の自立吸気もしくは強制吸気を必要とする。続いて声門が約0.2秒間閉鎖し、十分な胸腔内圧が生み出され、声門開放時、通常、360～1000L/min/分の最大瞬間呼気流量、すなわち咳の最大流速 (PCF) を得ることができる。通常の咳をする時の総呼気量は約2.3±0.5Lである。

呼吸筋麻痺患者は、肺を十分に膨らませることができないこと (肺活量の減少)、腹筋 (呼吸筋) が弱いこと、また、咳を生み出す前に深呼吸を保つため声帯を十分に内転して声門を閉鎖することがしばしばできないために、PCFが減少する。さらに、気管支痙攣もしくは、不可逆的な上部もしくは下部気道閉塞を引き起こすいかなる状態も PCF を減少させる。

呼吸麻痺患者については、最大の強制吸気を行なうことによってPCFを著しく増やすことができるということが明らかになっている。また、PCFは声門開放に合わせて適切なタイミングで腹部を押すことによって、さらに増やすことができる (徒手による介助咳)。強制的に深吸気をもたらすために、救急蘇生用バッグまたは携帯用人工呼吸器を使用することができる。

しかし、肺活量の低下した患者では、口腔咽頭筋や声門筋が弱いと、わずかな強制深吸気しか得られなかったり、強い介助咳をするのに必要な強制深吸気を息溜めする能力が減少する。同様に胸郭変形、脊柱側弯、腹部膨満、満腹、過剰なやせや肥満など、効果的に腹部を押すことを妨げるような状態はいかなるものでも、介助によるPCFを減じることとなる。

この研究では、160L/分を超える PCF を達成できる患者はすべて、気管内挿管または気管切開チューブの抜管に成功した。

一方、160L/分未満の PCF を持つ患者はすべて、気管内または気管切開チューブの抜管に成功しなかった。深吸気を保持することができない、横隔膜非対称、過剰なやせや肥満、もしくは腹部膨満などの理由で介助咳が不十分な場合は、特に器械による排痰 (MAC) が有用になる。

例えば、ある45.4歳の人工呼吸器を使用している脊髄損傷患者の介助による PCF は、彼の腹部膨満の程度によって、120～170L/分まで変化した。彼は膨満がひどい時、MACに大きく依存した。徒手による介助咳もまた、協力的な患者、患者と介助者間の十分な調整、十分な身体的努力、そして多くの場合頻繁な適用を必要とするが、MACはより単純で容易にできる。

MACは、気道に直接600L/分の呼気流速を作り出すことができる。私たちは、COPD患者以外のすべての患者において、気道分泌物を除去し、安全な抜管を可能にするために、MACが非常に重要であることを発見した。神経筋疾患患者で160～175L/分のPCFを有し、永久的に抜管できている3名は、声門の開通性及びコントロールが保たれているため、MACによる気道分泌物

の除去が可能になっている。上気道を介してMACを使用して分泌物を排出した後や、気管内挿管もしくは気管切開チューブを通してMACを使用した時に見られる肺活量及びSpO₂の増加は、その有効性を立証し、さらなる気管内吸引の必要性を排除した。

MACは、球麻痺先行タイプのALS患者の多くや、協力できない小さな子供のように、呼吸相で声門の通気性が保たれない場合、上部気道を介して使用するとしばしば効果がない。また、不可逆的な上部もしくは下部気道閉塞があるときも、MACは効果がないことがある。上部気道閉塞は、しばしば声帯を十分に外転できないこと、もしくは声門下気道狭窄に起因する。COPDにおいては、PCFは減少し、徒手または器械による介助咳は通常役に立たない。

50名のALS人工呼吸器使用者に関する最近の研究では、非侵襲的方法で（気管切開チューブを使用せずに）長期間にわたって24時間の換気補助に成功した27名は、180L/分以上の介助PCF（平均275±65L/分）を有していた。

非侵襲的な方法で換気補助を受けられなかった23名の介助PCFは150±80L/分であった。後者のグループがより高い平均肺活量（934対580mL）を有していたという事実にも関わらず、PCFが低いことで、非侵襲的換気補助は不可能であった。しかしながらPCFの著しい低下は、より高い肺活量を有している患者により重大な声門機能障害があることを示唆した。よって、180L/分以上のPCFを作り出す能力が、息を吸い込む能力よりもより重要であり、気管切開チューブを使用せずにALS患者における換気障害を長期にわたって呼吸管理することを可能にした。

同様にこの研究では、介助なしであろうが徒手的介助であろうが、少なくとも160L/分のPCFを作り出す能力が、気管内または気管切開チューブの抜管及び気管切開によるIPPVから非侵襲的換気療法への移行の成否を予測する上で、VFBT〔呼吸器離脱時間〕、肺活量、年齢もしくは一般的な肺機能よりも重要であることが分かった。

これは驚くにあたらない。なぜなら、進行性神経筋疾患を持つほとんどの患者は、しばしば慢性の肺胞低換気にも関わらず、上気道感染に伴って気道分泌物を除去できなくなり、急性呼吸不全を引き起こすまで、人工呼吸器を使用しないままにいられるからである。これらの患者のうち160L/分のPCFを達成する者はほとんどない。なぜならほとんどの患者は深吸気を息溜め（air stacking）する方法や介助咳をする方法について訓練されていないからである。

我々の結論は、換気不全の程度にかかわらず、神経筋障害患者が安全に気管内または気管切開チューブを抜管できるかどうかを明確に予測するのは、介助咳によるPCFであり、年齢、VFBT、人工呼吸器使用期間、もしくは肺活量ではないということである。予備段階のデータからは、このパラメータが、COPD患者においても、気管内または気管切開チューブの抜管の成否を予測する際に有用かもしれないと推測している。

非侵襲的呼吸モニタリング及び非侵襲的な吸気および呼吸筋の補助手段を活用するウィーニング方法は、人工呼吸器を使用している適切なPCFを有する神経筋障害患者の気管内挿管や気管切開チューブの留置及び気管内吸引の必要性を排除しうる。

このことは重要である。なぜなら、コストを大幅に削減するだけではなく、長期間の換気補助を受けるために気管切開下の間欠的陽圧換気から主として非侵襲的換気療法に転換した59名の人工呼吸器使用者を最近調査したところ、彼らはそれを安全性、簡便性、快適さ、会話、嚥下、睡眠そして外見の点から好んだからである。

非侵襲的方法から気管切開によるIPPVに移行した患者でさえも、圧倒的に非侵襲的方法を好んだ。また、人工呼吸器を24時間使用して非侵襲的換気補助を受けている喉咽頭機能が維持された患者は、気管切開による患者に比べて、呼吸関連の合併症を起こす数をはるかに少ないという証拠がある。

このように、酸素からの離脱、気管内挿管や気管切開チューブの抜管、そして可能であれば非侵襲的換気療法からの離脱という戦略は、160L/分を超えるPCFを作り出すことができる場合、換気障害を主体とする患者に適用可能である。そしてこのアプローチはこうした患者にとって、従来のウィーニング方法よりも多くの潜在的長所を有しているのである。■

長期の気管切開カニューレを抜くことができた 5歳の女児例

国立療養所八雲病院小児科医長
石川 悠加

ニュージャージー医科歯科大学
リハビリテーション科&ニューロサイエンス科教授
ジョン・R・バック

(「難病と在宅ケア」vol.5 no.3)

3才の時、脊髄損傷

患者さん(以下、Tちゃんと呼びます)は、3才の時、交通事故で、頸髄損傷(C2)を受けました。これは、映画スーパーマンで有名な俳優のクリストファー・リーブが、落馬した時のケガと同じです。頸髄損傷では、手足が動かなくなるだけでなく、息をずる呼吸筋も麻痺します。クリストファー・リーブも、「頭の中では、苦しいから息をしようとしているのに、空気が入ってこないの、パニックになった。そして、しばらくして、意識を失った。」と後に語っています。

Tちゃんも、3才の時、きっとそんな大変な体験をして、大きな病院の救急部で、気管内挿管とって気管に管を入れて、人工呼吸器をつけて呼吸を助けたのでしょう。自発呼吸とって、普段は、私達は、起きている時はもちろん、寝ている時でも特に意識なくとも息を吸ったりはいたりしています。でも、事故の後から、Tちゃんには、自発呼吸がなくなりました。それは、13日目になっても出てこなかったの、もっと長く人工呼吸を続けるために、気管切開をしました。

事故から2年間の回復

頸髄損傷から26日目に、弱いけれど自発呼吸が出してきました。2ヶ月後に小児科に転科し、手足のリハビリテーションをしながら、人工呼吸器を付ける時間を、24時間から徐々に短くしていきました。呼吸器をつけるのは夜間だけで良くなり、1年後には退院し、4才から在宅人工呼吸を始めました。家では、お母さん、お父さんと夜も一緒だし、お兄ちゃんとは、好きな時に遊んだり、兄妹ケンカも負けてはいません。

事故直後はほとんど動かなかった手足も、病院と自宅で訓練を続けるうちに、事故から3ヶ月後にまず左手を挙げるようになり、1年半後に、支えと立ってられるようになりました。事故から2年後には、つたい歩きができるようになり、さらに装具を付けてお母さんに手をひかれてゆっくり15メートルくらいまで歩くようになりました。

事故後は、神経因性膀胱とって、尿を出そうとし

てもうまく出し切れないようになり、お母さんが、一日に数回ずつ、カテーテルで導尿をしていました。大学病院の泌尿器科の先生が診て下さっており、事故から2年後、「だんだん自力で出せる尿の分が多くなってきたので、そろそろ検査をして、導尿の回数も減らしていけるかもしれない」ところまでできました。

他に、胃腸のトラブルが起りやすく、お腹が張って点滴をすることが時にあったので、食事にも気を付けていました。急性胃拡張になると、息が苦しくて、パルスオキシメーターで測る酸素飽和度が低下し、病院まで人工呼吸器を付けながら救急車で行ったこともありました。

気管切開チューブの吸引に代わって

5才の時、Tちゃんは、もう、朝方少しの間と風邪をひいた時しか人工呼吸器を使わなくなっていました。気管切開カニューレが入っているため、特別の通園施設にお母さんが付き添って行っていました。ある日、お母さんとお父さんは、患者さんの情報誌を読みながら、今ならTちゃんの気管切開カニューレを抜くことができるかもしれないと考えました。でも、心配なのは、「現在気管切開カニューレから吸引している痰を、自分で咳をして口から出せない可能性がある、そうすると、痰が詰まったり、肺炎になるかもしれない。」ことでした。

外来で呼吸機能評価

かかりつけの先生の紹介で、5才の夏に、家族皆で当院の外来に来たTちゃんは、ちょっと緊張していました。一時的に、気管切開カニューレを抜いて(図1)、気管切開口をデュオアクティブドレッシング(創傷被覆材)で塞ぎました。理学療法士で呼吸療法認定士でもある三浦先生により、気管切開口を一時塞いで呼吸機能評価を行いました。パルスオキシメーターによる酸素飽和度は、95~96%、鼻カニューレを用いた呼気終末炭酸ガス(EtCO₂)は55mmHg前後でした(図2)。



図1 気管切開チューブを抜いて、ポーズ



図4 徒手による介助咳

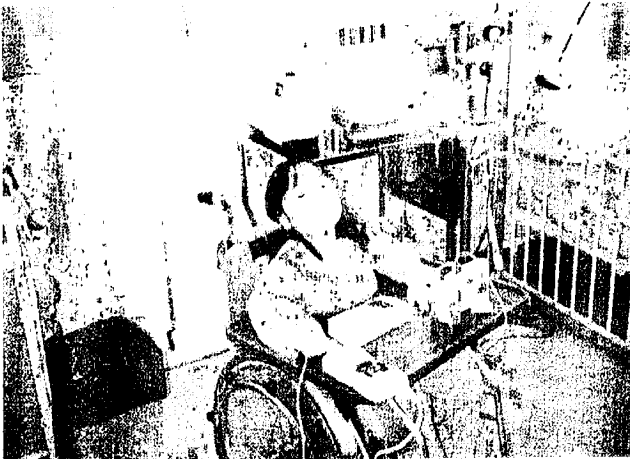


図2 気管チューブを抜いて、酸素飽和度と、鼻カニューレを用いた呼気終末炭酸ガスモニター

結果は、
肺活量(VC)=220ml(仰臥位) 310ml(坐位)
咳の最大流速(PCF)=42L/min(仰臥位)
50L/min(坐位) (図3)
介助咳の最大流速(Assisted PCF)
= 42L/min(仰臥位) 88L/min(坐位) (図4)



図3 ピークフローメーターで、咳の最大流速(PCF)測定



図5 最大強制吸気量(MIC)を得る方法の一つで、救急蘇生用バッグで、肺に一杯空気を送る

最大強制吸気量(MIC)(図5~7)は、この時点では、測定不能でした。でも、だんだん慣れてできるようになりますので、チューブを抜いてから、喉頭機能が回復してきたら、再測定することにしました。

排痰のための咳補助をするカフマシーンを試用したところ、協調を得られそうでした¹⁾(図8)。鼻マスクをあてて陽圧人工呼吸を行うNIPPVにも、協力が得られそうでした²⁾(図9)。



図6 MICを得た時点で、息ため(エア・スタッキング)を3秒程度行う



図7 ためた息をゆっくりはき出す。ベッドサイドでも、流量計で簡単に最大強制吸気量(MIC)を測ることができる

気管切開部位を塞いで1ヶ月

5才の冬に当院に入院し、気管切開カニューレを抜いている時間を昼間徐々に延長し、呼吸リハビリテーションを行いました。一週間後には、気管切開部位をデュオアクティブで塞いだままにしました。口中の酸素飽和度は96~97%、EtCO₂は38~43mmHgでした。

しかし、疲労時、痰がからんだ時は、酸素飽和度が80台、一時的には60台に下がったり、EtCO₂は52mmHgまで上昇しました。寒いだ当初は、特に朝は痰が上がってきても出し切れず、カフマシーンによる排痰(図8)、NIPPVの呼気時に徒手による咳介助を要していましたが、だんだん自分で口から痰が出せることが多くなってきました。また、痰が、気管切開口を覆っているデュオアクティブに付着したりすることも、減りました。

気管切開チューブを抜いて2週間後の呼吸機能の結果は、

肺活量(VC)=265ml(仰臥位) 380ml(坐位)
 %肺活量(%VC)=39%
 咳の最大呼気流速(PCF)=70L/min(仰臥位) (図3)

介助咳の最大呼気流速(Assisted PCF)=153L/min(仰臥位) (図4)

最大強制吸気量(MIC)=630ml(仰臥位)と改善していました(図5~7)。

理学療法士の三浦先生から、呼吸リハビリテーション・ホームプログラムをお母さんに指導しました³⁾ 4)。息ため(エア・スタッキング)は、アンビューバッグとフェイスマスクで行いました(図5、6)。咳介助、舌咽頭呼吸(GPB)(図10)も、ストレスにならないように練習することにしました。

気管切開口は小さくなってきましたが、まだ完全には閉じていないので、時期を見て、気管切開口の閉鎖術を行うかもしれません。

夜間のNIPPVは、今まで気管切開で使っていた携帯型の人工呼吸器で行いました。それに、加湿器を除いた回路を、ゴールドシールマスクにつないでヘッドキャップで固定します(図9)。今後、肺活量が増えて、呼吸パターンが改善してくれば、1年くらいのうちに、風邪をひいた時以外は不要になるかもしれません。

カフマシーンの条件は、陽圧+40cmH₂O、陰圧-40cm H₂O、吸気時間1.5秒、呼気時間2秒、ポーズ0秒が本人のタイミングに合うようでした。肺活量とPCFがもう少し上がってくるまでの間に、風邪をひいたり、喀痰排出困難時には、使えるようにしておきました。気管切開カニューレを抜いてから1ヶ月で、自宅に戻りました。

皆と一緒に幼稚園

ところが、家に帰るとすぐ風邪をひいてしまい、痰の量と粘度が増えてきて、また痰を出すのが大変になり、酸素飽和度が低下しましたが、かかりつけの先生に早速点滴などをしていただき、肺炎にはならず、数日間で回復しました。

朝起きると、呼吸リハビリテーションをお母さんとして、痰を出してから、念願の幼稚園バスに乗ります。お母さんは付いて行きません。バスの中でも、教室でも、痰がからんだら、自分で一杯空気を吸い込んでから溜めて、ゴホンと一気にはき出すと、うまく痰が口から出てくるようになりました。



図8 カフマシーンの陰圧時に、徒手による咳介助を行い、排痰効果を高める



図9 夜間の鼻マスク人工呼吸



図10 舌咽頭呼吸

Eメールでアドバイス

Tちゃんの呼吸ケアについては、このような経験の豊富なバック先生や、Tちゃんのお母さんが知っているカナダの呼吸療法士さんに、Eメールでいろいろお聞きして、アドバイスをいただきました。

末筆ながら、当院へTちゃんをご紹介戴き、現在も熱心に外来フォローをしてくださっている市立札幌病院小児科内藤広行先生をはじめ、関係方々に深謝いたします。

参考文献

- 1) 石川悠加：カフマシーン、筋ジストロフィーはここまでわかったPart 2、筋ジストロフィー研究連絡協議会（編集幹事 埜中征我）、厚生省精神・神経研究委託費筋ジストロフィー研究連絡協議会、医学書院、東京、1999：229-238
- 2) Bach JR, 石川悠加：神経筋疾患の呼吸管理；小児期からのMINIPPVマニュアル、日本小児医事出版社、東京、1996
- 3) 石川悠加：呼吸の問題；指導パンフレット；子どもの筋疾患のいろいろ、埜中征哉(編)、(社)日本筋ジストロフィー協会、東京、1999:33-35
- 4) 石川悠加：小児筋疾患の管理、小児内科、30：1245-1249, 1998

非侵襲的人工呼吸について

J. R. Bach

『神経筋疾患の評価とマネジメントガイド』*
第7章より要旨抜粋、原著1999年

■非侵襲的呼吸療法の適応と診断基準

- * 以下の場合、非侵襲的IPPVで換気できる。
 1. 患者が協調的で、鎮静剤や高濃度酸素投与を受けていない。
 2. 酸素飽和濃度 (SaO₂) が非侵襲的IPPVと積極的な気道内分泌除去により94%以上保てる。
 3. 喉咽頭機能が誤嚥なしに嚥下できるレベルにあるか、咳の流速 (PCF) が160L/分以上ある。
(気道に誤嚥の場合、SaO₂の基礎値は持続的に95%以下)
 4. 物質の乱用癖や抑制不能な痙攣の既往がない。
 5. IPPVインターフェースの使用に支障がない。

- * 低換気症状がない場合、以下の基準を満たせば夜間の非侵襲的IPPVを開始すべきである。
 1. 吸気筋力の急速進行性の低下。
 2. 昼間の高炭酸ガス血症 (呼気終末CO₂値か動脈血ガス分析値が45 mmHgを超える)
 3. 夜間のSaO₂最頻値 (mean) が95%を下回る時間が1時間以上ある。

■呼吸器使用方法に対する選択

著者が対外式人工呼吸を使うのは以下の場合のみ。

非侵襲的IPPVを使ったことがなく、呼吸器をはずすことができない患者が、

- ・ 気管切開部位を塞いだり、気管内挿管チューブを抜いて、非侵襲的IPPVに移行するとき。
- ・ まれに、風邪や鼻づまりで上気道分泌物によって急に非侵襲的IPPVが導入できないとき。

■コストとQOL

- 非侵襲的IPPVを選択することにより、
- ・ 使い捨て吸引カテーテルが不要である。
 - ・ 気管切開チューブの交換や消毒、ガーゼ交換、看護婦資格をもつ人材の在宅派遣が不要に。
 - ・ 侵襲的異物を体内に留置することなく、自身の肺の換気をコントロールできる。
 - ・ 舌咽頭呼吸 (GPB) を使って、人工呼吸器をはずす時間を確保できる。
 - ・ 再入院や呼吸器合併症は気管切開よりずっと少ない。

- ・ QOLは、気管切開することなく呼吸不全や肺炎を避けることにより、大きく向上する。

■非侵襲的方法を開始する困難さ

- ・ (米国の) 多くの医学部や医療スタッフ養成校のカリキュラムに入れられていない。
- ・ ほとんどの医療スタッフが、人工呼吸の効果を最大限に生かし長期の快適性を確保するために極めて重要なカフマシーンや呼吸器のインターフェースの知識がない。
- ・ さまざまな道具を試行錯誤して評価する手間や時間を要するため、介護者も忍耐を要する。
(鼻インターフェース、マウスピース、固定するヘッドギアやバンド、効果、快適性など)
- ・ 開始するのがあまりに遅すぎたり、重症の脳実質疾患患者に適応される傾向がある。
- ・ 高濃度酸素、鎮静剤、麻酔薬が投与されていたり、患者に協調性がないとうまくいかない。
→ 従って、多くの医師がICU用の呼吸器条件で非侵襲的IPPVを開始しようとして挫折している。

■結論

神経筋疾患患者に対する著者らの経験は、以下の声明文と一致している。

「カフマシーンの使用経験が増えるにつれて、気管分泌物を除くために気管支鏡を用いることが少なくなってきた。器械による咳補助がなかったら、たとえ気管支鏡をやっても命は救えない例もいるだろう。

現在、気管支鏡を要する可能性は、期間と主気管支の分泌物による閉塞を除くためだけである。しかし、これも一過性に必要なだけで、今後カフマシーンにより、もっと容易に取り除けるようになれば、気管支鏡による吸引は、人工呼吸を行っている患者に対して、きわめてまれな処置になるだろう」

このように、ある人工呼吸療法患者にとって、カフマシーンは、救命の道具であり、24時間の非侵襲的IPPVを長期に使用するための要である。

*J. R. Bach『神経筋疾患の評価とマネジメントガイド』
(*Guide to the Evaluation and Management of Neuromuscular Disease.*)

大澤真木子監訳、診断と治療社、1999年刊

■呼吸器関連略語表

A-aDO ₂	difference of alveolar arterial oxygen pressure	肺胞気・動脈血酸素分圧較差
AARC	American Association for Respiratory Care	アメリカ呼吸ケア協会
ABR	auditory brainstem response	聴性脳幹反応
A/C	assisted/controlled ventilation	調節・補助換気
ALS	amyotrophic lateral sclerosis	筋萎縮性側索硬化症
ARDS	acute respiratory distress syndrome	急性呼吸速迫症候群
APRV	airway pressure release ventilation	気道圧開放換気
AT	anaerobic threshold	嫌気性代謝閾値
BiBAP	biphasic positive airway pressure	二相性陽圧換気
BLS	basic life support	一時的救命処置
BP	blood pressure	血圧
BRTPT	behavioral responses to pain	痛みの行動質問票
CaO ₂	arterial oxygen content	動脈血酸素含量
CCU	coronary care unit	冠疾患集中治療室
CI	cardiac index	心係数
CMV	continuous mandatory ventilation	持続的強制換気
CMV	controlled mechanical ventilation	調節換気
CO	cardiac output	心拍出量
COPD	chronic obstructive pulmonary(lung)disease	慢性閉塞性肺疾患
CPAP	continuous positive airway pressure	持続的気道内陽圧
CPPV	continuous positive pressure ventilation	持続的陽圧換気
CvO ₂	mixed venous O ₂ content	混合静脈血酸素含量
DSM-ⅢR	Diagnostic and Statistical Manuals of Mental Disorders	〔米国精神医学会〕精神疾患の分類と診断の手引き第3版
E	Expired	呼気
ED	elemental diet	成分栄養
EIP	end-inspiratory plateau or pause	吸気終末休止
EOA	esophageal obturator airway	食道閉鎖式エアウェイ
EPAP	expiratory positive airway pressure	呼気時気道内陽圧
EQ	educational quotient	教育指数
EtCO ₂	end-tidal CO ₂	終末呼気炭酸ガス濃度
f	Frequency	呼吸数
FIM	Functional Independence Measure	機能的自立評価法
F _I O ₂	fractional concentration of O ₂ in the inspiratory gas	吸入気酸素濃度
FRC	functional residual capacity	機能的残気量
FVC	forced vital capacity	努力肺活量
GCS	Glasgow Coma Scale	グラスゴーコーマスケール
GER	gastroesophageal reflux	胃食道逆流症
GPB		舌咽頭呼吸
HFO	high frequency oscillation	高頻度振動換気
HFV	high frequency ventilation	高頻度換気
HMV	Home Mechanical Ventilation	在宅人工呼吸療法
HOT	Home Oxygen Therapy	在宅酸素療法
HR	heart rate	心拍数
ICD-10	international classification of diseases10	国際疾病分類
ICU	intensive care unit	集中治療室
Ig	Immunoglobulin	免疫グロブリン
I	Inspired	吸気
I:E	inspiration expiration ratio	吸気・呼気比(IE比)
IMV	intermittent mandatory ventilation	間欠的強制換気
IPAP	inspiratory positive airway pressure	吸気時気道内陽圧
IPPV	intermittent positive pressure ventilation	間欠的陽圧換気
IRDS	infant respiratory distress syndrome	新生児呼吸速迫症候群

JCS	Japan Coma Scale 日本昏睡スケール
LMA	laryngeal mask airway ラリンジアルマスクエアウェイ
LRD	low residue diet 半消化態栄養
MAS	meconium aspiration syndrome 胎便吸引症候群
MDI	metered dose inhaler 定量吸入器
MET(s)	metabolic equivalents メッツ
MIC	maximum insufflation capacity 最大強制吸気量
MI-E	mechanical insufflation-exsufflation 器械(カフマシーン)による強制吸気・呼気
MMV	mandatory minute volume ventilation 強制分時換気
MIP	maximum inspiratory pressure 最大吸気圧
MPQ	McGill Pain Questionnaire マクギル疼痛質問票
MRSA	Methicillin Sensitive Staphylococcus Aureus メチシリン耐性黄色ブドウ球菌
NIMV	noninvasive intermittent mandatory ventilation 非侵襲的人工呼吸管理
NIPPV	noninvasive intermittent positive pressure ventilation 非侵襲的陽圧人工換気
NIV	noninvasive positive ventilation 非侵襲的人工換気
NPV	negative pressure ventilation 胸郭外陰圧式人工呼吸
NPPV	noninvasive positive pressure ventilation 非侵襲的陽圧人工換気
NSAIDs	non-steroidal anti-inflammatory drugs 非ステロイド性抗炎症鎮痛薬
P _{ACO2}	partial pressure of Alveolar carbon dioxide 肺胞気炭酸ガス分圧
P _{aCO2}	partial pressure of arterial carbon dioxide 動脈血炭酸ガス分圧
P _{aO2}	partial pressure of arterial oxygen 動脈血酸素分圧
PAV	pressure assist ventilation 従圧式補助換気
PC	pressure cycled: 従圧式
PCA	patient-controlled analgesia 自己管理麻酔法
PCF	peak icough flow 咳の最大流速
PCM	protein calorie malnutrition 低栄養
PCPS	percutaneous cardiopulmonary support 経皮の心肺補助
PCV	pressure control ventilation 従圧式調節換気
PEEP	positive end-expiratory pressure 呼気終末陽圧
PFSS	pulmonary functional status scale 肺機能状態尺度
PIP	peak inspiratory pressure 最大吸気圧
P _{O2}	partial pressure of oxygen 酸素分圧
PPHN	persistent pulmonary hypertension of the newborn 新生児持続性肺高血圧症
PSV	pressure supported ventilation プレッシャーサポート換気
PTCA	percutaneous transluminal coronary angioplasty 経皮の冠血行形成術
RDS	respiratory distress syndrome 呼吸速迫症候群
ROM	range of motion 関節可動域
RPE	rate of perceived exertion scales 自覚的運動強度
S _{aO2}	saturation of arterial oxygen 動脈血酸素飽和度
SIMV	synchronized intermittent mandatory ventilation 同期式間欠的強制換気
S _{po2}	saturation of pulse-oximetry oxygen 経皮の動脈血酸素飽和度
SV	stroke volume 1回心拍出量
S _{vO2}	saturation of mixed venous oxygen 混合静脈血酸素飽和度
TI	inspiratory time 吸気時間
TPN	total parenteral nutrition 完全静脈栄養
TV	tidal volume 1回換気量
VAP	ventilation assisted pneumonia 人工呼吸器関連肺炎
VAS	Visual Analogue Scale 視覚的アナログ尺度
VC	vital capacity 肺活量
VC	volume cycled 従量式
V _{CO2}	production of carbon dioxide per minute 1分間炭酸ガス産生量
VCV	volume control ventilation 従量式調節換気
V _D /V _T	dead space to tidal volume ratio 死腔率
V _{O2}	consumption of oxygen per minute 1分間酸素消費量
VSV	volume supported ventilation ポリウムサポート換気

* 『人工呼吸器ケアのすべてわかる本』 照森社、2001を改変・加筆

一回換気量：通常の吸気時の空気の量を $m l$ で表示。

器械による強制吸気と呼気 (MI-E: mechanical insufflation-exsufflation)：肺に深呼気容量の空気を送った後すぐに、瞬時に陰圧（強制呼気）をかけ10ml/秒の呼気流速を作り出し、気道分泌物を除去する器械的方法。その器械がカフマシーン。

気管：咽頭の下から気管支まで（10～12cm）。

球(Bulbar)筋群：喉咽頭筋を含む頭と首の筋群。話す、嚥下、咳、嘔吐のさいに使用。

高炭酸ガス血症：呼吸筋の機能障害により、適切な喚起ができず血中CO₂が増加すること。

呼気終末CO₂濃度：1回の呼気ガスにおける最後の少量のCO₂分圧や濃度。

最大強制吸気量 (MIC=maximum insufflation capacity)：器械により肺に最大に送り込む空気量。

酸素飽和度 (SaO₂)：血中で酸素を運ぶ主要なタンパクである酸素ヘモグロビンは、正常では95%以上で飽和されている。

スパイロメーター：肺活量など空気量の測定器具。

声門：咽頭上部にある声帯のすきま。

舌咽頭呼吸 (GPB: glossopharyngeal breathing)：呼吸筋が低下しても呼吸器離脱時間を確保するために肺に息を呑み込む方法。呼吸器などを用いず最大強制吸気量（または深吸気量）を得るために行う。

体外式陰圧人工呼吸器：胸郭や腹部をおおって間欠的に陰圧をかけ、胸腔内が陰圧になると空気が口や鼻から肺に入る。「鉄の肺」が原型。

低酸素血症：気道の痰や肺炎などで血中酸素濃度が低下すること。しばしば血中CO₂濃度の増加を伴う。

肺性心：肺の換気が悪いため血液の酸素濃度低下（低酸素血症）とCO₂濃度上昇（高炭酸ガス血症）をきたすことで、右心系の心不全が起こること。

バイパップ (BiPAP)：二相性の気道陽圧。人工補助換気の方法であり、製品名でもある。

パルスオキシメーター：血中の酸素ヘモグロビン飽和度を持続的に測定する器具。

CO₂ナルコーシス：血中のCO₂が上昇すると体外へCO₂を排出できない。

CPAP (シーバップ)：持続的気道陽圧。鼻マスクや口鼻インターフェイスによる持続的陽圧は、閉塞や狭窄した気道を確保する作用をする。これは換気や呼吸筋補助の方法ではない。

IPPB：間欠的陽圧吸気。肺を十分に拡張する深呼気を送ること。

PEEP (ピープ: positive end-expiratory pressure)：終末呼気陽圧。人工呼吸器で呼気の終わりに陽圧をかける。

非侵襲的換気療法(NIV)の適応

米国呼吸学会より、慢性閉塞性肺疾患 (COPD)や拘束性肺疾患の急性および慢性呼吸器不全に対するNIVの適応が示されている。

* NIVで治療可能とされる急性呼吸不全

閉塞性：COPD、気管支喘息、上気道閉塞

拘束性：胸郭変形、神経筋疾患、肥満による低換気

肺実質性：エイズ関連疾患、ARDS〔成人呼吸窮迫症候群〕、感染性肺炎

* NIVで適応となる拘束性肺疾患

胸郭変形：脊椎側弯や後弯、肺結核に対する胸郭形成術

緩徐進行性の神経筋疾患：ポリオ後遺症、高位脊髄損傷、脊髄性筋萎縮症 (SMA)、緩徐進行性の筋ジストロフィー、多発性硬化症、両側性の横隔膜麻痺

やや進行の早い神経筋疾患：デュシャンヌ型筋ジストロフィー、筋萎縮性側索硬化症 (ALS)

進行の早い神経筋疾患：ギランバレー症候群、重症筋無力症

最大強制吸気量 (MIC)

- 救急蘇生用バックから送られるフェイスマスクや鼻マスクやマウスピースを通じて深呼吸する。何回かに分けて吸い込んで声門を閉じて息溜め (air stacking) をすることもできる。肺に溜めた空気をはき出し、流量計で測定した量がMIC。
- 従量式人工呼吸器や咳補助器 (カフマシーンやカフアシスト) の陽圧時に送られる吸気を1~3回はかずに溜めてもMICが得られる。
- 舌咽頭呼吸 (GPB)はカエルの呼吸のように、下顎と咽頭の間で溜めた空気を舌で奥に押しこむもので、10~20回でMICが得られる。
- 自力の深呼吸が弱くなってきたら (12歳以下では1,500ml以下を目安に)、1日に2, 3回、1度に3回ずつくらいMICを行うと、肺と胸郭の可動性を維持できる。MICが得られて肺を空気を溜めたまま、3~5秒間静止することが効果的である。この間、声門を閉じることは、強い咳をするのにも役立つ。

舌咽頭呼吸 (GPB)

- 下顎と咽頭の間で溜めた空気を舌で気道に送り込むことで換気を行う。
- GPBを10~20回続けて行うことで、肺活量が低下しても、道具を使わずに十分な深呼吸 (MIC)を得ることができる。
- 肺活量がゼロになっても、喉咽頭機能が保たれていれば、数分から数十分程度換気できる。

- 気管切開していると、この換気方法を活用できない。

このため、24時間のNIV使用者では、人工呼吸トラブルや回路はずれが起こった場合、GBPによる換気の確保は不可能で、短時間で発見されなければ、低酸素脳症や死亡にいたる。

舌咽頭呼吸法 (GPB)の用途

- 人工呼吸器の故障時
- 人工呼吸器なしでいられる時間
- 他の非侵襲的呼吸補助法への変換時の呼吸補助
- 咳の効果を増強させるためのより深い呼吸
- 会話に要する空気量の増加
- 会話の量やリズムの正常化
- 肺コンプライアンス〔肺の膨らみ〕の改善または維持
- 微小無機肺の予防

最大呼気流速 (PCF)

- ピースフローメーターをマウスピースかフェイスマスクに接続して、咳の強さを測定する。
- 12歳以上になると以下のような指標が使える。
PCF<270//分：風邪をひいて痰が多量粘稠になってきたら、排痰困難による急性呼吸不全、窒息の危険があり、ICUに運ばれ、気管内挿管を要することもある。
PCF<160//分：普段で排痰困難や誤嚥を認め、それによる誤嚥性肺炎、急性呼吸不全、窒息の危険がある。
- 通常測定するピークフロー (PEF) に比べてPCFは1.4倍である。
健常 (15±2歳) :
PEF=504±72//分、PCF=720±64//分
デュシャンヌ型筋ジス :
PEF=207±78//分、PCF=294±124//分
健常 (47±16歳) :
PEF=695±70//分、PCF=492±73//分
ALS (47±16歳) :
PEF=181±144//分、PCF=213±193//分
- PCF低下時には、咳を介助し、assisted PCF (介助咳) を評価する。

介助咳(assisted PCF)の最大流速

- ・ ピースフローメーターとマウスピース、フェイスマスクで測定する。
- ・ 自力で咳が弱くなってPCFが低下してきたら、咳介助を組み合わせてPCFを増加することができる。必要に応じて指導する。

徒手による呼気補助：咳の呼気時にタイミングを合わせて、介助者が両手で胸部下部や腹部上部を圧迫。

吸気介助：最大強制吸気量＝MICを救急蘇生用バックや従量式人工呼吸器の吸気の息溜めや舌咽頭呼吸で得てから。

器械による咳介助：MI-Eは、カフマシーンやカフアシストを用いる。呼気時に+40cmH₂Oから呼気時に-40cmH₂Oまで、0.1秒でシフトすることにより気道に流速を生じ、自然の咳を増強。

- ・ 12歳以上でassisted PCFも160//分以下で、MI-Eによっても気道確保困難な場合は、NIVの適応にならない。救命のためには、気管内挿管や気管切開の適応を考慮する。この際、PCF低下の原因が不可逆的である場合、抜管は不可能となる。

MAC器械(MI-E)による咳介助の効果

- ・ 器械はカフマシーンかニューモデルのカフアシストを使用。
- ・ +40cmH₂Oの陽圧から-40cmH₂Oの陰圧に、瞬時(0.1秒)でシフトすることにより生じる気道の流速で、気道内分泌物を除去するのを助ける。
- ・ 神経筋疾患などの上気道感染時や、頭部や胸腹部などの術後で咳が弱くなっているとき、短時間で疲労や痛みが少なく効果的に排痰できるため、肺炎や無機肺になったり、気管内挿管になるのを防ぐ。
- ・ 誤嚥による気管内異物の除去のために気管支鏡を使う必要が減る。
- ・ フェイスマスクとMI-Eを用いた適切な呼吸リハビリテーションにより、NIVから気管切開への移行を遅らせる。
- ・ 鼻汁貯留による鼻閉時に、鼻をかむことの代わりにもなり、上気道を空気の通り道として確保し、NIVの効果を維持できる。
- ・ 在宅人工呼吸において介助者でも使え、MI-Eの併用により緊急入院の頻度が減る。
- ・ ICUやリカバリールームで、気管内挿管を通しての排痰にも効果があり、抜管(NIVへの移行を含む)を助ける。
- ・ 気管切開チューブを通しての排痰にも有用で、通常の吸引のみより、苦痛が少なく一度に多量の痰が吸引でき、吸引の頻度が減り、肺炎になりにくい。

* MACの適応

MAC適応は、神経筋疾患患者や脊髄損傷や術後でParalytic〔麻痺した〕な呼吸機能障害により、痰が弱くて痰が出しにくい患者である。

12歳以上で普段のPCFが270//分以下の神経筋疾患患者では、風邪や術後に備えてまず徒手による排痰介助を習得してもらう。呼気時のタイミングのよい胸腹部圧迫とMICを片方か両方でも活用できる。

徒手による排痰介助によるPCFが270//分以下になり、風邪など上気道炎で痰が多くなったり粘稠になってきたり、体力が弱ってきたり、徒手による介助咳でも歯切れが悪かったり、頻回の徒手による圧迫で胸が痛くなってきたりするなら、MACが有効である。

呼吸器関連文献

- * 「看護学雑誌」2002年2月号 特集<ベンチレータと生きる人々：求められる地域生活支援>
pp.110-150 (医学書院刊、一部定価 1,155円(本体1,100円+税)、送料100円)
〔アンケート〕 ベンチレータと生きる人々に聞く
【講演】人工呼吸器使用者の自立(ウォルト・ローレンス)
「コミュニティケアへの道のり」(アイリーン・ハンレイ)
「呼吸管理の基礎知識」(石川悠加)
「急性期からの自力呼吸訓練」(笠井史人ほか)
「ベンチレータ長期使用者のリスクマネジメント」(アイリーン・ハンレイ)
「医療者に求めたいベンチレータ使用者への包括的サポート体制」(金井智恵)
「ベンチレータ使用者の生活を支えるために必要な視点」(松井和子)

* 上記特集の主要参考文献(邦文のみ、発表年順)

- 2001年 並木昭義、氏家良人編：よくわかる人工呼吸管理テキスト、南江堂
石川悠加：神経筋疾患の呼吸管理、小児科臨床、54；803-811
森英治：高位頸髄損傷者の特徴、臨床リハ、10(3)；203-208
日本せきざい基金：脊髄損傷患者の受け入れに関する全国主要病院調査報告書、5-28
1999年 Bach, J. R. (大澤真木子監訳)：神経筋疾患のマネジメント、診断と治療社
1998年 日本在宅医療福祉協会在宅医療部会編：ハイテク在宅医療機器サービスマニュアル、
日本プランニングセンター
松井和子：高位頸髄損傷者の死亡例からみた在宅呼吸管理の安全性、日本パラプレジア医学会誌、
11(1)；54-55
笠井史人：人工呼吸器離脱を試みたC2頸髄損傷の2例、総合リハ、26(11)；1089-1092
川村佐和子：在宅人口呼吸療法と看護、The Lung perspectives、6(1)；52
輪湖史子ほか：在宅人工呼吸療法における患者・家族教育の進め方、The Lung perspectives、
6(1)；55
1997年 林文明：呼吸リズムの形成機構、川上義和編：呼吸調節のしくみーベッドサイドへの応用、
3-12、文光堂
松井和子：生活を可能にする看護ーカナダBC州における高位頸髄損傷者のケアから学ぶ、看護学雑誌、
61(9)；841-844
1996年 Bach, J. R.・石川悠加：神経筋疾患の呼吸管理ー小児期からのM/NIPPVマニュアル、
日本小児医事出版社
宮川哲夫：呼吸リハビリテーションーUpdateー、日呼吸管理誌、5(3)；119-126
1994年 川村佐和子編著：神経系難病の在宅看護ー医療依存度が高い人々に対する看護、
日本プランニングセンター

* 「パラプレジア医学会雑誌」の主関連文献(1993~2002) ◎はホームページに全文掲載しています。

- 2002年(15巻) 「鼻マスク式NPPVが夜間呼吸困難に対して有効であった頸髄損傷の1例」
152-153 国療村山病院・リハ科 鈴木幹次郎他
「合併症を起こすことなく受傷後6ヶ月で社会復帰した人工呼吸器使用小児頸髄損傷患者の1例」
154-155 関西労災病院・リハ科 土岐明子他
「慢性期頸髄損傷者の車椅子能力と肺活量」 156-157
国立身体障害者リハビリセンター 谷津隆雄
2001年(14巻) 「脊髄損傷患者における呼吸器障害発生例についての検討」
98-99 関西労災病院・リハ科 土岐明子他
「頸椎症における呼吸機能障害の検討：特にその要因に関して」
100-101 市立長浜病院・整形 石部達也他
「頸髄損傷者に対する呼吸理学療法の意義：他動的強制呼気介助による呼吸機能の検討」
102-103 美唄労災病院・脊損センター 山本昌明他
「頸髄損傷の喀痰排出障害に対するc a f f l a t o rの使用経験」
104-105 藤田保健衛生大学リハ科 鶴飼淳子他
◎ 「長期人工呼吸器使用頸髄損傷者の社会参加と関連要因」
106-107 浜松医大・臨床看護 松井和子
2000年(13巻) ◎ 「器械呼吸長期依存頸髄損傷者の呼吸発声訓練経過について：第2報」
190-191 浜松医大・臨床看護 松井和子

- 1999年（第12巻）◎「器械呼吸長期依存頸髄損傷者の呼吸発声訓練」 194-195 浜松医大・臨床看護 松井和子
 1998年（第11巻）「人工呼吸器管理下での高位頸髄損傷者の自宅復帰」
 202-203 九州労災病院・リハ科 井出睦、他
 1997年（第10巻）「人工呼吸器依存高位頸髄損傷者のコミュニケーション」
 214-215 広島大学保健学科 吉村理、他
 1995年（第8巻）◎「高位頸髄損傷の死亡例からみた在宅人工呼吸の安全性」 302-303
 東京都神経科学研究所 松井和子
 1994年（第7巻）◎「人工呼吸器長期依存による高位頸髄損傷者の在宅化の条件」 124-125
 東京都神経科学研究所 松井和子
 1993年（第6巻）「早期呼吸器リハビリテーションが奏効した上位頸髄損傷の2例」
 122-123 聖マリアンナ医大・整形 加藤晴康他
 「胸郭外高頻度振動陰圧式人工呼吸法の有用性」 122-123
 総合せき損センター・内科 瀬川潤、他

*「パラプレジア誌」の論文は、せきずい基金事務局で無料のコピーサービスを行なっている。

***その他（単行本）**

- 『神経筋疾患のための非侵襲的人工呼吸療法ケアマニュアル』、石川悠加編著、2004年3月、4500円＋税
 『呼吸運動療法の理論と技術』、本間生夫監修、2003年10月、4500円＋税
 『神経筋疾患の評価とマネジメントガイド』、J. R. Bach、診断と治療社、1999年刊、2900円＋税
 『呼吸運動療法の理論と技術』、本間生夫監修、メジカルビュー刊、2003年10月刊、4500円＋税
 『頸髄損傷―自立を支えるケアシステム』、松井和子、医学書院、定価：2800円＋税
 『四肢麻痺と対麻痺・第2版』、Ida Bromley、萩原新八郎訳、医学書院、定価：4800円＋税
 『脊髄損傷―日常生活における自己管理のすすめ』、徳弘昭博、医学書院、定価：3000円＋税
 『脊髄損傷―包括的リハビリテーション』、初山泰弘・二瓶隆一、医歯薬出版、定価：4500円＋税
 『脊髄損傷・I：治療と管理』、岩倉博光他、医歯薬出版、定価：4000円＋税
 『脊髄損傷・II：生活編』、岩倉博光他、医歯薬出版、定価：3900円＋税
 『頸髄損傷のリハビリテーション―国立身体障害者リハビリテーションセンター・マニュアル』
 津山直一監修、協同医書出版社、定価：5200円＋税
 『再人工呼吸器ケア』、窪田達也編著、メジカルフレンド社、定価：2200円＋税
 『人工呼吸器ケアのすべてがわかる本』、道又元裕編、照森社、定価：2600円＋税

（論文）

- 「自立生活型呼吸ケアと在宅人工呼吸器使用者の生活の質(QOL)」、松井和子ら、
 「国立看護大学校研究紀要」第2巻第1号 pp.17-23,2003年（せきずい基金ホームページに掲載）

日本せきずい基金の刊行物

*無料頒布しています。ご希望の方は事務局まで。

『**車イスからの解放をめざして**：Stand up 21報告集』（日本せきずい基金ニュース別冊1）

講演「せきずい損傷の神経修復」（川口三郎京大教授）、トークセッション「21世紀に望む：医療と福祉」、ほか。B5判32頁 2000年刊

『**米国における脊髄損傷研究・資料集**』（翻訳）（日本せきずい基金ニュース別冊2）

脊髄再生研究の状況、各州の脊髄研究基金条例、ほか。B5判36頁 2000年刊 ★品切

『**脊髄損傷者の性**：脊髄損傷医療講演会報告書』（日本せきずい基金ニュース別冊3）

講演：牛山武久「脊損者の性機能：勃起・射精障害治療・育児・出産」
小谷俊一「EDの治療：有効な経口治療薬の登場」 B5判36頁 2000年刊 ★品切

『**人工呼吸器使用者のサヴァイヴァル・メール**』（日本せきずい基金ニュース別冊4）

在宅の呼吸器使用者がかかわしたメーリングリストの記録。呼吸器の監理、危険と恐怖、離脱の実例、発声・会話、在宅介護、外出、パソコン利用。A4判36頁 2000年刊 ○在庫僅少

『**在宅高位頸髄損傷者の介護に関する実態調査報告書**』（日本せきずい基金ニュース第10号）

1日の介護時間が呼吸器使用で27時間、C4以上で24時間必要であることを、訪問調査から初めて明らかにした。A4判36頁 2001年刊

『**脊髄損傷患者の受け入れに関する全国主要病院調査報告書**』（日本せきずい基金ニュース第10号）

全国106施設の調査から、一貫した治療・リハビリのできる脊損センターの整備が急務であることを明らかにした。A4判28頁 2001年刊

『**自由への手がかり**：脊髄損傷者が地域生活を自己管理するための社会資源マニュアル』

（日本せきずい基金レポート01号）カナダの頸損者向けのグループホーム建設計画の実現までの記録の翻訳。A4判72頁 2001年刊 ★品切

『**Yes You Can!**：脊髄損傷者の自己管理ガイド』（日本せきずい基金レポート02号）

米国の退役軍人まひ者協会が作成した在宅マニュアル。在宅でのストレッチ、褥瘡、食事、介護者の雇用方法、住宅改造、性など20章からなる。A4判160頁 2002年4月刊
★上記を大幅に改定した増補改訂版（2003年9月）はCD版のみ。

『**障害者のセクシュアリティ**：脊損事例を中心に』（日本せきずい基金レポート03号）

脊損者のセクシュアリティの専門家、ボストン大学のデュシャーム教授を招いての講演会の記録。牛山武久・今崎牧生・岩坪暎二・木元康介、他。A4判48頁 2002年6月刊 ★品切

『**人工呼吸器使用者の自立**：カナダの地域医療システムの日本への導入へ向けて』（日本せきずい基金レポート04号）

自立生活するカナダの呼吸器使用者ローレンス氏を招いた講演会の記録。大熊由紀子・榎屋 敬悟・松井和子・平岡久仁子、他。A4判48頁 2002年8月刊

『**甦るセクシュアリティ**：脊髄損傷者と家族のために』 50分ビデオ 日本語版 ★貸し出しビデオ

ニュージャージー大学ケスラー・リハビリテーション研究所編、米国退役軍人まひ者協会製作。4組のカップルがどのようにセクシュアリティの危機を乗り越えたか。2002年7月刊

『**在宅高位脊髄損傷者の介護システムに関する調査報告書**』（日本せきずい基金レポート05号）

50人の1分間タイムスタディおよび675人の統計調査から、在宅高位脊髄損傷者の必要介護時間を実証的に明らかにした、支援費制度運用における基本的資料となっている。

『**日本せきずい基金ニュース**』 季刊 A4判、平均12頁 1998年～（2003年12月 第20号刊行）

* せきずい基金のほとんどの刊行物はホームページからダウンロードできます。転載自由。

神経筋疾患のための 非侵襲的人工呼吸療法 ケアマニュアル

国立療養所八雲病院小児科医長
石川 悠加 編著

構成

序文 Bach JR

第I部 非侵襲的換気療法が役立つ可能性 (概論)

1. 呼吸が問題になる時
2. 非侵襲的換気療法の適応
3. 神経筋疾患の呼吸リハビリテーション
4. 小児の非侵襲的換気療法で配慮すること

第II部 非侵襲的換気療法成功へのアイテム

5. 呼吸機能評価 (呼吸筋耐久力: BTI測定、非侵襲的酸素飽和度や炭酸ガスモニター: 日中や睡眠時のSpO2とEtCO2、睡眠ポリグラフまでお薦めする場合、咳の強さ: PCF、徒手介助のPCF、肺のコンプライアンスと喉頭機能: MIC)
[BTIは検査技師 青柳智幸]
6. 排痰介助の方法 (徒手での吸気介助、呼気介助、MACの全て) [PT 三浦利彦]
7. 非侵襲的換気療法の器機 (人工呼吸器とインターフェイス、バッテリー、加湿器、シガーライターケーブル、モニターなど)
[各人工呼吸器業者、ME]
器機メンテナンス [中央材料室 看護師長、ME]

第III部 非侵襲的換気療法活用のテクニック

8. 非侵襲的換気療法導入方法の工夫とコツ (NIVでの呼気介助、モニター、コーチ)
9. 非侵襲的換気療法継続のための観察・モニター・サポート [ナース]
10. かぜをこじらせないために (観察、栄養、水分、病院に行くべき問題、NIV、MACの一時的活用、内服薬、点滴)
11. 気管内挿管の抜管
12. 気管切開チューブの抜去
13. 24時間までの非侵襲的換気療法ケアのメニュー
マウスピースや鼻マスクを使用しながらの食事導入 [ナース]
救急蘇生用バッグと鼻マスク、マウスピースで換気補助しながらの入浴 [ナース]
いざという時の対処 (救急処置、どこへ連絡、どこへ行く、どのような治療まで望むかをできるだけ本人家族、医療スタッフが確認しておく)
車に乗る外出 [ナース]

14. 非侵襲的換気療法を使用しての外泊パンフレット
15. 飛行機に乗る旅行 [ナース、MSW 岸谷涼子]

第IV部 全身のチェックとケア

16. 心臓のチェック (心筋症と不整脈)
[循環器内科 尾形仁子、石川悠加]
17. 消化管機能障害・便秘対策
[副院長 石川幸辰、ナース]
18. 喉頭機能障害の出現、栄養の工夫
[ナース、石川悠加]
19. 肝機能、腎機能障害の評価で気をつけること
[院長 南良二]
20. 日常的な全身ケア・介護 (服薬、着替え、体位交換、トランスファー、坐位保持、スキンケア、観察、コミュニケーション、心理面)
在宅訪問看護・ケアのポイント [ナース]

第V部 非侵襲的換気療法のより豊かな活用への工夫

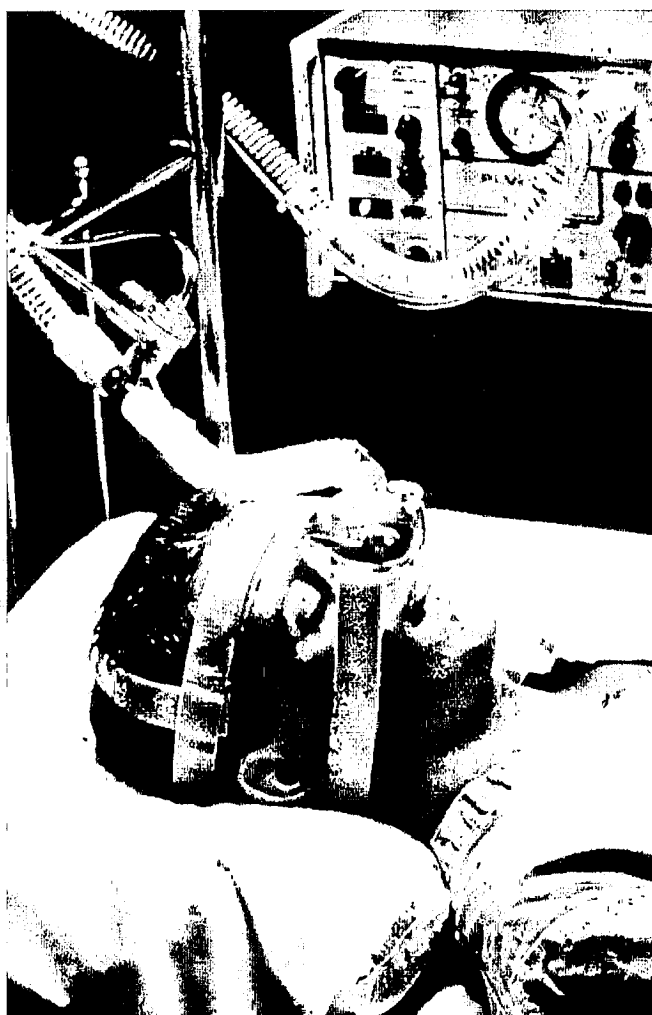
21. 整形外科的アプローチと運動療法 (器械による他動運動、手動、手動補助)
[運動療法は PT 三浦利彦]
22. シーティング、24時間非侵襲的換気療法使用者の電動車椅子 [PT 長門五城]
23. くらしを支える工夫 [OT 田中栄一]

第VI部 非侵襲的換気療法に関わるチームづくり

24. 医療ソーシャルワーク [MSW 岸谷涼子]
25. 在宅人工呼吸コーディネート (家族と地域医療機関と人工呼吸器業者と社会環境、チーム医療) [MSW]
26. 失敗談
27. ケアの継続困難発生時の想定 [MSW]
28. 本人・家族の生活指導・心理的サポート [指導員 二川善昭ほか]
29. 遊び、趣味 [保育士]

第VII部 非侵襲的換気療法のケアシステム充実へ向けて

30. ケアの要請側の思いとケアする側、取り巻く者達の思い [患者、ナース、医師]
31. 欧米先進国の動向
32. 専門医療ケアシステムの構図と展望



Japan Spinal Cord Foundation

特定非営利活動法人 日本せきずい基金・事務局

〒183-0034 東京都府中市住吉町4-17-16

TEL 042-366-5153 FAX 042-314-2753

E-mail jscf2@ybb.ne.jp

URL <http://www.normanet.ne.jp/~JSCF/> 頒価500円