

第60回日本小児保健協会学術集会 シンポジウム5

重症心身障害児者のよりよい生活のために

呼吸管理の進歩

～病態にあった、より負担の少ない方法へ～

土 畠 智 幸 (医療法人稲生会 生涯医療クリニックさっぽろ)

I. はじめに

近年, 医療技術の進歩により, 重症心身障害児・者(以下, 重症者)の呼吸管理においても大きな変化が起きている。とくに, 従来の気管内挿管および気管切開を用いた侵襲的な呼吸管理法ではなく, 鼻マスクなどを用いた非侵襲的な呼吸管理法が徐々に普及している。しかしながら, より患者負担の少ない方法で呼吸管理を行うためには, 病態にあった適切な呼吸管理法が選択される必要がある。本稿では重症者の慢性呼吸障害を対象として, その原因により「酸素化障害」と「換気不全」という二つの病態に分類し, とくに重症者で頻回にみられる「換気不全」に対する非侵襲的な方法について概説する。

II. 重症者の慢性呼吸障害の病態

重症者においては, 舌根沈下, 誤嚥, 胃食道逆流症, 気管・気管支/狭窄・軟化症, 側弯症, 胸郭変形, 中枢神経障害に伴う換気障害, 排痰困難など, 多くの要因が重なって呼吸障害が出現する。これらは, 大きく「換気不全」と「酸素化障害」の二つに分類することができる。

第一に換気不全であるが, これは「肺全体の異常」と呼ぶことができる。単純に言うと「酸素を吸い, 二酸化炭素を吐く」ということができなくなるため, 血液中の酸素飽和度 (SpO_2) は低下し, 二酸化炭素分圧 (pCO_2) は上昇する。換気する, 言い換えると「肺を膨らます」ことができなくなるような病態はすべてこれに当てはまる。代表的なものを表に挙げる。

第二に酸素化障害であるが, これは「肺胞レベルのガス交換の異常」と呼ぶことができる。肺胞レベルでは, 大気中から取り込まれた空気のうち酸素が肺胞壁を通して肺胞毛細血管に移行する。血流に乗って全身に運ばれた酸素は細胞内で消費され, その際に産生された二酸化炭素が再び肺胞毛細血管に運ばれ, 今度は逆に肺胞へ移行して呼気中に吐き出される。このプロセスが障害された場合, 換気不全と同様に SpO_2 が低下し, pCO_2 が上昇しそうなものであるが, 実際にはそうではない。 SpO_2 は低下するが, pCO_2 は正常もしくは逆に低下するのである(ただし, 換気不全が併存していなければという前提である)。これは, 酸素と二酸化炭素というガスの性質が違うことによる。酸素と比較して二酸化炭素は肺胞壁を通過しやすいので, ガス交換の障害があっても pCO_2 は上昇しないのである。このため, 肺胞レベルのガス交換を「ガス交換障

表 換気不全の原因

レベル	代表的疾患
大脳:	脳性麻痺/低酸素性脳症, 大脳形成不全, 代謝性脳症, 脳梗塞
呼吸中枢:	先天性中枢性低換気症候群, 脳腫瘍, 肥満低換気, 薬物
脊髄:	脊髄性筋萎縮症, 筋萎縮性側索硬化症, ポリオ, 脊髄損傷
末梢神経:	ニューロパチー
神経筋接合部:	重症筋無力症
筋肉:	筋ジストロフィー, ミオパチー, ポンペ病
肺実質:	肺低形成
胸郭:	側弯, 胸郭変形
気道:	上気道閉塞, 喘息, 気管狭窄

害」と呼ばずに「酸素化障害」と呼ぶのである。ちなみに、 $p\text{CO}_2$ の低下は、酸素化障害を来すような病態では多呼吸を呈することが多いため、過換気の状態となることによる。

重症者の慢性呼吸障害におけるデータがあるわけではないが、実際には換気不全が主体であることが多い。これは、重症心身障害の原因が神経の異常であることが多いことによるものである。

Ⅲ. 重症者の慢性呼吸障害の評価

重症者の慢性呼吸障害を評価する際、前節で述べた二つの病態のうち、どちらが主体であるかを評価することが重要である。なぜなら、それにより治療戦略が全く異なるからである。

二つの病態の鑑別については、 SpO_2 と $p\text{CO}_2$ を測定さえすればよいように思われるが、そう簡単ではない。なぜなら、呼吸というものは24時間行われているわけで、ある時点で測定した結果が一日の呼吸すべての状態を反映しているわけではないからである。つまり「一日のうちで SpO_2 と $p\text{CO}_2$ がどのように推移しているのか」を評価しなければならない。 SpO_2 は経皮モニターを用いて推移を評価することができるが、 $p\text{CO}_2$ についてはこれまで血液ガス分析で確認する必要があるが、推移を評価することは容易ではなかった。しかしながら近年は、鼻からの呼気あるいは経皮で非侵襲的に $p\text{CO}_2$ の推移を確認できるようになった。

図1が経皮の SpO_2 、 $p\text{CO}_2$ のモニタリング結果である。覚醒時は SpO_2 、 $p\text{CO}_2$ ともに正常だが、入眠すると $p\text{CO}_2$ が上昇、1時間経過したところで低換気が出現している(SpO_2 低下、 $p\text{CO}_2$ 上昇)。以降、朝まで1

～2時間毎に低換気所見が繰り返し見られる。 SpO_2 最低は60%台、 $p\text{CO}_2$ 最大は60 mmHg 台後半となっている。これは、換気不全の状態が慢性的に持続して肺活量が正常と比較しておよそ30～50%程度となった「慢性肺胞低換気」の所見である。日中には低換気の所見がみられず「Ⅱ型慢性呼吸不全」とは診断できない状態であるが、睡眠中のREM期に外肋間筋の筋力低下が起こることで低換気が出現する「夜間低換気」の状態である。この状態を放置するといずれⅡ型慢性呼吸不全に移行してしまうので、夜間低換気の状態を早めに見つけて、次節で述べるような呼吸管理の開始を検討することが重要である。

Ⅳ. 重症者の慢性呼吸障害の管理

重症者に限らず、かつては慢性肺胞低換気に対して人工呼吸器療法が開始されることはなかった。なぜなら、人工呼吸器を使用するために気管切開を行う必要があったからである。夜間あるいは感冒罹患時のみ低換気が出現する患者に対し、侵襲度が非常に高い気管切開を行うことは考えられなかった。その結果、慢性肺胞低換気は徐々に悪化してⅡ型慢性呼吸不全の状態になり、その時点で初めて治療が開始されるということが多かった。その治療というの、気管切開を行って人工呼吸器療法を開始するというよりは在宅酸素療法が開始になることが多かったようであるが、これは $p\text{CO}_2$ の測定が困難であるのと比較して SpO_2 の測定が容易であるということも一因であろう。たとえ病態が酸素化障害ではなく換気不全であっても、在宅酸素療法によって一時的には SpO_2 が上昇するため、見かけ上は治療が有効であるかのように見えるからである。

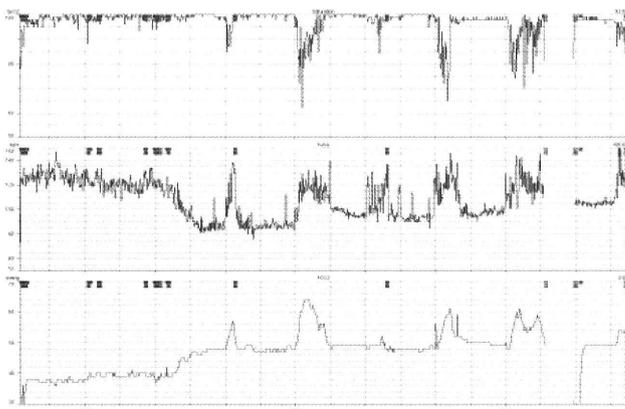


図1 慢性肺胞低換気（夜間低換気）

上段： SpO_2 、中段：HR（脈拍）、下段： $p\text{CO}_2$ 、横軸は時間



図2 鼻マスクによるNPPV

しかしながら、病態にあった呼吸管理ではないため病態が改善することはなく、むしろ酸素吸入により高炭酸血症が増悪してCO₂ナルコーシスの状態になってしまうこともある。

このような状況を一変させたものは、前節で述べた非侵襲的なpCO₂モニタリングと、本節で述べるNPPV (Noninvasive Positive Pressure Ventilation, 非侵襲的換気療法) である。NPPVでは気管切開を行う必要がなく、鼻もしくは口を覆うマスクを用いて人工呼吸器療法を行う(図2)。気管切開が不要であるので気管内吸引も不要であることが多い。また、夜間のみで使用で十分な場合がほとんどで、QOLが比較的に高い。しかしながら重症者に対するNPPVは、マスクの固定が困難、口からのリークが多い、誤嚥を引き起こすことがある、などといった理由から、その導入は容易ではない。また、在宅移行についても、在宅で人工呼吸器療法を行ううえでのリスクマネジメントや在宅管理の方法が問題となることが多く、重症者の訪問診療が一般的でない現状では容易でないことが多い。慢性期NPPVの実際については、他稿を参照されたい¹⁾。

慢性肺胞低換気に対してうまく夜間NPPVを導入すると、呼吸状態を長期にわたり安定させることができるということが徐々にわかってきた²⁾。重症者に対する気管切開では、感染、肉芽形成、気管内出血といった一般的な気管切開の合併症に加え、重篤な合併症を呈することがある。なかでも最も重篤なものは、気管腕頭動脈瘻である。重症者では重度の側彎や前後彎を合併することが多いためにカニューレが気管壁に当たり、気管と近傍の大動脈との間に瘻孔を形成して致死的な大出血を起こすというものである。これを回避す

るために、側彎が生じる前に気管切開を行う、喉頭気管分離による永久気管孔造設によりカニューレを留置しないようにする、胸骨と脊柱の間隔が狭くなったら胸骨切除を行う、といったようにいずれも侵襲度の高い対策が検討されてきたが、NPPVではこれらが不要となるのは言うまでもない。

慢性肺胞低換気を有する患者においては排痰困難の合併が多いが、こちらについても以前は気管切開による吸引を行うしかなかった。しかしながら、パーカッションベンチレータ[®]やカフアシスト[®]といった排痰補助装置の普及により、人工呼吸器療法と併せて非侵襲的な方法をとることが可能になってきた。

V. ま と め

以上のように重症者においても、病態にあった、より負担の少ない呼吸管理法が発達してきたが、医療機関あるいは地域ごとの普及率の格差や、医療機器を使用する在宅生活を支援する社会資源の不足などといった課題も多い。また、重度の誤嚥などによりこれらの呼吸管理を用いることができない場合もある。重症者の呼吸管理については、医学的な検討のみならず、彼らの人生においてそれがどのような意義を持つのかということを経験者や関係者と対話する中で考えていくことが必要である。

文 献

- 1) 土島智幸. 小児在宅医療におけるNPPV. 日本在宅医学会雑誌 2011; 12: 57-64.
- 2) 土島智幸. 重症心身障害児者に対する慢性期NPPVの転帰に関する検討. 第39回日本重症心身障害学会学術集会(栃木県宇都宮市)にて発表.