

第3回 Heliox の治療上の利点と臨床的な問題点について

(2008年9月)

医療従事者向けWEBマガジン int

【解説】John D. Davies 氏

Duke University Hospital の RRT 、Clinical Research Coordinator



Q Heliox を使用する上で臨床的に問題点はありますか？

A 我々が 15 年前に Heliox を使い始めた当時の対象患者さんは非挿管患者さんでした。そして Heliox の使用を続ける中で、挿管患者さんにも効果があるはずだと考えるようになりました。

しかし、10～15 年前にはこの種のガス用にキャリブレーションされた人工呼吸器は存在しませんでした。

その当時、我々が直面したのは、1 回換気量による肺損傷でした。ある人工呼吸器では 1 回換気量が多く、他の人工呼吸器では少なく供給されてしまいました。

そのため前者では volutrauma が、後者では高炭酸ガス症が発生しました。高密度ガス用に設計された人工呼吸器の回路やそのバルブを低密度ガスが流れたためでした。また、人工呼吸器が作動していても、人工呼吸器に表示される数値は正確か判りませんでした。Heliox 用にキャリブレーションされた機械を持つことが大変重要なのです。

さらに問題なのは、アラームに影響が出ることでした。アラームは人工呼吸器の測定値を元にしてしているからです。

500mL 送っていると思っていても、実際には 900mL が送られ、アラームは 500mL (の測定値) に対して作動するのです。そのため、いくつかのアラームは実際には作動しないことがあることにも注意しなければなりません。他にも、FiO₂ の変動という問題があります。

80%とか 70%ヘリウムを供給し、酸素ガスでバランスしている場合、人工呼吸器によってフロー特性が異なるため、設定 FiO₂ を 100%信頼することができませんでした。そのため、明らかに回路に酸素濃度計を入れる必要がありました。

臨床的な問題点

■ 1 回換気量による肺損傷

- ・1 回換気量が多すぎる—Volutrauma、Barotrauma
- ・1 回換気量が少な過ぎる—高炭酸ガス

■ 換気量アラーム作動による非効果的なガス供給

■ FiO₂ の変動

■ Heliox によってジェットネブライザを駆動することにより気管支拡張薬の沈着量が減少

■ 法的責任

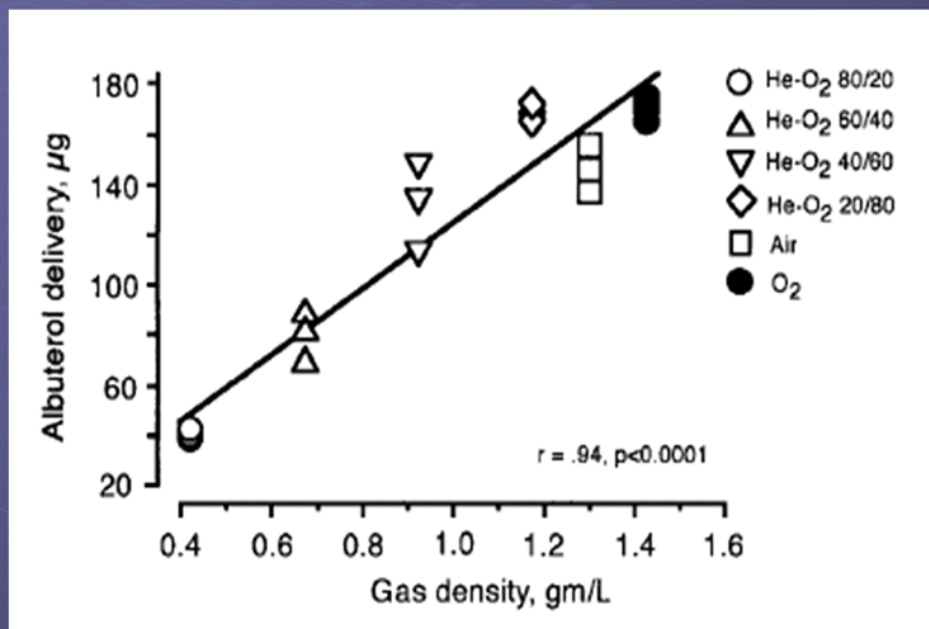
Q ジェットネブライザの駆動ガスとして Heliox を使用すると、なぜ気管支拡張薬の沈着率が悪くなるのですか？

A Heliox を駆動ガスとして使用した場合には、エアロゾル沈着で見た結果と反対のデータとなっています。(つまり、Heliox を回路内に流せばエアロゾルの沈着が良くなりますが、一方でネブライザの駆動ガスとして Heliox ガスを使うと沈着率は悪くなってしまうということです。)

多くの人工呼吸器ではネブライザの駆動に内部からのガスを使っています。そのため、このことは重要なのです。

Heliox を駆動源とした場合、呼吸回路へのネブライザの沈着量は非常に少ないことに注意してください。

Heliox as a Nebulizer Drive Gas ネブライザのドライブガスとしてのHeliox



Goode, Am J Respir Crit Care Med 2001

【図の解説】左側のスケールはアルブテロールの供給を示しています。下側のスケールはガス密度を示しています。グラフ左端では、80%ヘリウム、20%酸素の混合ガスを使っています。右に移動するにつれて、酸素とエアージェットになります。

Q これまでのところで Heliox ガスの臨床的効果について理解できましたが、なぜここまで効果のあるガスが一般的に使用されていないのでしょうか？

A 我々が気づいた障壁は、『Heliox が機能しない症例がある』という認識がまだあるということです。適切な患者さんに使う必要があります。また、期待する臨床的な効果について知っていなければなりません。また、Heliox は酸素やエアよりも高価です。ICU に Heliox 配管がなければ、Heliox 用ポンペは大型で、ICU ではスペースをとります。保管場所も必要になります。セットアップが複雑という認識もあります。このため、Heliox 用に補正された人工呼吸器が必要になります。補正された人工呼吸器があればセットアップは難しくありません。それでもポンペは必要でしょうけれども、一旦セットアップが終われば、換気量を心配することもなくなります。

Q ケーススタディーの紹介をお願いします。

A
<症例 1> 13 歳の患者さんで、他院に来院。そこで気管支拡張薬による治療がなされましたが、うまくゆかず挿管され、当院に送られてきました。入院時の PaCO₂ はあまり悪くなかったのですが、1 日後 89 まで上昇し、そのため pH も 7.20 に悪化。この時点で、Heliox の使用が決断されました。幸運にも 70% Heliox で開始できました。つまり、患者さんは 30% 酸素を受けることができたわけです。幸運にも患者さんの酸素化要求は上昇せず、高濃度の Heliox を使用することができました。1 時間後に PaCO₂ は 89 から 67 に低下。患者さんは改善を続け、30 時間後には抜管できました。これは、早い段階での使用例です。アルブテロールと気管支拡張薬などが同時に投与されました。さらに 96 時間、フェイスマスクによる Heliox とアルブテロールの使用が継続されました。7 日後には病棟に移され、回復が見られ、2 日後には帰宅できました。

<症例 2> 重積喘息発作を起こした 24 歳の女性患者さんです。呼吸不全により挿管。血液ガスは、pH 7.08。PaCO₂ が 117。PaO₂ が 65 でした。やや PaCO₂ が高いのですが、PaO₂ はあまり悪くありません。FiO₂ は 55%。これはちょっと問題ですが、患者さんは症例 1 の患者さんよりも酸素化要求があったため、50% ヘリウムでの開始となりました。EtCO₂ は 3 分で 99 から 63 に低下。PaCO₂ も 117 から 67 に低下。抜管され、フェイスマスクによる Heliox とアルブテロールの投与が継続されました。非常に効果が早く出ています。

<症例 3> 4 歳半の患者さんです。心移植後に複数の医学的問題を抱えていました。移植後、一旦帰宅していましたが、cardiac allograft rejection (同種心移植片拒絶) により救急部に戻っています。拒絶反応で広範囲にわたり喘鳴を伴う ARDS 状の状態に進行し、挿管され、機械換気を受けました。結局、Heliox による治療を受けることになりました。この症例で何故我々が Heliox を使ったかという、広範囲にわたる喘鳴を聴診し、十分な酸素を投与したにもかかわらず、喘鳴が弱くならないため、Heliox が有効ではないかと考えたのです。60% Heliox でスタート。50% 前後の Heliox 濃度を常に維持させるようにしました。すると患者さんは次第に良くなり、やがて Heliox は 60% まで上昇しています。この時点で PaCO₂ が再び上昇を始めたため、Heliox を 70% に上げました。

その結果、CO₂は下がっています。興味深いのは、この間、PaO₂は安定していたことです。この点で、我々はラッキーだったと言えます。70%ヘリウム投与ということは、酸素は30%しかないということです。この間、PaO₂は比較的高かったことが判ります。但し、お示しいたいことは、ヘリウム需要は一定ではなかったということです。変動することもあります。酸素化の影響とともに、変動が見られます。

Time form Intubation	Heliox	PaO ₂	PaCO ₂	pH
Pre	0	74	92	7.12
24 hrs	0	107	52	7.34
44 Hrs	60%	59	49	7.31
54 Hrs	60%	56	57	7.28
58 Hrs	50%	76	63	7.23
63 Hrs	60%	76	53	7.32
74 Hrs	60%	75	68	7.25
78 Hrs	70%	82	49	7.40
99 Hrs	60%	70	57	7.36
155 Hrs	60%	69	84	7.31
163 Hrs	65%	78	74	7.37
170 Hrs	70%	68	53	7.48
235 Hrs	70%	80	52	7.36

【表の解説】一番左の列は挿管からの時間。左から二列目は Heliox 投与量。そこから順に、PaO₂、PaCO₂、pH。挿管前(一番上の段)では、PaO₂が74、PaCO₂が92、pHが7.12。挿管後、PaO₂は107に上昇し、PaCO₂は52に低下。pHは悪くありません。

この患者さんは18日間挿管され、その間、16日間、Helioxを投与されました。ARDSを持っていたので長くなりました。喘息患者さんの様に、早く改善はしませんでした。18日目に抜管され、数週間後に帰宅しています。挿管時、PICUではこのような改善は殆ど無いというものでした。この効果に、我々は大変満足しています。

Q 最後に Heliox を日本で普及させるためにコメントをお願いします。

A 長い間、Heliox は米国で使われませんでした。最近改めて注目されています。特に吸入ガス密度を小さくする Heliox による呼吸は、肺メカニクスに様々な好影響をもたらします。圧が減少し、そのことによって呼吸仕事量が減少。そして、前述の COPD 患者さんでは酸素消費量が減少し、換気、ガス交換、CO₂ 排出を促進しています。お示した症例からも判るとおり、Heliox 供給が可能な限り早い程、特に喘息患者さんでは急激な改善効果が見られ、数日で抜管できます。しかし Heliox は、Heliox 供給用に設計及びキャリブレーションされた人工呼吸器に組み込まれることが理想的です。我々が使用し、米国で現在まで認可されているのは Viasys 社(現 CareFusion 社)製 AVEA だけです。使用した人工呼吸器の波形画像もこの機械から取っています。

AVEA を使用すれば換気量の心配をする必要がありません。さらに良いことに、法的責任問題も起きません。(米国での FDA の認可及び日本での薬事承認取得済み)

最後に、Heliox は有効な道具ですが、一時的な効果しかないということです。Heliox は何も改善しません。Heliox の効果というのは、治療薬が効くまでの時間、病気からの自然治癒、回復までの時間などを稼ぐことなのです。Heliox を使うことで、患者さんにとってどのような治療がベストであるかをプランニングする時間を与えてくれるということなのです。



John D. Davies 先生、長いインタビューにお答えいただきありがとうございました。
Heliox が日本の呼吸療法に革新的な変化をもたらす日が必ず訪れると期待しておりますが、その時にはまた先生のご経験をお聞かせください。

(終わり)

医療従事者向け WEB マガジン int (2008 年 9 月掲載)