

## ICU での高流量経鼻酸素療法とその他の吸入療法(Critical care 2)

西伊豆早朝カンファランス H28.7 西伊豆健育会病院 仲田和正

The Lancet, April 30, 2016

High-flow oxygen therapy and other inhaled therapies in intensive care units

著者 :

Sean D Levy MD, JW Alladina MD, KA Hibbert MD, RS Harris MD, EKBajwa MD  
ハーバード医科大学、マサチューセッツ総合病院、肺・クリティカルケア・睡眠部門  
DR Hess RRT,  
ハーバード医科大学、マサチューセッツ総合病院、呼吸器ケア部門

今回は The Lancet の Critical Care シリーズ 2 「ICU での高流量経鼻酸素療法とその他の吸入療法」の総説です。著者はハーバード医科大の医師達です。

とくに経鼻高流量酸素投与 (HFNC : High Flow Nasal Canula) はこの 10 年の大きなブレイクスルー (breakthrough) です。

当、西伊豆健育会病院ではまだ HFNC はまだ導入してないのですが、これを読んで来年は是非導入してみたいと思いました。

The Lancet, 「ICU での高流量経鼻酸素療法とその他の吸入療法」の要点は下記 10 点です。

- ・ HFNC は低酸素かつ低 CO<sub>2</sub> 血症で有用、抜管後管理にも有用。
- ・ HFNC 50l/分、酸素 100% で開始、SO<sub>2</sub> > 90 なら流量そのまま FiO<sub>2</sub> 下げ FiO<sub>2</sub> が 0.4 になったら標準酸素療法に変更。
- ・ ヘリオックスは層流になり上気道閉塞に有用かも。
- ・ ヘリオックスは気管支拡張剤の driving gas に使えるかも。
- ・ NO 吸入は肺血管圧が高い右室不全で有用かも。
  
- ・ NO 吸入は LVAD の後や RVAD 設置前に使用、ARDS での使用はレスキューに限る。
- ・ Prostacyclin 吸入は ARDS で酸素化改善するかも。死亡率は改善しない。
- ・ 器械換気で気管支拡張薬吸入は喘息、COPD で有用、ARDS で利点なし。
- ・ Cystic fibrosis での緑膿菌に抗菌薬吸入は標準治療。
- ・ 抗菌薬吸入は VAT、VAP で有用かも。

### 1. 高流量経鼻酸素療法 : HFNC (High Flow Nasal Canula)

従来、鼻カヌラでの酸素投与は 2-4 L/分で、室内エアで希釈され FiO<sub>2</sub> は実際には 0.4 L/分程度にしかならないのだそうです。加湿は常温で行われ非効率でした。鼻カヌラで乾燥酸素を 6 L/分以上で吸入すると粘膜が乾燥して不快感を起こします。

しかし過去 10 年、ガスを加温・加湿にすることにより初めて 60L/分もの高流量酸素を経鼻で流せるようになったのです。

加熱・加湿されているので患者も快適でありマスクよりもいやがらないそうです。

しかし当、西伊豆健育会病院では酸素を下田から取り寄せているのですが、酸素 50L/分も使ったらあっという間に酸素タンクが空になるんじゃないだろうかと心配になりました。

当院の酸素タンクは常時 4 本あります。

下田の酸素屋さんに聞いたところ、大きな酸素タンクは 1 本 130 立方メートルだそうです。HFNC で 50L/分使うと 3 立方メートル/時間になりますから、ポンペ 1 本で 43 時間、つまり 2 日で空になる勘定です。

ところで、医療用の酸素と窒素って一体、どうやって作るんだろうと調べてみました。中学校の理科では二酸化マンガンを過酸化水素水をかけて酸素を発生させました。工業的には、まずポンプで空気を取り込んで圧縮したあと、急に圧を下げると空気が冷却されて液体空気になります。液体窒素の沸点が-190 度、液体酸素の沸点が-183 度なので、この差を利用して液体空気を窒素と酸素に分離するのだそうです。そうか、原料はタダなんだあと感心しました。

家内が伊豆半島のジオガイドをやっているのですが、火山の噴火実験と称して、ダイエットコークの瓶の中にお菓子のメントス（ラムネ菓子）を入れると 2m 位爆発的に噴出し子供らに大受けです。

アイスランドに旅行に行った時、レイキャビク郊外に 4000 年前に噴火した火山があり火口内をリフトでまっすぐ 120m 地下に降りることができます。

火口は直径数メートルです。地下から上を見上げるとはるか上に小さく火口が見え、子供の頃読んだジュールベルヌの地底旅行を思い出して感動でした。この SF 小説でもアイスランドの火口から冒険が始まります。ガイドになぜ水が溜まって火口湖にならないのか尋ねましたが「わからない」とのことでした。世界で他にこんな場所はないのでわからないことだらけだそうです。

<https://insidethevolcano.com/>

(Journey towards the center of the earth、動画があります)

HFNC が特に有用なのは、低酸素かつ低 CO<sub>2</sub> 血症の呼吸不全です。また抜管後管理にも有用です。また挿管時に前もって HFNC を行うと preoxygenation ができ挿管中低酸素になりにくいそうです。

HFNC を鼻に付けたまま挿管もできるのです。

HFNC は空気・酸素ブレンダー、流量計、加熱加湿器、鼻カヌラ(prongs)から成ります。下記のような構造です。

(High Flow Therapy System、石黒メディカルシステム)

上記の空気・酸素ブレンダーの写真を見ると流量計（60L/分まで）と酸素濃度計が付いているだけで随分と簡単な装置です。「えっ、これだけ？」と驚きです。空気・酸素ブレンダーで混ぜたガスを加湿するだけなのです。

HFNCは高流量酸素の為、周辺からのエアの引き込みが起こらず正確なFiO<sub>2</sub>で投与できます。また高流量酸素で上気道がフラッシュされるために死腔が減り吸入酸素濃度が高まり1分当たりの換気必要量が減ります。高流量により吸気抵抗も減り、おそらくこれで呼吸困難感が改善されるのではないかとのことです。高流量で呼気をおある程度妨げる為、CPAPの役割もしますが当然、開口で減少します。咽頭下部で酸素10L/分あたり1cm水柱の圧上昇になり肺容量が増加するそうです。

HFNCの良い適応は高CO<sub>2</sub>血症のない低酸素血症患者（SO<sub>2</sub><90%かPaO<sub>2</sub><60mmHg）です。具体的方法はHFNC50L/分、酸素100%で開始しSO<sub>2</sub>>90%なら流量はそのままでFiO<sub>2</sub>を下げてSO<sub>2</sub>を90-96%にします。FiO<sub>2</sub>が0.4になったら標準酸素療法に変更します。中には50L/分の流量を我慢できない患者もいるそうです。

HFNC、マスク、NPPVの3つを比較した急性低酸素血症310例で、1カ月後にHFNC106例で挿管は38%、酸素マスク94例で挿管47%、NPPV110例で挿管50%（p=0.18）だったとのことでHFNCの成績が一番良かったのです。

また別のスタディの低酸素血症303例で最終的に機械換気を受けたのはHFNCグループで5.5%、酸素マスクグループで11.6%（p=0.053）でした。

830例でのHFNC(酸素50%50L/分)とNPPV(PS5cm水柱、PEEP4cm水柱)の非劣性試験（non-inferiority study）の成績は両者ほぼ同等でした（失敗率：HFNC21%、NPPV22%、死亡率：HFNC6.8%、NPPV5.5%、呼吸困難、酸素化指数、快適さは両者同じ）。差があったのは皮膚の痛み（skin breakdown: HFNC3%、NPPV10%、P<0.001）でNPPVに多かったとのことです。

抜管直後のHFNCとマスク比較105例でHFNCは酸素化指数高く、不快感、気道乾燥は少なく、とりわけ再挿管率はHFNC4%、マスク21%（P=0.01）でした。

という訳で、重要点を繰り返しますと

「HFNC が特に有用なのは、低酸素かつ低 CO2 血症の呼吸不全で、また抜管後管理にも有用」です。

「具体的方法は HFNC50L/分、酸素 100%で開始し SO2>90%なら流量はそのまま FiO2 を下げ SO2 を 90-96%にします。

FiO2 が 0.4 になったら標準酸素療法に変更」です。

当院でも絶対、来年入れるぞ！！

## 2. Heliox

ヘリウムはよくテレビの娯楽番組で吸入させ声のピッチを高くして笑いを誘っています。

MRI の冷却材として使用されます。

ヘリウムは無毒の希ガス (noble gas: 原子最外殻の K 殻が電子 2 個で飽和されていて反応を起こしにくい) で密度は 0.18g/立方mです。

酸素は 1.43g/立方m、窒素 1.25g/立方mなのでそれよりも少ないのです。

ヘリウム内で音速が速くなるので声が高くなります。

Heliox は酸素とヘリウムの混合気体で呼吸器疾患に対して数十年使用されてきましたがそのエビデンスは不十分でした。

深海潜水でも使われています。

Heliox の密度が低く Reynolds 数とかいうのが小さい為、乱流が層流になり気体の流れを起こす力が少なくてすみ呼吸仕事量が減ります。

Reynolds 数って何だろうと調べてみました。

水は蛇口を小さく開くと水はまっすぐ流れ落ちます (層流) が、蛇口を大きく開くとしぶきを飛ばしながら落ちます (乱流)。

レイノルズ数で層流になるか乱流になるかが判定できます。

$Re \leq 2300$  が層流、 $Re > 2300$  が乱流です。

以下のような式になります。

$$Re \sim \rho \cdot Q / d \cdot \mu$$

$\rho$  : 流体密度、 $Q$  : 流速、 $d$  : 管径、 $\mu$  : 粘度

小生、眼から鱗だったのは、心雑音も血管雑音も乱流で起こるというのです。

例えば、上の式で、弁疾患では  $d$  (管内径) が小さいと  $Re$  が大きくなり雑音がでます。

貧血では流体粘度  $\mu$  が小さくなり雑音が出るのです。

甲状腺疾患は流速  $Q$  が速くなり雑音がでます。

流体力学はポンプ製造会社にとっては必須の知識で、下記の  
兵神装備株式会社の HP には流体力学のわかりやすい講座がありました。

<http://www.mohno-pump.co.jp/learning/manabiya/c2c.html>

(ヘイシンモーノポンプ、移送の学び舎)

「へー！！」と感心したのは、練り歯磨きのようにある程度の力を加えないと流動しない流体を「ビンガム流体」といい、歯磨きが出始める時のずり応力を降伏値というのだそうです。

また、生クリームをかき混ぜるとだんだん粘り気が強くなりますが、こういう液体を「ダイラタント流体」といい、ずり速度が大きいほどずり応力が大きくなるのだそうです。

地球や惑星の大気の動きもまさに流体力学です。惑星の自転（コリオリ力）も加わりますから天気予報は実に複雑な流体力学の計算を大型電算機でやっているんだらうなあと感動しました。

先月、夏休みを早めにとって家内とロシアに行ってきました。

モスクワ、サンクトペテルブルグ、そしてロシア南部のボルガ河岸のボルゴグラード（旧スターリングラード）を訪ねました。

6月のサンクトペテルブルグでは凍えるほどに寒かったのにボルゴグラードは真夏で蚊が大発生していました。

ボルガ河はここでは幅 1.5 kmほどで、河の向こうははるか地平線までステップが広がります。

河の東がアジア、西がヨーロッパです。ステンカラージンの歌を思い出して感動でした。

このスターリングラードではドイツ第 6 軍とソビエト軍との凄まじい戦闘がありました。

スターリングラード郊外の現在、空港のある辺りをグムラークと言い、

ここで高校を卒業したばかりの女性兵士達が対空砲を水平にして

ドイツ機甲師団の大戦車群を初めて迎え撃ち全滅します。

ドイツ兵達は戦死している女性兵士達を見て驚愕します。

ドン川大屈曲点からボルガ川まで 60km をドイツ軍はわずか 1 日で到達し、

「Die Volga ist erreicht ! (The Volga is reached)」と報告します。

下記の写真はママエフ・クルガンと言う高さ 100m程の高地で

スターリングラード最大の激戦地です。

<http://www.1zoom.net/big2/744/305861-alexfas01.jpg>

(スターリングラード、独ソ戦激戦地ママエフ・クルガンの「祖国の呼び声像」)

ロシア人英語ガイドのおばあさんの話を聞きながら小生、涙を流していたら、ボルゴグラードでは欧米からの観光客がほとんどなのですが、何にでも興味を示す客と、何を話しても全く興味を持たない客がいるというのです。「こういう、何も興味を持たない客にどう接していいかわからない」と嘆いていました。確かに、そんな学生が当、西伊豆健育会病院に来られたら対応に本当に困ってしまうよなあと思いました。

ソビエトとドイツは独ソ不可侵条約を結んでいました。ところが 1941 年 6 月 22 日（日）4AM、ドイツ軍は宣戦布告なしに突然、国境を破り雪崩を打ってソビエトへの侵攻を開始しました。ソビエト外務大臣モロトフは「皆さん、本日午前 4 時、宣戦布告も何の要求もなくドイツ軍が祖国の攻撃を始めました」と放送しました。

ソビエト市民はそれまでよもや戦争が始まるなど全く考えていませんでした。丁度その日は日曜日で、家族でキャンプに出掛けていて開戦となりそのまま家へ戻れなかった者もいました。あまりにドイツ軍の進撃速度が速かったため、市民の避難を追い抜いてしまったくらいでした。レニングラード（現サンクトペテルブルグ）では愛国心に駆られて最初の 24 時間で 10 万人の市民が志願兵となったのですが、武器の使い方も分からず、また武器、軍服も間に合わず 2 日間のトレーニングを受けた後、ドイツ軍に対峙したのです。男性は 16 歳から 50 歳、女性は 16 歳から 45 歳が徴兵されました。

ソビエト軍の戦い方の典型は 3 分間砲撃を行ったあとドイツ軍の大戦車群に対して遠距離から「ウラー」と歓声を上げて突撃するのですが平服で手ぶらで走る兵士もいたとのこと。逃げ戻ってくるソ連兵はソビエト軍が後方から射殺しました。

ショスタコビッチの交響曲第 7 番レニングラードは、このレニングラード（現サンクトペテルブルグ）包囲戦を描いたものです。曲の途中から小太鼓の音で次第に迫るドイツ軍の進撃を描いています。1941 年 9 月 8 日、ドイツ軍によるレニングラード包囲網が完成します。

ヒトラーは最初からアーリア民族より劣るスラブ民族とユダヤ民族の抹殺を考えていました。ドイツ軍はレニングラードを完全包囲して兵糧攻めを行ない市民の投降を許しませんでした。そもそも腹を割って話し合えば何とかなるなどというものではなかったのです。Genocide（民族抹殺）を図ったのです。何十万もの市民が餓死しました。

レニングラードフィル・ハーモニーによるラジオのライブ放送の最後は 1942 年 1 月 1 日でリムスキー・コルサコフの「雪娘： Snow maiden」が演奏されました。Lapshenkov がテノールでかろうじてアリアを歌ったものの、その夜に死亡しています。

1942年2月の終わり、餓死数が最大であった頃、ソビエトはラジオでレニングラード市内の音楽家は登録するように呼び掛けました。

この時点でレニングラード交響楽団の指揮者、第1バイオリンは既に餓死、パーカッショニストも死亡、オーケストラ団員の内27名が死亡していました。この時期、レニングラード市民への食糧配給は、労働者がパン650Cal/日、一般市民は300Cal/日で階段を上がるのさえ困難になりました。

ペットの犬や猫も食用となりました。我が家のペットを殺すのは忍びなかったため、他の家のペットと交換したとのこと。

食人(cannibalism)も少なからず見られ2015人が警察により逮捕されています。昭和21年、日本人が飢えていた時の平均摂取カロリーが1721Cal/日です。現在日本人40代男性で2300Kcal位が平均のようです。

[http://www0.nih.go.jp/eiken/chosa/kokumin\\_eiyou/1947.html](http://www0.nih.go.jp/eiken/chosa/kokumin_eiyou/1947.html)

(国民栄養の現状、厚生省、昭和22年)

レニングラード交響楽団最初のリハーサルは40分でした。

皆やせ衰え、襟のまわりはしらみだらけでした。

団員達には食料が支給されましたが多くの団員は食料を家族に持ち帰ります。残存団員による最初のコンサートは1942年4月5日、「くるみ割り人形」と「白鳥の湖」でした。

8月にはショスタコビッチの交響曲レニングラードがここで初演されます。

このコンサート会場は現在のサンクトペテルブルグ・フィルハーモニー大ホールで、建物の壁にこの時の事が書かれており小生、深く感動しました。

1942年4月5日、大ホール会場に暖房はなく聴衆は皆着膨れ、手袋をしているため拍手の音は聞こえませんでした。この音楽は包囲しているドイツ軍に向かってラウドスピーカーで中継され、ドイツ兵はこれを聞いて東部戦線(独ソ戦)は決して勝てないのではと思ったとのこと。

このレニングラードの惨状は、戦後ソビエトでは長いこと秘密にされ海外に知られることはありませんでした。ソビエト崩壊後に初めて明らかになったのです。下記の本に圧倒的迫力で描かれています。

(Leningrad, Tragedy of a City Under Siege, 1941-44, Anna Reid, Bloomsbury, 2011)

国家が常に最悪の事態に備えていないとどういうことになるのか、独ソ戦を見るとよくわかります。現在、モスクワでもサンクトペテルブルグでも、地下鉄は地下深く建設され核攻撃にも耐えられるようになっています。日本の地下鉄の倍位のスピードのエスカレーターで一気に降ります。

ヘリオックスは密度が小さくて層流になり上気道閉塞に有用かもしれないとのこと。喘息で挿管したわずか7例ですが heliox で急速に気道圧減少、CO<sub>2</sub> 貯留減少しました。ヘリオックスで疾患の安定化、呼吸仕事量減少ができるかもしれません。

81例の decompensated COPD 患者で挿管を要したのは heliox 群 8%、プラセボ群 24% (P<0.01) でした。

一方、多施設 RCT で重症 COPD の高 CO<sub>2</sub> 患者で heliox 対 NPPV では、効果がなく途中で中止されました。

またヘリオックスは重症閉塞性肺疾患で気管支拡張剤の「driving gas」として有用かも、とのこと。薬剤粒子を末梢まで運ぶことができるということです。ただ酸素を増やすと比重が高くなり利点が失われるので、heliox 使用時、FiO<sub>2</sub>>0.4 は適さないそうです。

木星はガスにより囲まれて縞模様が出ていますが、ところどころ大きな斑点（大赤斑）があります。

この斑点の下には山があるのではないかとのこと。

山の周りに層流があるとそのはるか上空でもその層流を保とうとする力が働き（テイラー柱というのだそうです）それで斑点ができるということです。

### 3. 一酸化窒素 (NO : Nitric oxide)

NO は無臭無色のガスで環境汚染物質、タバコの煙の成分ですが内皮細胞で L-arginine から作られます。NO は吸入で (iNO : inhaled NO) 肺胞細胞に入り周辺の肺小血管平滑筋に作用して肺血管拡張を起こすのだそうです。

iNO は 80ppm 以下なら害はありませんがそれ以上でヘモグロビンと結合し methaemoglobinaemia、血小板凝集阻害、肺水腫を起こします。

NO と高濃度酸素と併存すると有毒な二酸化窒素 NO<sub>2</sub> が発生します。

中国の大気汚染の PM<sub>2.5</sub> (直径 2.5µm 以下の particulate matter) は、これら窒素酸化物や硫黄酸化物、揮発性有機化合物等の総称です。

下記は在中国米国大使館の PM<sub>2.5</sub> モニタリングです。

中国政府も PM<sub>2.5</sub> の発表はしているのですが、大本営発表で嘘が多く中国人も信用しておらず、下記の米国大使館のサイトで判断しているようです。中国人が東京に観光に来て驚くことの一つは空の青さです。

<http://www.stateair.net/web/post/1/1.html>

在中国米国大使館の PM<sub>2.5</sub> モニタリング：瀋陽、北京、成都、上海、広州

ARDS1237 例の RCT で iNO 吸入第 1 日目の PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> は増加しましたが平均肺動脈圧、死亡率に差はなく腎障害のリスクが増加しました。iNO は心臓手術後患者で術後肺高血圧を改善するかもしれません。

とくに LVAD (left ventricular assist device) を入れたあと iNO により心拍出量が安定化するまで肺血管抵抗を減ずることにより右室拍出がサポートされます。また RVAD (right ventricular assist device)を入れる前に iNO 使用を推奨です。左室不全で iNO 使うと肺血管が開いて肺水腫起こすかもしれません。

まとめますと、「iNO は肺血管圧が高い右室不全で有用」かもしれません。また「LVAD の後や、RVAD 設置の前などに使用します。ARDS での使用はレスキューに限られ controversial です。」

#### 4. 低酸素血症に対する prostacyclins 吸入

Prostacyclin は内皮細胞から産生される prostaglandin で血小板阻害かつ平滑筋弛緩させて血管拡張作用があり肺高血圧に静注使用されてきたそうです。日本国内で肺高血圧に使用されている PG 静注製剤は epoprostenol(フローラン)と treprostinil (トレプロスト)のみです。

iloprost(ベンテイビス、2015. 9 承認)が吸入薬です。

米国では Epoprostenol (フローラン) 吸入が ICU でよく使用されています。treprostinil (トレプロスト)は米国 ICU ではあまり使用されていませんが使いやすいとのこと。

Prostacyclin 吸入で特異的に肺血管を拡張させ右室機能、酸素化改善するものの死亡率減少や呼吸器フリー期間の減少はありませんでした。

prostacyclin 吸入は慢性肺高血圧治療のみでなく急性肺高血圧、右室不全にも有効だそうです。iNO と比較して効果に差はありませんが prostacyclin の方が安価です。prostacyclin 吸入は ARDS でのルーチン使用は勧めませんが従来の治療で安定化できないとき考慮してもよいそうです。

まとめますと

「prostacyclin 吸入は ARDS で酸素化を改善するかも。死亡率は改善しない。」です。

#### 4. 器械換気中の吸入気管支拡張薬・ステロイド吸入

閉塞性肺疾患 (COPD、喘息) で人工呼吸器を要する患者では気管支拡張剤噴霧を推奨 (1st line therapy) です。一方、ARDS で RCT が行われましたが有意差がなく中止されました。というわけで、閉塞のない肺疾患 (ARDS など) ではルーチンに使うべきでないそうです。

器械換気中の pMDI (pressurized Metered Dose Inhaler: 加圧式定量噴霧式吸入器) 使用は過去 5 年で人気なくなりました。

Dry powder inhaler と soft-mist inhaler は現在、人工呼吸器で使えません。

当院で喘息時使用しているネブライザーを調べたところ全てジェットネブライザーでした。人工呼吸器での Jet nebulizer 使用は回路感染、VAP を起こす可能性があります。また呼吸器のトリガーに影響して TV が狂うかもしれないとのこと。最近、Mesh nebulizer というのが出てきて回路内で過剰ガスを必要とせず人気なのだそうです。

小生、何十年もネブライザーを使ってきながら、今までどうもこの仕組みがよくわからなかったので、今回調べてみました。ネブライザーには次の 3 つがあります。

- Jet nebulizer
- Ultrasonic nebulizer
- Mesh nebulizer

歴史的に Jet nebulizer が最初に開発されたのだそうです。エアコンプレッサーでエアを液体の中の小さな筒に通して液体を霧状にさせます。筒の先に少し距離を置いて小さな板 (baffle) があり小さな水滴はこの横を通り吸入されます。大きな水滴は baffle (板) に当たり下に垂れて回収されるのだそうです。

当、西伊豆健育会病院で使っているジェットネブライザーは、オリジン医科工業のミニポンとシヅメメディカルの Pulmo Aide でした。吸入部分をよくよく見てみますと、小さな筒の先に確かに小さな板 (baffle) があり大きな水滴はこれに当たって下に回収されるようになっていました。

一方、Ultrasonic nebulizer は、圧電素子 (水晶、トパーズ、電気石など) を圧縮すると電圧が発生しこれを piezoelectric crystal といいます (piezo は圧するというギリシャ語)。逆に電圧をかけると圧電素子が伸びたり縮んだりしますので、これを利用して crystal を振動させて霧を発生させるのだそうです。

それでは次に、「この頃都に流行るもの、Mesh nebulizer」って何だろうと調べてみたところ何と日本のオムロンが最初に開発したものでした。圧電素子を使うのは同じですが mesh を通します。液体も懸濁液も使えますが懸濁液はやや効率が落ちます。Mesh の消毒は benzalkonium を使用します。Mesh が振動しない static mesh と、mesh 自体が振動する vibrating mesh があります。

<https://store.healthcare.omron.co.jp/nebulizer-net/lineup/neu22.php>

オムロン メッシュ式ネブライザー

オムロン社は京都の仁和寺（にんなじ）のある御室（おむろ）にあるのでオムロンと言います。徒然草の吉田兼好は仁和寺の南にある双ヶ丘（ならびがおか）の麓に住んでいました。

徒然草 52 段で、仁和寺の法師が男山の石清水八幡宮に一人で初めて参拝するのですが、その麓にある極楽寺、高良社だけ拝んで、これだけかと思ひ石清水八幡宮に参拝しなかったとあります。

そそっかしい法師の話で「すこしのことにも先達（ガイド）はあらまほしきものなり」で終わっているのですが、小生、なぜこの法師は間違えたのだろうと不思議に思い以前、初詣を兼ねて家族で石清水八幡宮に行ってみました。

行ってみますと石清水八幡宮の麓にある高良（こうら）神社も結構大きな神社で、その横から男山の端の方に真っすぐ道が伸びています。

ここからみますと、この道が山の端に向かっているの、山に上がる参道には見えないのです。そうか、だから間違えたのかあと納得しました。

何事も現場を見てみないとわからないものだなあとつくづく思いました。

その時から、小生、現場主義です。ナースから電話で患者さんの報告があったときも、電話で済まさずできるだけ自分の目で患者さんを確認するようにしています。

特にベテランナースの直感は鋭いので、必ず見に行きます。

ポイントは「気管支拡張薬吸入は喘息、COPD で有用、ARDS で利点なし」です！

## 5. 器械換気中の抗菌薬吸入

Cystic fibrosis で緑膿菌に対する抗菌薬吸入は標準治療なのだそうです。

VAP(ventilator associated pneumonia)や VAT (Ventilator-associated trachebronchitis) で多剤耐性グラム陰性菌が出現し、「抗菌薬吸入は全身副作用が少ない」ことから抗菌薬吸入が興味を持たれたのだそうです。

amikacin fosfomycin, colistin ceftazidime, gentamicin, tobramycin sisomicin, vancomycin などが使われています。

ところで、-mycin と -micin は何が違うんだろうと気になり調べてみました。

-mycin は actinomycetes の中でも streptomyces からできるものを言うのだそうです。

一方、-micin は actinomycetes の中の micromonospora からできるものだそう。

そうか、綴り間違いじゃなかったんだと思いました。

エアロゾールで高濃度抗菌薬を気管、肺実質に送ることができる可能性があります。

緑膿菌肺炎や acinetobacter baumannii 肺炎で colistin 等の抗菌薬吸入は静注に劣らずまた耐性菌発生が少ないそうです。ただし用量ははっきりしません。

同じ用量を使っても到達濃度は異なるし肺の最も破壊された局所には届かない可能性もあります。

抗菌薬吸入は VAT、VAP で有用かもしれません。

The Lancet 総説「ICU での高流量経鼻酸素療法とその他の吸入療法」要点は下記 10 点です。

- ・ HFNC は低酸素かつ低 CO<sub>2</sub> 血症で有用、抜管後管理にも有用。
- ・ HFNC 50l/分、酸素 100% で開始、SO<sub>2</sub> > 90 なら流量そのまま FiO<sub>2</sub> 下げ FiO<sub>2</sub> が 0.4 になったら標準酸素療法に変更。
- ・ ヘリオックスは層流になり上気道閉塞に有用かも。
- ・ ヘリオックスは気管支拡張剤の driving gas に使えるかも。
  
- ・ NO 吸入は肺血管圧が高い右室不全で有用かも。
- ・ NO 吸入は LVAD の後や RVAD 設置前に使用、ARDS での使用はレスキューに限る。
- ・ Prostacyclin 吸入は ARDS で酸素化改善するかも。死亡率は改善しない。
- ・ 器械換気で気管支拡張薬吸入は喘息、COPD で有用、ARDS で利点なし。
- ・ Cystic fibrosis での緑膿菌に抗菌薬吸入は標準治療。
- ・ 抗菌薬吸入は VAT、VAP で有用かも。