

原 著

## 経鼻的低流量(低濃度)酸素吸入に酸素加湿は必要か?

宮本 顕二

要旨：我が国では酸素吸入時に酸素流量や酸素濃度に関係なく、常に酸素を加湿している。一方、欧米ではガイドラインに基づき、鼻カニュラで酸素流量4~5L/分以下には酸素を加湿していない。今回、低流量(鼻カニュラで4L/分以下、低濃度(ベンチュリマスクで40%以下)の酸素吸入において酸素加湿が不要とする理論的根拠を提示した。1) 1回吸気量に占める酸素(配管から)の割合は少ない(鼻カニュラ2L/分で9.5%, 4L/分で19%, ベンチュリマスク酸素濃度28%で8.9%, 40%で24%), 2) 酸素加湿の有無による吸気ガス内水分量の差は、気道から分泌される水分量の9.3%(鼻カニュラ4L/分の時), 5.4%(ベンチュリマスク酸素濃度31%の時)とわずかである, 3) 加湿器を通さない酸素を吸入しても、室内気湿度を僅かに上昇させることで吸入気的水分量の低下を補充できる。以上の結果より、室内気湿度が充分保たれていれば、鼻カニュラで4L/分まで、ベンチュリマスクで40%までは、あえて酸素を加湿する理論的根拠はない。しかし、この理論的根拠を裏付けるためには日本人を対象にした加湿の有無による自覚症状の比較検討が必要である。

キーワード：酸素療法, 酸素加湿, 在宅酸素療法, 鼻カニュラ, ベンチュリマスク

Oxygen therapy, Oxygen humidification, Home oxygen therapy, Nasal cannula, Venturi mask

## 緒 言

経鼻的酸素吸入における酸素加湿の必要性について、ACCP-NHLBI (American College of Chest Physicians-National Heart, Lung, and Blood Institute)<sup>1)</sup>やAARC (American Association for Respiratory Care)<sup>2)</sup>の「酸素療法のガイドライン」、そしてATS (American Thoracic Society)の「慢性閉塞性肺疾患の診断と管理基準(1987年<sup>3)</sup>, 1995年<sup>4)</sup>)」には、酸素流量4~5L/分以下に加湿を行う科学的根拠はないと記載されている。その理由は、酸素加湿の有無で、1) 自覚症状に差がないこと<sup>5)6)</sup>, 2) 肺での水の出納差が極めてわずかであること<sup>7)</sup>, である。そのため、欧米では経鼻的低流量酸素吸入には酸素加湿をおこなっていない。

一方、我が国ではほぼすべての施設で酸素流量にかかわらず酸素を加湿している。その最大の理由は酸素加湿が不要であるとする明確な理論的根拠が示されていないためである。

そこで本研究では、酸素加湿の有無が吸気ガス内の水分量へ与える影響を、気道から分泌される水分量と室内気相対湿度(以下、湿度)との関係で示すことにより、

低流量(鼻カニュラで4L/分以下)、あるいは低濃度(ベンチュリマスクで40%以下)の酸素吸入において、酸素加湿が不要である理論的根拠を明らかにする。

## 方 法

本研究で基となる式と仮定条件

1. ガス中の水分量と温度の関係式

T のガス中の水分量(W)は下記の式で示される。すなわち、

$$W(\text{mg/L}) = \frac{RH}{100} \times es \times \frac{Mv}{R \times (273 + T)} \times \frac{1}{1,000} \dots \text{式 1}$$

RH: 湿度(%)

es: 飽和水蒸気圧(Pascal)

Mv: 水のモル質量 = 18.01528 × 10<sup>3</sup>mg

R: 気体定数 = 8.31451

T: ガスの温度( )

なお、ガスの温度が24 の時は、es = 2985.8 Pascal なので、

$$W(\text{mg/L}) = 0.2178 \times RH(\%) \dots \text{式 2}$$

で示される。

2. 仮定条件

1) 慢性閉塞性肺疾患(COPD)患者で慢性呼吸不全状態の呼吸パターン<sup>8)</sup>。

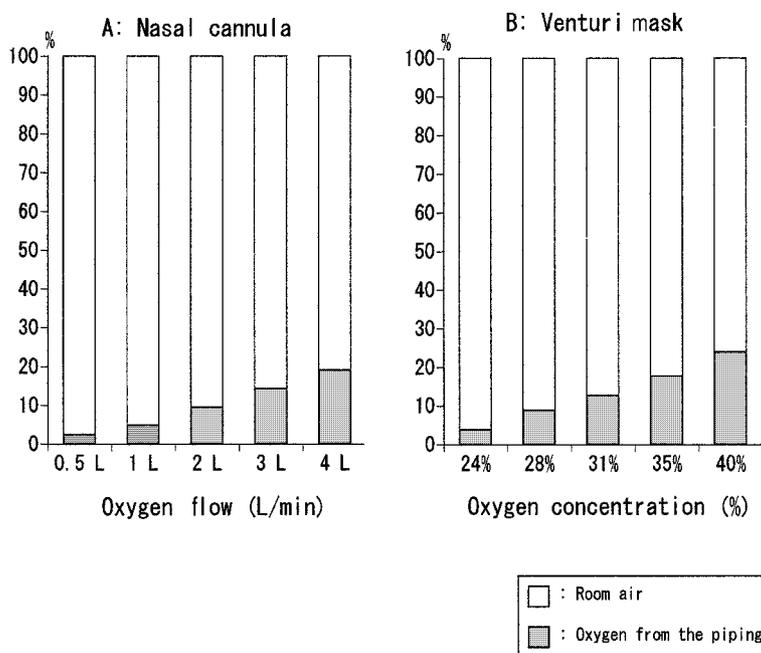


Fig. 1 Constitution of the inspired gas during oxygen inhalation using a nasal cannula ( A ) and a Venturi mask ( B )

The percentage of oxygen from the piping constitutes only a small percentage of the patient's inspiratory tidal volume.

1 回吸気量 = 330 ml

呼吸数 = 24 回/分

平均吸気時間 = 0.94 秒

2) 気泡式加湿器 (アクアパック®) を通過した酸素の

湿度

酸素流量	湿度
0.5 L/分	95%
1 L/分	92%
2 L/分	83%
3 L/分	72%
4 L/分	70%
5 L/分	65%

ただし、室温、水温とも 24℃

湿度は酸素流量が増加するにしたがって低下するため、今回は先行実験で得られた測定値<sup>9)</sup>を採用した。

3) 室内気の状態

温度 24℃<sup>10)</sup>

湿度 50%

4) 吸入酸素ガス温度

24℃

なお、病室で配管から得られる酸素も在宅酸素療法用酸素濃縮器で作られる酸素もほぼ完全な乾燥ガスである。また、両者は室内気温度や湿度の影響を受けない。

## 結 果

I. 1 回吸気量に占める配管からの酸素の割合

1. 鼻カニューラの場合

1 回吸気量 = 330 ml, 吸気時間 0.94 秒なので, 1 回の吸気で鼻腔から肺に入るカニューラからの酸素量 (V) は  $V(\text{ml}) = \text{酸素流量}(\text{L}/\text{min}) \times (1,000/60) \times 0.94$  で示される。

カニューラからの酸素 (0.5 L ~ 4 L/分) が 1 回吸気量に占める割合を酸素流量毎に示す (Fig. 1A)。いずれの流量でも 1 回吸気量にしめる酸素の割合は少ない。

2. ベンチュリマスクの場合

配管からの酸素量と空気の混合比は酸素流量に関係なく,

$$\frac{\text{設定酸素濃度}(\%) - 21}{100 - 21}$$

ただし、21 は空気中の酸素濃度 (%)

で示される。

配管からの酸素が 1 回吸気量に占める割合を酸素濃度毎に示す (Fig. 1B)。いずれの酸素濃度でも 1 回吸気量にしめる酸素の割合はわずかである。

II. 吸入ガスの水分量

1. 末梢気道に到達した吸入ガスの水分量 (鼻腔や気

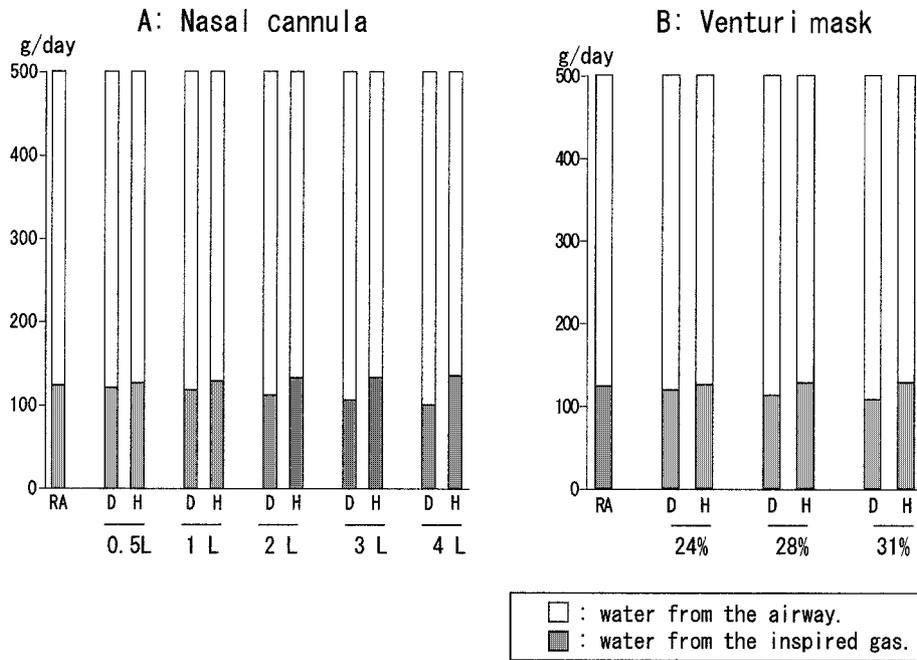


Fig. 2 Comparison of the total water content of the inspired gas (g/day) while inhaling room air, dry oxygen and humidified oxygen using a nasal cannula and a Venturi mask.

The water delivered from the airway constitutes the major component. The difference of the water content between dry oxygen inhalation and humidified oxygen inhalation is very small compared to the total water content of the inspired gas.

RA = room air, D = dry oxygen, H = humidified oxygen.

\*Since the relative humidity of the oxygen decreased as the oxygen flow increased, we used the experimentally obtained data on humidity as shown in the text.

道で加湿される水分量を含む)

吸入ガスの温度は気管支より末梢ではほぼ 37℃, 湿度 100% である. 37℃ の飽和水蒸気圧  $e_s = 6,282.5 \text{ Pa}$  なので, 末梢気道に到達した吸入ガス全体の水分量 (W) は式 1 より,

$$W(\text{g/日}) = 500.8 \text{ g/日}$$

## 2. 鼻腔へ入る吸気ガス中の水分量

1) 酸素を吸入しないとき (室内気のみを呼吸している場合)

温度 24℃, 湿度 50% の 1 L 空気中の水分量 (W) は, 式 2 より

$$\begin{aligned} W(\text{mg/L}) &= 0.2178 \times 50 \\ &= 10.9 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

したがって, 鼻腔へ流れこむ吸気ガス中の水分量は,  $W(\text{g/日}) = (10.9 \times 0.33 \times 24 \times 60 \times 24) / 1,000 = 124.3 \text{ g/日}$

## 2) 鼻カニユラで酸素を吸入した場合

酸素流量 0.5 L/分 ~ 4 L/分, 加湿なしと加湿あり (湿度 95% ~ 65%) で吸気ガス中の水分量を式 2 より求め, 結果を Fig. 2A に示す (計算式は附 1).

たとえば, 湿度 70% (酸素流量 4 L/分の時) に加湿した酸素を吸入した場合と加湿しない酸素を吸入した場合を較べても, 吸気ガス中の水分量の差は 35.1 g/日で, 気道から分泌される水分量 376.5 g/日 (= 500.8 - 124.3) の 9.3% にすぎない.

## 3) ベンチュリマスクで酸素を吸入した場合

吸入酸素濃度 24% ~ 31%, 加湿なしと加湿ありで吸気ガス中の水分量を式 2 より求め, 結果を Fig. 2B に示す (計算式は附 2). なお, 我々は先行実験<sup>9)</sup>で酸素流量 5 L/分までの湿度しか測定していないため, 酸素流量 6 L/分以上を必要とする酸素濃度 35% 以上は計算していない.

たとえば, 酸素を湿度 65% (酸素濃度 31%, 酸素流量 5 L/min 時の湿度) に加湿した場合と加湿しない場合を較べても, 吸気ガス中の水分量の差は 20.4 g/日で気道から分泌される水分量の 5.4% にすぎない.

III. 室内気湿度をどの程度上昇すれば, 加湿しない酸素を吸入したためにおこる吸入ガス内水分量の低下を補充できるか.

乾燥酸素を吸入しても, 吸入する前と同じ吸入気ガス

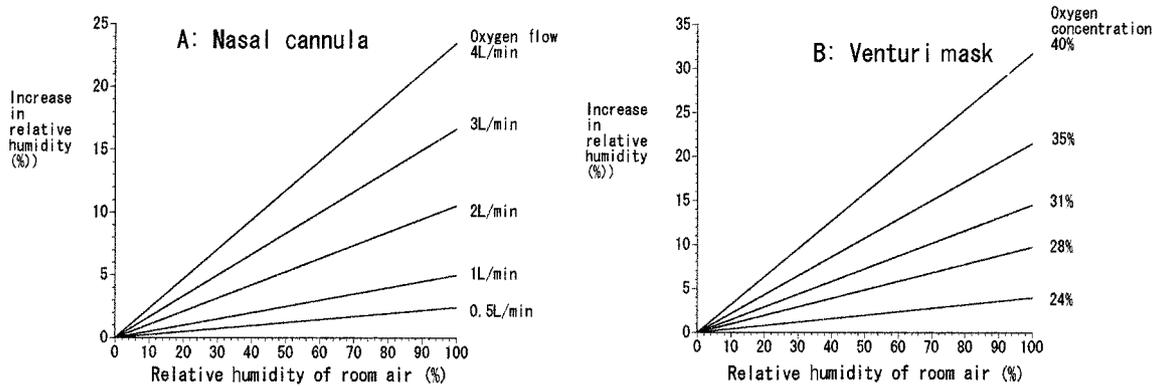


Fig. 3 Relationship between relative humidity of room air and the increase in humidity which compensates for the water loss during dry oxygen inhalation using a nasal cannula ( A ) or a Venturi mask ( B )  
 For example, when a patient inhaled 2 L/min of dry oxygen through a nasal cannula, the total water content of the inspired gas was the same when the relative humidity of the room air was increased by 4% , that is, to 44%, as when no oxygen was inhaled with the relative humidity of the room air at 40%. Details are shown in the text.

内水分量となるようにするための室内気湿度の上昇分と室内気湿度との関係を Fig. 3A (鼻カニュラの場合)と Fig. 3B (ベンチュリマスクの場合)に示す(計算式は附 3)。

かりに室内気湿度が 40% の時,室内気の湿度を 8% 上昇させ 48% にすると,流量 4 L/分の加湿しない酸素を吸入しても,鼻腔へ入る吸入ガスの水分量は室内気湿度が 40% の空気を吸入している時と同じことになる。また,ベンチュリマスクの場合,かりに室内気湿度が 40% の時,室内気の湿度を 13% 上昇させ 53% にすると 40% の乾燥酸素ガスを吸入しても,吸入ガス中の水分量は室内気湿度が 40% の空気を吸入している時と同じことになる。

## 考 案

本研究から,鼻カニュラで酸素流量 4 L/分以下やベンチュリマスクで酸素濃度 40% 以下の酸素吸入において,1) 1 回吸気量に占める酸素(配管からの)の割合は少ないこと,2) 酸素加湿の有無による吸気ガス内水分量の差は,気道から分泌される水分量に較べて極めてわずかであること,3) 酸素を加湿しなくても室内気湿度を僅かに上昇させることで,加湿しないことによる吸気ガス中の水分量の減少を補充できることを示し,室内気の湿度が十分に保たれていれば,酸素をあえて加湿する必要がないことを示した。

低流量(低濃度)酸素吸入において,1 回吸気量に占める酸素(空気中の酸素を除く)の割合は少ない。1 回吸気量 330 ml, 吸気時間 0.94 秒の呼吸不全患者の場合,鼻カニュラ 2 L/分で 1 回吸気量の 9.5%, 4 L/分で 19%

にすぎない。ベンチュリマスクの場合は患者の呼吸条件に関係なく,酸素濃度 28% の場合,1 回吸気量のわずか 8.9%, 酸素濃度 40% では 24% である。我が国では多くの施設でこの量の酸素を加湿している。しかも加湿しても得られる酸素の湿度は 100% ではなく,かつ,酸素流量増加とともに低下する<sup>9)</sup>。特に,在宅酸素療法で使われる酸素濃縮器内蔵の加湿器は表面気化式が主流であるが,病棟で使われる気泡式にくらべて加湿能力は著しく劣る。例えば,酸素流量 2 L/min で得られる酸素の湿度は 50%, 4 L/min で湿度は 40% (ともに 24%) にすぎない<sup>9)</sup>。今回は計算結果を示さないが,表面気化式で酸素を加湿すると,吸入ガス中の水分量の増加は気泡式よりもさらに少なくなる。

また,吸入ガスの水分量を比較すると,酸素加湿をしないことによる水分量の減少は極めてわずかである。仮に鼻カニュラで加湿しない 2 L/分の酸素を吸入しても,室内気を吸入している場合に較べて,吸気ガス中の水分量は 11.8 g/日減少するにすぎない。この量は鼻腔を含む気道から分泌される水分量の 3% にすぎない(4 L/分では 9.3%)。この量は患者自身が水分を補給することで対応できる。さらに,加湿しなくても,そのときの室内気湿度をすこし上昇させるだけで,この不足分を補うことができる。このことはベンチュリマスクでも同じである。

一般に室温 24℃ における湿度は 40% ~ 60% が望ましいとされている<sup>11)12)</sup>。この値を酸素吸入患者に適用すると,加湿しない酸素を 4 L/分吸入した場合,室内湿度を 48% 以上に維持すれば湿度 40% の空気を呼吸している患者(あるいは健常者)と同じ条件になる(40% べ

ンチュリマスクでは湿度 53% (Fig. 3A, B). 言い換えると, 湿度が 60% を越え気温が高くなる夏季では鼻カニユラ 4 L/分やベンチュリマスク 40% の時に酸素加湿は不要である.

このように考えると, 1 回の吸気量に占めるわずかな量の酸素を加湿するよりも, 残りの大半を占める室内気の湿度を充分保つほうが, 加湿の面からも効率がよいのは明らかである.

酸素加湿に疑問を呈する他の事実を列記すると, 1) ヒトは本来鼻腔という加湿器をもっている, 2) そのため, 乾燥した国や地域を旅行してもとくに問題が起こらない, 3) 在宅酸素療法患者の場合, 自宅では酸素加湿を行い, 外出時には加湿器のついてない携帯用酸素ポンプを使っているが, そのことによる問題提起はない, 4) 欧米では低流量の酸素吸入に酸素加湿を中止しているが, それによる問題は報告されていない. などが挙げられる.

酸素を加湿しない影響は鼻カニユラよりもベンチュリマスクのほうがより少ない. その理由は, 1) もともと, ベンチュリマスクのほうが酸素加湿の程度が低い. これは, ベンチュリマスクで酸素吸入する場合, 高流量の酸素を流さなければならず, 酸素流量が増加するほど加湿能力は低下するためである. たとえば, ベンチュリマスクで酸素濃度 28% を得るためには酸素流量が最低でも 4 L/分必要であるが, 鼻カニユラの場合はほぼ 2 L/分であり. 2) ベンチュリマスクの場合, すでにマスク内で室内気と配管からの酸素が充分混合した状態になっている. そのため, 鼻カニユラのように乾燥酸素が直接鼻腔へ流れて同部の乾燥を引き起こす可能性は少ない.

酸素加湿の必要性の有無を吸入ガス中の水分量から検討した研究は本報告が初めてではない. 過去に Lasky<sup>7)</sup> が同じような計算を行っている. しかし, 彼は計算上の仮定として, 1 回換気量を 500 ml, 呼吸数を 12 回/分, 吸気時間を 1 秒と, 健康人の換気条件を用いた. そのため, 患者における酸素加湿による肺への水分量の変化を正確に反映しておらず, 酸素加湿の是非を問うためには説得性に欠ける. また, ベンチュリマスクについての計算は行っていない. そのため, 本研究では酸素療法を行っている患者の 1 回換気量や吸気時間<sup>8)</sup>, そして我々が直接測定した湿度の値<sup>9)</sup>を用いた. さらに, ベンチュリマスクについても同様に計算した. そのため, より臨床現場に即した結果となった.

鼻カニユラによる酸素吸入では呼気終末時から吸気開始までの間に酸素が鼻腔内へたまる. 本研究ではその量を見逃して計算した. そのため酸素加湿の影響を過少評価している可能性がある. しかし, 一方で今回用いた 1 回換気量 330 ml という値はかなり高度の低酸素血症の

Table 1 Present status of oxygen humidification in other countries

Country	Humidification of oxygen
USA	No, when oxygen flow is less than 4 L-5 L/min.
France	No, when oxygen flow is less than 4 L/min.
Singapore	Yes, oxygen is routinely humidified.
Taiwan	No, when oxygen flow is less than 1 L/min. Yes or No, depending on the physician's decision when oxygen flow is between 1 L/min-4 L/min.
Korea	Yes. It is a custom!
China	Yes.
Vietnam	Yes.

\*The author asked each participant who attended the 7th congress of Asian Pacific Society of Respiriology, in Taipei, Oct 25-27, 2002, whether or not he/she humidified low-flow and/or low-concentration oxygen given to patients.

COPD 患者のものである<sup>8)</sup>. そのため 1 回換気量に占めるカニユラからの酸素の割合を過大評価している可能性がある. さらに, 気泡式加湿器を使う場合, 気化熱の影響で加湿器内の水温は低下し, そこを通過した酸素の温度も湿度も低下する. 今回はこの影響を見逃して計算したため, 酸素加湿の影響を過大評価している. このように, 本研究におけるこれらの問題点は互いに相殺されるため, 計算結果は実際の値から大きく偏ったものではないと考えられる.

酸素加湿器を使うことの欠点は意外に多く, 1) 騒音による睡眠障害, 2) 加湿器用蒸留水購入のための支出, 3) 看護業務の増大, 3) 加湿器内の水の汚染<sup>13)</sup> (院内感染の危険性), 4) 加湿器からの酸素漏れの危険性, 5) 酸素吸入チューブ内の結露, 6) 室内気湿度を軽視する傾向になる, などがあげられる.

酸素加湿よりも室内気湿度を十分に保つ必要性を肺の水分出納の面から示したが, インフルエンザ予防の面からも重要である. Harper<sup>14)</sup> は室内気湿度が高いほどインフルエンザウイルスの増殖が抑制されることを報告している. 慢性呼吸不全患者にとって冬季のインフルエンザ感染予防対策は患者の生命予後に関係することからも, 室内気湿度に注意すべきである.

院内感染防止の観点から高価な使い捨て容器入り蒸留水を加湿器に使う病院が少なくない. 著者が調べた病床 900 のある病院では加湿器用蒸留水の年間購入費が 500~600 万円であった. 加湿器用蒸留水交換のための人件費も考慮すると, もっと多額の費用を酸素加湿に充当している計算になる. 医療経済の観点からも酸素加湿の是非について検討する時期である.

本研究結果から一律に酸素加湿が不要であると言い切ることにはできない. 高流量 (高濃度) の酸素吸入や, 鼻

腔の加湿機能が障害されている患者や気管切開患者に対して酸素加湿は必要である。また、加湿しないことにより鼻腔や口腔の乾燥感を訴える患者に対しても酸素加湿が必要であろう。最近、我が国でも大野<sup>15)</sup>や宮本<sup>16)</sup>が酸素加湿の有無で自覚症状に大きな差がないことを報告した。しかし、これらの報告はいずれも鼻カニユラで2 L/分以下の症例である。したがって、現状で科学的根拠に基づいて酸素加湿が不要とする流量は、自覚症状の観点からは2 L/分までである。今後、鼻カニユラで3 L/分以上、あるいはベンチュリマスクで酸素を吸入している症例を対象とした自覚症状に関する研究が必要であろう。また、小児についての検討も同様である。

以上、本研究では、酸素吸入において酸素を加湿するよりも、室内気湿度を十分に保つほうが重要であることを示した。

最後に台北で開催された第7回 APSR (2002年10月25日～28日) 会場で著者が諸外国の参加者に酸素加湿の現状を聞いた結果を Table 1 に示す。東南アジア諸国ではわが国同様に多くの国で酸素を加湿していた。高温多湿の東南アジア諸国では酸素加湿は明らかに不要である。

追記：本研究成果の一部は第42回日本呼吸器学会総会(仙台)で発表した。

謝辞：本研究に協力していただいた北海道大学医療技術短期大学部理学療法学科小熊英敏氏(現、市立美唄病院)、木野靖史氏(現、札幌山の上病院)および株式会社テスト 岩崎直志氏に深謝いたします。

附録 本研究で用いた計算

附録 1 鼻カニユラで酸素を吸入時に、吸気から肺に入る水分量

1) 鼻カニユラで酸素流量1 L/分を吸入する場合で酸素加湿をしないとき。

1 回吸気量に占めるカニユラからの酸素の量は

$$(1,000/60) \times 0.94 = 15.7 \text{ ml}$$

1 回換気量の中の水分量は式 2 より

$$10.9 \times (330 - 15.7) / 1,000 = 3.426 \text{ mg}$$

1 日に換算すると、吸気から入る水分量は、

$$3.426 \times 24 \times 60 \times 24 / 1,000 = 118.4 \text{ g/day}$$

2) 鼻カニユラで流量1 L/分の酸素を湿度92%に加湿した場合。

湿度92%の1 Lの酸素中の水分量は式-2より20.0 mg/L。

加湿した酸素から入る水の量は、

$$20.0 \times 15.7 / 1,000 \times 24 \times 60 \times 24 / 1,000 = 10.9 \text{ g/day}$$

吸気ガス全体では、

$$118.4 + 10.9 = 129.3 \text{ g/day}$$

鼻カニユラの酸素流量が0.5 L/min, 2 L/min, 3 L/min, 4 L/minの場合も同様に求めることができる。

附 2 ベンチュリマスクのとき

ベンチュリマスクでN%の酸素を吸入する場合、マスクからでてくるトータルガス流量に対する配管からの酸素流量の関係は、

酸素流量/マスクから出るトータルガス流量

$$= (N - 21) / (100 - 21)$$

つまり、24% 酸素濃度の時は

$$(24 - 21) / (100 - 21) = 0.038$$

これは、1 回吸気量の3.8%が配管からの酸素であることを意味している。

24%の酸素吸入を例にとると、推奨酸素流量は3 L/分であるので、その時の湿度は72%である。湿度72%、24%のガスの水分量は15.7 mg/L(式2より)なので、24%酸素吸入中の1 回吸気ガス中の水分量は、

$$15.7 \times 330 / 1,000 \times 0.038 + 10.9 \times [330 \times (1 - 0.038)] / 1,000 = 3.66 \text{ mg}$$

1 日量に換算すると、

$$3.66 \times 24 \times 60 \times 24 / 1,000 = 126.5 \text{ g/day}$$

同様にして、ベンチュリマスクの酸素濃度が24%(推奨酸素流量3 L/分, 湿度72%)、28%(推奨酸素流量4 L/分, 湿度70%)、31%(推奨酸素流量5 L/分, 湿度65%)も求めることができる。

附 3

乾燥酸素を吸入しても、吸入する前と同じ吸入気ガス内水分量となるように上昇させる室内気湿度の上昇分( $\Delta RH$ )と室内気湿度( $RH$ )との関係は、

1. 鼻カニユラの場合

式 2 から、

$$0.2178 \times 330 \times RH = 0.2178 \times (RH + \Delta RH) \times (330 - L \times \frac{1,000}{60} \times 0.94)$$

ただし、L = 酸素流量 (L/分)

つまり、

$$\Delta RH = \left( \frac{L \times \frac{1,000}{60} \times 0.94}{330 - L \times \frac{1,000}{60} \times 0.94} \right) \times RH$$

で表示できる。

2. ベンチュリマスクの場合は

$$\Delta RH = \frac{330 \times \frac{N-21}{100-21}}{330 \times \left(1 - \frac{N-21}{100-21}\right)} \times RH$$

$$= \frac{N-21}{-N+100} \times RH$$

ただし、N = 設定酸素濃度 (%)

## 文 献

- 1) Fulmer JD, Snider GL: ACCP-NHLBI national conference on oxygen therapy. *Chest* 1984; 86: 234-247.
- 2) AARC clinical practice guideline oxygen therapy in the home or extended care facility. *Respir Care* 1992; 37: 918-922.
- 3) Official statement of the American Thoracic Society: Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 225-243.
- 4) Official statement of the American Thoracic Society: Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: S77-S121.
- 5) Estey WRN: Subjective effects of dry versus humidified low flow oxygen. *Respiratory Care* 1980; 25: 1143-1144.
- 6) Campbell EJ, Baker D, Crites-Silver P: Subjective effects of humidification of oxygen for delivery by nasal cannula. *Chest* 1988; 93: 289-293.
- 7) Lasky MS: Bubble humidifiers are useful fact or myth? *Respiratory Care* 1982; 27: 735-737.
- 8) Loveridge B, West P, Kryger MH, et al: Alteration in breathing pattern with progression of chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1986; 134: 930-934.
- 9) 小熊英敏, 宮本顕二, 木野靖史, 他: 酸素加湿器の加湿能力の検討. 日本呼吸管理学会雑誌印刷中.
- 10) 松井住仁: 患者の至適温度条件に関する研究. 昭医誌 1981; 41: 271-284.
- 11) 健康・快適居住環境に指針. 東京都衛生局生活環境部環境指導課編. 東京都政策報道室都民の声部情報公開課発行, 平成12年2月.
- 12) 三浦豊彦: 湿度と人間. *労働科学* 1978; 54: 165-177.
- 13) Pendleton N, Cheesbrough JS, Walshaw MJ, et al: Bacterial colonization of humidifier attachments on oxygen concentrators prescribed for long term oxygen therapy: a district review. *Thorax* 1991; 46: 257-258.
- 14) Harper GJ: Airborne micro-organism: survival tests with four viruses. *J Hyg Camb* 1961; 59: 479-486.
- 15) 大野彰二, 川口一男, 管間康夫, 他: 低流量酸素濃縮器における加湿器の必要性について. 日本呼吸管理学会誌 2003; 12: 370-373.
- 16) Miyamoto K, Oguma H, Kino T, et al: Subjective effects of the humidification of oxygen in patients receiving home oxygen therapy. The 7th congress of Asian Pacific Society of Respiriology, Taipei, Taiwan, October 25-28, 2002.

## Abstract

## Is it necessary to humidify inhaled low-flow oxygen or low-concentration oxygen?

Kenji Miyamoto, M.D.

Department of Physical Therapy, Hokkaido University School of Health Science,  
N-12, W-5, Kita-Ku, Sapporo, Japan

In Japan, oxygen is routinely humidified in almost every hospital and clinic. In contrast, in Europe and North America, oxygen is not humidified as long as the oxygen flow is less than 4-5 L/min, according to the guidelines for oxygen therapy announced by the ACCP-NHLBI in 1984 and by AARC in 1992.

In this paper, we demonstrate mathematically that: 1) the oxygen received through a nasal cannula at 0.5-4 L/min or through a Venturi mask at 24-40% constitutes only a small percentage of the patient's inspiratory tidal volume (2.4-19% and 3.8-24%, respectively), 2) the humidity deficit caused by inhaling unhumidified oxygen through a nasal cannula at 0.5-4 L/min or through a Venturi mask at 24% to 31% is very small compared with the water content delivered from the airway, and 3) this humidity deficit is easily compensated for by increasing the relative humidity of the room air a little, e. g., by only 4% in case of inhalation of 2 L/min of oxygen through a nasal cannula. Similar results are obtained when a Venturi mask is used to inhale oxygen.

From these calculations, we conclude that routine humidification of low-flow oxygen or low-concentration oxygen is not justifiable in patients who need oxygen inhalation, as the humidity of room air is sufficient.