

酸素療法を正しく理解するために大切なこと

500mLという量を、例えば500mL 生理食塩水バッグからイメージしてください。使用後の空の生理食塩水バッグの入り口をきり、空気をもたして吸ってみてください。500mL など一瞬で吸い込めることがわかります。

肺活量は60代男性約3000mL、60代女性 約2000mL もあり、20代男性では4000mL以上もあります。その気になれば500mLという量すら“ちっぽけな”量なのです。

自発呼吸の吸気のスピードは無茶苦茶速い!!

「酸素を10L/分流しまーす!!」という患者にかなりの酸素を投与した気分になりがちです。酸素流量計の大半は最大投与量が10または15L/分であることも関係するかもしれません。10L/分を超すと結構音もするので酸素をたっぷり流した雰囲気になります。

ヒトは1秒で息を吸い2~3秒で吐きます。1回に吸いこむ量は500mL程度です。

ヒトの吸気スピード=500mL/秒=30000mL/60秒=**30L/分** です。

たとえ15L/分で酸素を投与しても、吸いこむスピードの半分にも達しません。

酸素療法の仕組みにおいて30L/分が常に意識されます。本書においても随所に出現します。30L/分というハイスピードを意識して、各種酸素デバイスが開発されました。酸素療法において**30L/分はお約束の数字**です。

社会保険制度も酸素流量に関連した

かつて、「酸素流量5L/分であれば結構流している、10L/分であればたっぷり流している」という感覚をもたれた時代がありました。そのように意識されたことに社会保険制度も関係します。保険で請求できる酸素量

は 10L/分（1 日量 14400L）でありそれ以上請求しても査定で“切られます”。それは今も同じです。人工呼吸器はかなりすごい量の酸素を消費するのですが、それでも 1 日量 14400L しか認められません。

酸素のコスト

普段あまり意識しませんが、酸素もコストであり 0.18 円/L 程度といわれます。酸素を 20L/分で使用すると、1 日あたり $1440 \times 10 \times 0.18 = 2592$ 円分を請求できないこととなります。たいした値段ではないと思われるかもしれませんが、酸素は「院内で最も使用される薬」であり、病院全体では馬鹿になりません。ネーザルハイフローを ICU 患者に多く使用したところ、病院全体の酸素消費量の最大 22.9%に達し、酸素の使用量が急増したため酸素備蓄量に影響を及ぼしたとの報告もあります（日集中医誌、2015；279）。大量に酸素を使用するネーザルハイフローは使用量を請求できる一部地域があるようです。

酸素（エア）を「しっかりと流す」基準が変わった！！

実は 30L/分でも、ヒトの平均吸気スピードです（図 1A）。

われわれヒトの吸気速度（図 1B）は、最初が一番速く、最も速い部分は 60L/分にも及びます（図 1C）。敗血症性ショックなどで過呼吸となった患者の流速は 100L/分に及ぶことすらあります。通常の酸素流量計で投与できる 10～15L/分など「全くたいした量ではない」といえます。

人工呼吸管理の世界においても、かつては 30L/分が意識されそれを前提とした設定がなされました。現在、30L/分など人工呼吸器ワールド的にはありえない低い数字です。「30L/分が患者の吸気流速」というお約束が状況により必ずしも正しくないことは、人工呼吸器管理から近年意識されるようになったといえるかもしれません。

吸入酸素濃度表の“空白ゾーン”に意味がある

例えば、シンプルマスク（簡易型マスク）に対して酸素流量に応じた酸素濃度を示す表があります（表 1）。5L/分より下はありません。これは、「4L/分以下に使うべきではない」理由があるからです。10L/分以上の設定もありません。10L/分もの設定をするのであれば、他のデバイスを使うべき理由があるからです。

このように吸入酸素濃度表に「書かれない」下のゾーンには“使うべき

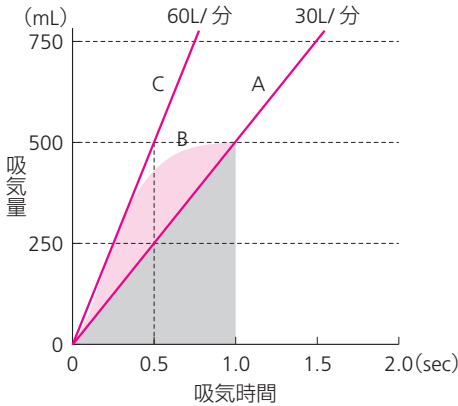


図1 吸気流速グラフ

引用：尾崎考平．血液ガス・酸塩基平衡教室—呼吸尾崎塾 おもしろいほどスラスラわかって臨床につかえる！
メディカ出版；2009 より一部改変

表1 シンプルマスクの吸入酸素濃度表

酸素流量 (L/分)	吸入酸素濃度 (%)
低いゾーン	
使うべきではない理由がある	
5～6	40
6～7	50
7～8	60
高いゾーン	
使うべきではない理由がある or 他に使うべきデバイスがある	

ではない理由”があり、「書かれない」上のゾーンには“他に使うべきデバイスがある”または“使うべきではない理由”があります。理由を知ることにより、理解が深まり酸素療法への関心がわきます。

リザーバーという概念

リザーバーといえば、リザーバー付マスクがイメージされ、それ以外のデバイスにおいてあまり意識されません。リザーバー（reservoir）とは「貯水池」の意味であり、一時的に物質を蓄えるスペースの呼称としても使用されます。ダム湖もリザーバーとよばれます。実は、ほとんどの酸素投与デバイスにリザーバー概念があり、鼻カニューラにすらあります。

酸素療法を扱ううえで“覚めた視線”も必要

古くからある各種デバイスの吸入酸素濃度表は考えぬかれて作られたものです。しかし、「こんな感じで酸素が流れたらいいな～」とかなり都合よく考えられた面があり、残念ながらバーチャルといわざるをえない面がある表です。一時期携帯電話の会社が「当社はすごい通信スピードがでま

す」とうたいながら、ある限られた地域で限定的な機種でのみ可能なスピードであることが社会問題化しました。現在、各社スピード表示にはベストエフォートと書かれます。全く同じ構図があります。

各酸素デバイスの“吸入酸素濃度表”がバーチャルといわざるを得ない面があることには、主に3つの要因があります。

①患者の吸気流速が速すぎる

お約束の数字 30L/分を前提に各種デバイスは設計され、あるいは吸入酸素濃度表が計算されています。「普通の呼吸をする普通の人」なら問題ありません。しかし、特に高濃度酸素吸入を目指す患者は軽症であるわけがなく、重症です。吸気流速は 30L/分よりずっと速いケースは少なくありません。落ち着いた呼吸と頻呼吸では酸素の取りこまれ方が大きく異なるのです。

②理想のマスクフィッティングは難しい

吸入酸素濃度表は顔にぴったりマスクがフィットすることを前提に設定されています。しかし、多くの患者において“若干の”または“巨大な”隙間があります。わずかな隙間であっても、室内空気は簡単に入りこみます。「重症患者の吸気速度が速い＝投与される酸素など物足りなく周囲の空気を吸いこみたい」です。さらに、患者の顔にマスクをぴったり装着したつもりでも5分後に訪床するとマスクがはずれていることは少なくありません。継続的なフィッティングは難しいです。

ただし、近年シール素材を用いることによりフィット能力がきわめて向上した製品があり、吸入酸素濃度表に近いパフォーマンスが発揮されていると感じます。しかし、フィット能力が高いゆえの問題も発生します [→ p.24]。

③吸気時間と呼気時間、そして休止時間

呼吸といえば吸気時間と呼気時間に分けて考えがちです。しかし、成人の「落ち着いた呼吸」においては休止時間が存在します **図2上**。読者はぜひ、自身の普通の呼吸を観察してください。息を吐き終わった後、次の吸気まで少し時間があることがわかります。一方、多くの呼吸不全患者はほぼ例外なく頻呼吸となり、休止時間がなくなります **図2下**。

酸素療法において休止時間は重要な役割を担います。休止時間において流れる酸素はマスクの中の酸素を洗い流す役割を担います。それにより次の吸気において患者はマスクの中の純粋な酸素を吸えます。逆にいえば、休止時間がないとき患者は自分が吐いた呼気を吸いこみやすくなります（再呼吸）。

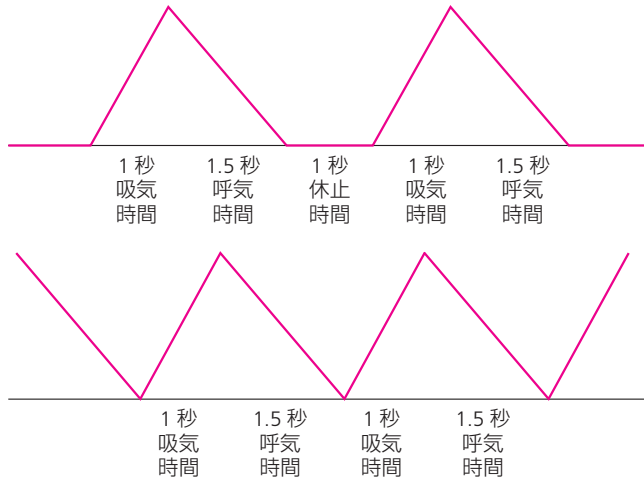


図2 呼吸パターンの例

上段：通常の呼吸

下段：頻呼吸

呼気にも関心をもとう！！

人工呼吸器の設定において、投与（吸気）関連の設定が大半です。人工呼吸器のアラームも「たくさんエアが入りすぎた（高圧関連アラーム）」「圧が上がらない（低圧関連アラーム）」など吸気に関連するものばかりです（実際には呼気の問題が引き起こしているケースがあり注意を払わなければなりません。本書のテーマは酸素療法なので本書では扱いません）。

なぜ、吸気関連ばかりなのでしょう？

風船を膨らませるときは息を吹きこみます。風船を縮めるときは？

まさか、風船の中の空気を吸う人はいないですよ。風船が自ら縮むのにまかせるだけです。