

酸素吸入療法 ①

— 呼気 CO₂ 再吸入を防ぐ —

<https://l-hospitalier.github.io>

2019. 6

感染対策の基礎知識

#194

【低酸素血症】動脈血中 PaO₂ が (P は分圧、a は動脈、O₂ は酸素) 正常より低い状態。ルームエアで PaO₂ < 60 torr^{*1} (mmHg)、または O₂ Sat < 90% を言う。低酸素状態において酸素吸入は不可欠。但し高濃度酸素長期投与は、酸素中毒、CO₂ ナルコーシス、無気肺などの副作用あり。

【Hb の酸素解離曲線 (酸素分圧—飽和度関係) とボーア Bohr^{*2} 効果】

ヘモグロビン Hb の酸素解離曲線は血液 pH が末梢組織で CO₂ の供給を受け酸性に傾くと (赤血球内の 2,3-DPG, 2,3-diphosphoglycerate の濃度が変化して) 酸素解離曲線は赤線方向 (右) に移動し酸素を多く保持できなくなるのがボーア効果^{*2}。アルカリに傾くと酸素解離曲線は緑線方向 (左) に移り酸素を多く結合できる。肺で PO₂ = 60 mmHg で飽和度は 90 %。Hb は末梢では CO₂ を受け取り解離曲線は右シフト、PO₂ = 70 mmHg で飽和度 80 % に低下し酸素を放出する。PCO₂ の動静脈間較差はほぼ一定で 8 mmHg、高齢者では動脈石灰化があり pH, PCO₂ は静脈血ガス分析を行う (当院の ABL9 ガス分析装置は静脈血ガス分析項目あり)。閉塞性肺疾患で慢性の炭酸ガス蓄積による慢性呼吸性アシドーシスがある場合、肺の血液 PCO₂ が高く PO₂ = 70 mmHg でも O₂ Sat は 75% で酸素結合容量は低く酸素輸送能力は低い (動静脈間での pH の差が少ない)。これと炭酸ガス分子は非分極分子なので容易に細胞膜を通過し、細胞内アシドーシスを起こして心停止を起こす。この結果 SPO₂ 低下 (還元ヘモグロビンの増加=チアノーゼ) がなくても突然死が起きる。

【酸素中毒と CO₂ 蓄積】高濃度酸素投与では活性酸素が増加、生体細胞が障害される。特に肺は酸素中毒に弱い。マスクで 4~5 L/分以下の酸素流量はマスク内の呼気 CO₂ を wash out できず再呼吸により高 CO₂ 血症をおこすので、カニューラやオキシチン (右) を使う。逆流防止弁のないリザーバー付き酸素マスクも低流量は呼気再呼吸の危険。高 CO₂ の危険がある肺気腫などに呼吸抑制を防ぐため小量の酸素を供給するにはオキシマスク (右下)、ベンチュリーマスク (左下) (ニインスピロン) を使う。いずれもベンチュリー (絞った管の中に O₂ をノズルで吹き込んで大気と混合) で酸素と大気の混合気を作成、一定濃度の混合気を太い配管で大量に供給する (酸素消費は多い)。吸入酸素濃度 (FiO₂) 40 % では酸素中毒は起きにくい。SPO₂ が安定するからと、マスクで 0.5~2 L/min の低流量酸素吸入をしない!

CO₂ の出口がなくなり生体にとっては物質移動論上 (mass transfer theory) 一方向性の窒息で、CO₂ ナルコーシス作成実験と同じ。

【左図は第 105 回看護師国家試験問題】「問題 4184 ベンチュリーマスクの写真を示す。酸素流量の設定と併せて酸素濃度を設定するのはどれか」 解答 ③。ベンチュリーマスクは、アダプターを交換することで酸素濃度調節を可能にした酸素マスクである。8~10L/分 (40~50%) の酸素流量が得られる。1. ①マスク部分である。2. ②蛇腹部分である。3. ③吸入酸素濃度を調節するアダプター部分である。交換アダプターは酸素濃度 (酸素流量) によって色分けされている。(例) 4L→24% 青/28% 黄、6L→31% 白/35% 緑、8L→40% ピンク、12L→50% オレンジ。4. ④チューブ部分である。

^{*1} 国際単位系 SI (Système international d'unités) は科学論文で必須。SI では圧力はパスカル (Pa) で mmHg と torr (トリチュリを記念) は非 SI だがメートル法で生体の圧は Torr。人名なので Torr が英語では慣習的に torr を使う。^{*2} クリスチャン・ボーア、子息は原子模型のボーアモデルを提唱した高名な原子物理学者ニールス・ボーア。逆に Hb が酸素化されると CO₂ の保持が減るのが Haldane (ホールデン) 効果。

