

## 要旨

【背景】麻酔導入中の低酸素予防に血液酸素化と肺脱室素化が有効であり、高濃度酸素投与前酸素化 (Preoxygenation) が麻酔導入前に必須とされている。短時間 (効率性) でより高度の肺脱室素化による酸素化予備能の増加 (有効性) を得る方法が探索されている。非侵襲で酸素化予備能を 0.00~1.00 の数値で表す新たな技術である酸素化予備能指数 (ORi<sup>TM</sup>) でこれまで前酸素化を評価した研究はなく、また脱室素化の標準的指標である呼気酸素分画 ( $F_{E}O_2$ ) と ORi の関係も明らかにされていない。

【目的】複数の前酸素化方法の効率性と有効性を、ORi を用いて比較し、同時に  $F_{E}O_2$  と ORi の相関性を検証する。

【方法】健康成人ボランティア (10 名) を対象とした前向き研究。呼吸方法 [自然呼吸 (tidal volume breathing: TVB)、または深呼吸 (deep breathing: DB) ]、及び吸入酸素分画 ( $F_{I}O_2$  1.0、または 0.6) を組み合わせた 4 組の前酸素化 (以下、TVB1.0、DB1.0、TVB0.6、DB0.6) で実施。ORi が平衡に到達する時間まで前酸素化を続け、空気での TVB に切替え ORi が 0.00 を示すまで測定。効率性は ORi 値が平衡に到達するまでの時間 ( $T_{up}$ ) を、有効性は酸素投与終了から ORi 値が 0.00 に下降するまでの時間 ( $T_{dn}$ ) を評価した。

【結果】 $T_{up}$  の中央値は、TVB1.0、DB1.0、TVB0.6、DB0.6 で、91.0、47.0、102.0、54.0 秒となり、TVB より DB で有意に短かった。[TVB1.0-DB1.0=44 秒 ( $p=.004$ ), TVB0.6-DB0.6=48 秒 ( $p=.015$ )]。  $T_{dn}$  及び ORi 平衡値にはいずれの比較でも有意差は認められなかった。 $F_{E}O_2$  と ORi は  $F_{I}O_2$  1.0 の条件下では、中等度の相関があった ( $R^2=0.432$ ,  $p=.000$ )。

【考察】DB による前酸素化は  $T_{up}$  が短く、同一酸素濃度でより効率性の高い方法であることが示唆された。麻酔導入前の前酸素化は DB を促すことでより速やかに酸素予備能を増加させることができる。 $T_{dn}$  はいずれの比較でも有意差はなく ORi 値では前酸素化の有効性の差は示せなかった。 $F_{I}O_2$  1.0 と 0.6 で差を認めなかったのは、ORi では評価が難しい、高酸素分圧領域の酸素解離曲線の生理学的特性の関与が考えられた。

【結論】1) DB は TVB よりも有意に短時間で ORi 値及び  $F_{E}O_2$  が上昇し、前酸素化が達成された。2) 吸入酸素濃度で ORi 値の上昇及び下降時間に有意差は認められなかった。3) ORi と  $F_{E}O_2$  は、 $F_{I}O_2$  1.0 で中等度の相関があり、ORi は前酸素化達成の臨床的な参考値として使用できることが示された。4) DB による前酸素化の時間短縮の可能性は、生理学的にも、患者不安軽減を考える周麻酔期看護的にも臨床的意義は大きい。



## Abstract

**【Background】** Preoxygenation is essential for prevention of hypoxia during induction of anesthesia. Methods to quickly oxygenate blood and denitrogenate the lungs have been explored. Oxygen Reserve Index (ORi), is a novel noninvasive oxygen reserve measurement, with an indicator of 0.00 to 1.00. The relationship between ORi and preoxygenation, as well as denitrogenation, commonly measured by fraction of expired oxygen ( $F_{E}O_2$ ), has not been clarified.

**【Objective】** To compare different preoxygenation methods using ORi, and examine the correlation between  $F_{E}O_2$  and ORi.

**【Method】** Prospective study with 10 healthy volunteers. Four preoxygenation methods (TVB1.0, DB1.0, TVB0.6, DB0.6) consisting of combinations of breathing methods [tidal volume breathing (TVB) or deep breathing (DB)] and fraction of inspired oxygen [ $F_{I}O_2$  1.0 or 0.6] were used. Preoxygenation was continued until ORi reached a plateau. Subjects then breathed room air until ORi dropped to 0.00. Preoxygenation efficiency was assessed using the time for ORi to reach a plateau ( $T_{up}$ ), and efficacy was assessed by the time from plateau to baseline (0.00) following discontinuation of oxygen administration ( $T_{dn}$ ).

**【Results】** Median  $T_{up}$  using TVB 1.0, DB 1.0, TVB 0.6, DB 0.6 were respectively 91.0, 47.0, 102.0, 54.0 seconds.  $T_{up}$  was significantly shorter with DB than TVB [TVB1.0-DB1.0 = 44sec ( $p = .004$ ), TVB0.6-DB0.6 = 48sec ( $p = .015$ )]. There was no significant difference in  $T_{dn}$  or ORi plateau value. There was moderate correlation between  $F_{E}O_2$  and ORi at  $F_{I}O_2$  1.0 ( $R^2 = 0.432$ ).

**【Discussion】** Preoxygenation with DB was more efficient, as indicated by a short  $T_{up}$ . Deep breathing appears useful to achieve quicker preoxygenation. Preoxygenation effectiveness as measured by  $T_{dn}$  did not change with breathing methods or  $F_{I}O_2$ . No significant difference shown between  $F_{I}O_2$  1.0 and 0.6, may be because physiological characteristics of the oxygen dissociation curve of the high oxygen partial pressure region which is difficult to evaluate with ORi was considered to be involved.

**【Conclusion】** 1) Preoxygenation (as measured by increase in ORi and  $F_{E}O_2$ ) was faster with DB than TVB. 2)  $F_{I}O_2$  had no significant effect on  $T_{up}$  nor  $T_{dn}$ . 3) The relationship between ORi and  $F_{E}O_2$  was moderately correlated at  $F_{I}O_2$  1.0. ORi may be used as a clinical indicator of adequate preoxygenation.

