

フェイスマスク装着が呼吸循環系へ 与える影響について —常圧低酸素環境と通常酸素環境の比較—

○片山 訓博¹⁾・大倉 三洋¹⁾・甲藤 史拓¹⁾・

宗石 憲昇¹⁾・永田林太郎¹⁾・藤本 哲也²⁾

1)高知リハビリテーション学院 理学療法学科

2)信州大学大学院

【目的】

呼吸器系は解剖学的死腔を有し、その量は約 150ml を言われている^{1,2)}。運動負荷試験などを施行する場合は、フェイスマスクの装着することからその増加が考えられる。この死腔量増加にそれによる呼吸循環系への影響を検討している報告は少なく、また実験環境として常圧低酸素環境を用いた影響の報告はない。

本研究では、フェイスマスク装着による解剖学的死腔の増加が、常圧低酸素環境における安静座位時の呼吸循環系に与える影響について通常酸素濃度と比較し、検討したので報告する。

【方法】

対象者は、健康男子学生 7 名、平均年齢 20.9 歳 (20 歳 -21 歳)、平均身長 172.9±6.1 cm、平均体重 64.5±11.3 kg である。低酸素環境での高山病などの既往を有さない者とした。

実験環境は、通常酸素濃度 (酸素濃度 20.9%:以下、通常酸素) および常圧低酸素濃度環境 (酸素濃度 14.5%、:以下、低酸素) を準備し、フェイスマスク装着なし (以下、条件 1) とフェイスマスク装着あり (以下、条件 2) の 2 条件とした。フェイスマスクの容量は、約 200ml であった。

常圧低酸素環境は、藤原ら³⁾の特許および大倉ら⁴⁾が報告した塩化ビニール製テント (容積 4.0m³) と膜分離方式の高・低酸素空気発生装置を用いて設定した。被験者は、各環境の各条件下で 30 分間の安静座位を取らせ、酸素飽和度 (以下、SPO₂:%) および心拍数 (以下、HR: 拍/分) を NBP-400 (NELLORPUPITANBENNETT 社製) を用い開始から終了まで 30 秒間隔で測定し、5 分間毎の平均値 (stage1 から stage6) を採用し、比較検討した。

統計学的手法は、t 検定を用い、有意水準は危険率 5% 未満とした。

【説明と同意】

本研究は、被験者には研究の趣旨および方法を説明し、同意を得た後に行った。

【結果】

1) SPO₂ について (図1, 表1)

SPO₂ は通常酸素では条件 1, 条件 2 の全ての stage で約 98% であり、両条件間には統計学的有意差を認めなかった。低酸素では、条件 1, 条件 2 の順に平均値で stage1: 95.6±1.6%, 93.6±1.1%, stage2: 94.2±1.8%, 92.6±1.2%, stage3: 92.3±1.9%, 91.7±1.6%, stage4: 91.0±2.1%, 91.2±2.3, stage5: 90.6±2.4%, 91.3±2.5%, stage6: 89.8±1.5%, 91.3±2.5% で stage の経過と共に低下し、stage1 では有意差を認め条件 2 が条件 1 より低値であり、stage2 では条件 2 が条件 1 低い傾向を示した (p < 0.05, p < 0.1)。

2) HR について (図2, 表2)

HR は、通常酸素、低酸素の両条件間に有意差を認めなかった。しかし、低酸素の条件 2 では高値を示した。

3) SPO₂ と HR の関係

通常酸素の SPO₂ と HR は全てのステージで変化認めずほぼ一定であった。

低酸素は、SPO₂ と HR の関係は、SPO₂ の低下により HR の上昇の傾向を示した。

【考察】

今回、フェイスマスク装着が呼吸循環系へ与える影響について、常圧低酸素環境と通常酸素環境を用い、SPO₂、HR により比較検討した。

SPO₂ は、低酸素が通常酸素に比べ有意に低値を示した。通常酸素はフェイスマスクの影響により変化を認めなかったが、低酸素は、フェイスマスク有りの方が低い傾向を示した。

低酸素条件は、吸入酸素濃度が低下し肺胞内の酸素濃度および酸素分圧の低下が生じる。その結果、拡散機能に影響を与える肺胞 - 静脈間の酸素分圧較差の減少に至り、動脈血酸素分圧が低下し、SPO₂ の低下に繋がる^{2,3)}。

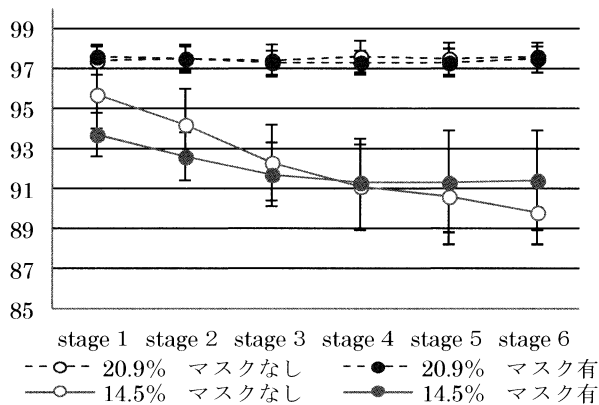


図1 SPO2(%)の変化

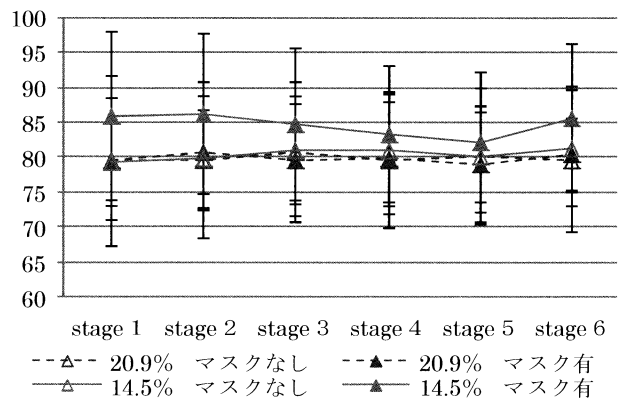


図2 HR(拍/分)の変化

表1 SPO2(%)の変化

	stage1	stage2	stage3	stage4	stage5	stage6
通常酸素 マスクなし	97.4±0.7	97.5±0.7	97.4±0.8	97.5±0.8	97.5±0.8	97.6±0.7
通常酸素 マスク有	97.6±0.6	97.5±0.6	97.3±0.6	97.3±0.6	97.3±0.6	97.5±0.6
低酸素 マスクなし	95.6±1.6	94.2±1.8	92.3±1.9	91.0±2.1	90.6±2.4	89.8±1.5
低酸素 マスク有	93.6±1.1	92.6±1.2	91.7±1.6	91.2±2.3	91.3±2.5	91.4±2.5

表2 HR(拍/分)の変化

	stage1	stage2	stage3	stage4	stage5	stage6
通常酸素 マスクなし	79.5±12.1	79.6±11.3	80.7±10.1	79.5±9.8	80.2±9.8	79.7±10.4
通常酸素 マスク有	79.6±8.8	80.6±8.1	79.6±8.1	79.8±8.0	79.0±8.3	80.4±5.1
低酸素 マスクなし	79.1±6.1	79.7±7.0	81.0±7.8	81.0±7.9	80.0±6.5	81.2±8.3
低酸素 マスク有	85.9±12.1	86.1±11.5	84.8±11.0	83.3±9.9	82.1±10.0	85.6±10.7

更にフェイスマスク装着では、死腔量の増加から、より拡散機能が障害され、SPO₂の低下に繋がったと考える。

HRは、低酸素、通常酸素間およびフェイスマスクの有無での有意差は認められなかった。被験者が20歳代の健常男性であることから、その他の予備能により代償された為と考える。

しかしながら、低酸素のフェイスマスク装着では、HRの増加傾向は認められた。低酸素条件は、マスク装着により早期に低酸素血症に至り、組織への酸素供給量を増加させるための血流量を増加させる必要がある。Fickの法則⁴⁾から、心拍数を増加させ、血流量を増加させたことで、血流量を増加させ、酸素供給に繋がったと考えられる。

今回、酸素濃度14.5%の環境下において、健常な20歳代男性の死腔量をマスク装着により肺活量の約5%程度増加させた結果、SPO₂は約90%まで低下していた。これは、臨床であれば慢性的な呼吸疾患を呈する患者のSPO₂に相当すると考えられる。

したがって、呼吸器疾患患者に対する動負荷試験を施行する場合、呼気ガス分析の為にフェイスマスクを装着することは、より早期に呼吸循環系への負荷が考えられ、身体負荷量も増加している可能性が示唆された。

【引用文献】

- 1) 中村隆一:基礎運動学 3 生体の構造と機能—8 呼吸—(第6版). 医歯薬出版, 東京, 2003, pp158-168.
- 2) 真島英信:生理学 改訂第18版. 文光堂, 東京, 2009.
- 3) 藤原孝之, 小林嘉一:「高酸素濃度空間を備えた建物」, 特開平11-137617. 1995-5-25.
- 4) 大倉三洋, 吉田良一・他:低酸素環境の運動療法への応用に関する研究—常圧・低酸素室の試作—. 日保学誌, 2006, Vol.8(4):227-233.