

バッグバルブマスク使用による研修プランの検討

土居二人*

Examination of training plan by using bag valve mask by Kazuto DOI

(Received: October 27, 2020, Accepted: November 6, 2020)

Abstract

The purpose of this study was to create a video of the bag valve mask (BVM) procedure, which can provide appropriate ventilation to the patient no matter who uses it. The lung condition was simulated by changing lung compliance and airway resistance using a TTL model lung. In this study, three patterns were simulated. That is, healthy lung, obstructive lung disease, restrictive lung disease. I assumed that my own procedure was performed by a new healthcare professional. Differences in tidal volume, pressure, and flow rate, which vary depending on the procedure between the newcomer and the active anesthesiologist, were compared using baseline modeling, and the appropriate BVM procedure was recorded in a video.

The result of the newcomer's procedure was that the ventilation volume was up to 340 ml less than that of the anesthesiologist's procedure. It was considered that the cause was that each ventilation point could not be grasped. An even bigger factor was that the mask hold procedure and how to grip the BVM were inappropriate.

Key Words : bag valve mask, obstructive lung disease, restrictive lung disease, anesthesiologist

1. はじめに

1.1 研究の背景 バッグバルブマスク (bag valve mask : BVM) は自動膨張式バッグであり、加圧を止めることにより自動的に外気を取り込みバッグが膨らむためジャクソンリース回路と違って、駆動源に医療ガスを必要としない。このため心肺蘇生の緊急時に1次救命処置の呼吸補助具、さらに慢性期の呼吸器離脱時に補助換気の呼吸補助具として使用できる¹⁾。しかし、BVMは自動膨張式であり、バッグ自体も硬いことから、人工気道留置中の患者に使用するとき、自発呼吸がわかりにくく、一方弁により呼吸と合わない呼吸困難感が生じる。よって、自発呼吸の患者に使用するとき、呼吸に合わせて徒手的にバッグを押す必要がある。また、誤った手技により嘔吐や気胸を起こしてしまう欠点がありBVMの使用方法を熟知しておく必要がある。しかし、病院でもBVMの装着や組み立てなどの研修会は行われているが、欠点を補うことに対しての研修会はあまり開かれていない。BVMに対する知識が広く行き渡っていないことは、BVMよりも挿管の手技選択の可能性を高め、感染等のリスクを上昇させることにつながることも考えられ、逆に、患者に悪影響を与えていることも予測される。それを裏付けるように、Medical Issue Review でもいくつかの大規模観察研究の結果から、気管挿管がバッグバルブマスク

による換気と比して有意に患者転帰を悪化させることが報告されている²⁾。国際ガイドライン³⁾では、2次救命措置における気管挿管の適応は「BVMにより適切な換気ができない意識不明患者」であり、一般にBVMが有効でない患者で高度気道管理が行われる場合であると示唆されている。そのことについても、発表されている論文があり、救急状況での気管挿管には困難が伴い、高い技術とその維持のための特別の努力⁴⁾を必要とすると述べられている。正しいBVMへの手技や知識の向上は、現在の医療施設でも求められるニーズであると考えられる。

そこで、医療従事者の職種や経験年数を選ばず、だれが使用しても患者に適切な換気を提供することができるBVM手技の研修プランを作成した。本研究では、現役麻酔科医の指導の下で、肺シミュレータ (TTLモデル肺) を用いて視覚的に理解しやすい動画も合わせて作成した。

2. 材料および方法

2.1 材料 ミシガン・インスツルメンツ社製のTTLモデル肺、株式会社IDKのシリコンレサシバック (成人用)、ドレーゲル・メディカルジャパン株式会社のフルフェイスマスク (Michigan Instruments Model HSM-A) を用いた。また、人体の肺を模擬するTTLモデル肺の換気量や換気回数を測定する専用解析アプリとして

* 基盤工学部医療福祉工学科講師

PneuView3-V3.1を使用した。

2.2 実験手順 TTLモデル肺を用いて肺コンプライアンスと気道抵抗を調節し、健常肺、閉塞性肺疾患、拘束性肺疾患の3パターンの肺の状態を模擬した。これらは、メーカーが推奨する疾患設定となっており、本研究もそれに従って設定を行った。

健常肺は肺コンプライアンス0.05L/cmH₂O、気道抵抗20cmH₂Oに設定し、閉塞性は肺コンプライアンス0.04L/cmH₂O、気道抵抗50cmH₂O、拘束性は肺コンプライアンス0.02cmH₂O、気道抵抗20cmH₂Oに設定した。

これらの3パターンを測定し私自身（新人）が行った手技を、新人の医療従事者が換気を行ったものと仮定し、新人の手技と現役麻酔科医による手技を比較検討した。

TTLモデル肺の専用解析アプリPneuView3-V3.1の表記内容を図1に示す。このアプリでは、フロー波形、気道内圧波形・換気量波形を波形・数値化しており、また、吸気時間、呼気時間、I:E比、呼吸回数などを人工呼吸器の計測モニターと同じように確認することができる。

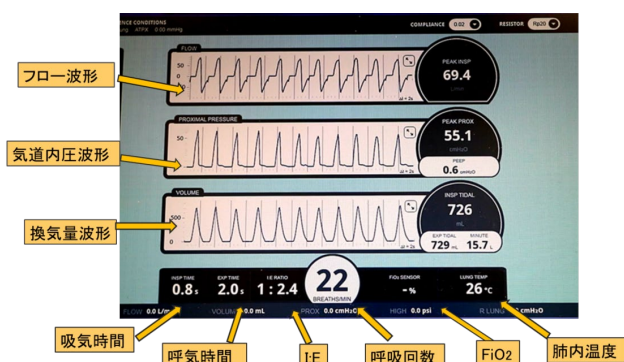


図-1 PneuView3-v3

3. 結果

3.1 健常肺 新人による手技では、一回換気量250ml前後、ピーク圧7.5cmH₂O、フロー波形は一回換気量が標準の600ml³⁾より低い値のため、高さがなく鋭く不揃いな波形となった(図2)。

麻酔科医による手技では、一回換気量600ml前後、ピーク圧20cmH₂O前後、フロー波形は新人の波形とは違い比較的山のある波形となった(図3)。



図-2 新人による手技 (健常肺)



図-3 麻酔科医による手技 (健常肺)

3.2 閉塞性 新人による手技では、一回換気量247ml、ピーク圧12.7cmH₂O、フロー波形は送気の間隔が不揃いであった(図4)。

麻酔科医による手技では一回換気量264ml、ピーク圧19.9cmH₂O前後であった(図5)。



図-4 新人による手技 (閉塞性)



図-5 麻酔科医による手技（閉塞性）

3.3. 拘束性 新人による手技は、一回換気量 172ml、ピーク圧 11.3cmH₂O、フロー波形は送気の間隔が不揃いであった(図 6)。

麻酔科医による手技では一回換気量 264ml、ピーク圧 19.9cmH₂O 前後であった(図 7)。

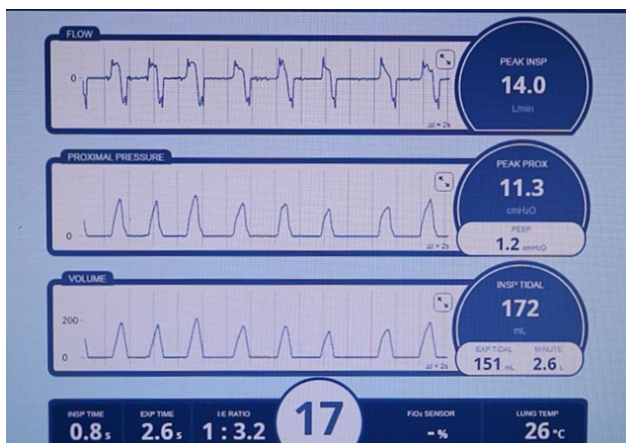


図-6 新人による手技（拘束性）

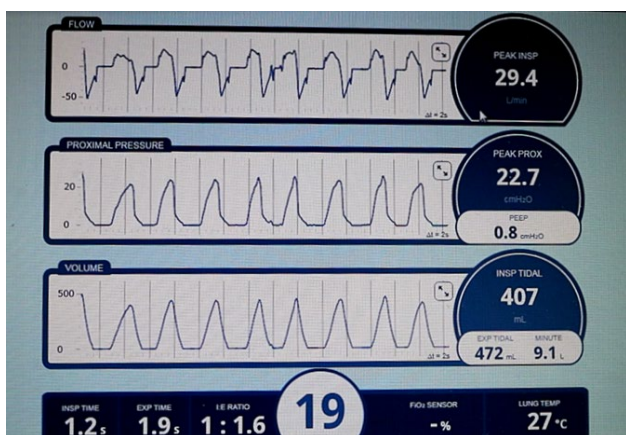


図-7 麻酔科医による手技（拘束性）

健常肺、閉塞性、拘束性の3つのパターンの一回換気量の最大値は表1のようになり、新人による手技と麻酔科医による手技では一回換気量に約 65ml~340ml の差があった。

表1 一回換気量の最大値

	健常肺 (mL)	閉塞性 (mL)	拘束性 (mL)
①新人	274	262	185
②麻酔科医	618	514	475
②-①	344	252	290

4. 考察

新人による手技と麻酔科医による手技で計測を行った結果、一回換気量に最大 340ml の差があり、原因として、それぞれの換気ポイントを押さえることができていなかったことと、マスクホールド手技、BVMの握り方⁵⁾に原因があったと考えられた⁶⁻⁷⁾。更に、疾患別に注意点を考察すると、閉塞性の換気は、呼吸が遅くなるため、完全に胸が落ちるのを待つ必要があり、換気回数は10回以下になる。また、閉塞性に限らず、換気が不十分な場合はBVMを自分自身の腹部に押し付け送気を行うことがポイントとなる。拘束性の換気は肺コンプライアンスが低下しているため、換気回数を増やして換気を行うことが要求される。さらに容易に気道内圧が上昇し、食道送気による嘔吐を起こす可能性があるため、1秒かけてゆっくり送り込むことが重要となることが明らかになった。しかし、この研究のリミテーションとして、実際患者の肺は様々であり換気量においても疾患に応じて正しい手技が行えていると断言することはできない。今後は、実際に患者へ施行することにより、SpO₂モニターなどを確認して適正な換気が行うことができているという経験の積み上げや手技の立証を行う必要がある。また、このたびの研究で得た知見としてマスクホールド手技とBVMの握り方を下記にまとめて報告する。

4.1. マスクホールド 気道確保を行い、マスクを密着させ、母指と示指でマスクを保持し、下顎角を中指、薬指、小指でさわって下顎を持ち上げる。その際空気が抜けていないか、マスクを押さえている手の感覚と、音で判断する。また、マスクの左右部分での空気の漏れは、マスクを押し引きするようにし、マスクの上下部の漏れは母指と示指で、調節を行う(図8)。



図-8 マスクホールド手技

4.2. BVMの握り方 私が波形を測定する際に実際に行っていたバッグの握り方は、指を伸ばした状態で母指の第一関節と中指（ちゅうし）の第一関節が当たるように握っていた（図9）。これでは手掌がバッグに密着せず、結果のような換気となった。



図-9 BVMの握り方（悪い例）

麻酔科医にご教示いただいたバッグの握り方は小指から親指に向かって流れるように送り込み、母指以外の四本指の指先を、母指球に当てるように握る（図10）。これらのポイントを押さえて、最後に母指で押し出しきることがBVMの正しい手技となる。



図-10 BVMの握り方（良い例）

人の手技でも患者へ適正な圧と換気量を保持することが可能となる。今回、示したBVMの呼吸管理方法は、現役麻酔科医の経験に基づくものであり大いに参考となる。さらに、BVM手技の標準化を目指すことにも繋がると考えられた。

6. 文献

- 1) 海老根東雄: 改訂新版 手に取るようにわかる若手CEと学生のための臨床工学ハンドブック(下). ベクトル・コア. 2014, P61..
- 2) Hasegawa K, Hiraide A, Chang Y, Brown D. Association of Prehospital Advanced Airway Management With Neurologic Outcome and Survival in Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. JAMA. 2013;309(3):257-66.
- 3) Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 8: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122(18_suppl_3):S729-67.
- 4) Deakin CD, King P, Thompson F. Prehospital advanced airway management by ambulance technicians and paramedics: is clinical practice sufficient to maintain skills? Emergency Medicine Journal. 2009;26(12):888-91.
- 5) プレホスピタル・ケア. 1999:第12巻 第2号(通巻32号), Apr. Contents. <http://ops.umin.ac.jp/ops/tech/041203BVM/041203BVM.html>.
- 6) 石井 宣大: ME 機器トラブルシューティング(第4回) バッグバルブマスク・ジャクソンリース回路. 看護技術(0449-752X)60巻4号, Page372-375, (2014. 04).
- 7) 寄本 恵輔: ALSにおけるバックバルブマスクを用いた新しい呼吸理学療法 肺や胸郭の柔軟性を高めるためのMIC/LICトレーニングについて. 難病と在宅ケア(1880-9200)20巻3号, Page23-25(2014. 06).

5. 結語

以上のことに注意してBVM手技を行うことにより、新