

シミュレーションアプリによる人工呼吸器教育効果—理解度と GPA の分析

Impact of Ventilator Simulator App on Learning Outcomes:
Comprehension vs GPA

布江田 友理、藤江 建朗
Yuri FUEDA, Tatsuro FUJIE

森ノ宮医療大学医療技術学部臨床工学科

Department of Medical Technology, Faculty of Health Sciences, Morinomiya University of Medical Science

Email: yuri_fueda@morinomiya-u.ac.jp

あらまし：本研究では、人工呼吸器シミュレーションアプリ（TruVent®）を活用した教育プログラムの効果を検証した。2022-2025年に実施した講義・実習プログラムを受講した123名を対象に、主観的評価（リッカート尺度）と客観的評価（波形判別テスト）を実施した。その結果、アプリ使用後は理解度が有意に向上し、特に流量波形の認識精度が顕著に改善した。クラスタ分析により学生を3群に分類したところ、理解度の向上パターンが異なり、GPAとの関連性も認められた。本研究は、ICTを活用した反復学習が臨床技能習得に有効であることを示唆するものである。

キーワード：シミュレーションアプリ、反復学習、ICT教育、医療教育、能動的学習

1. 研究背景・目的

2020年の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な拡大以降、情報通信技術（ICT）の教育分野への応用が加速し、オンライン講義・e-learning・VR教育などが広く導入されるようになった。しかし、E. Dale¹⁾の「学習の円錐」が示すように、受動的な学習では知識定着率が低く、能動的な学習（特に実践的訓練）が効果的である。医療教育においては、人工呼吸器操作のような臨床技能の習得には反復訓練が不可欠だが、学生数分の医療機器を準備することは現実的に困難であった。この課題を解決するため、2021年度より人工呼吸器シミュレーションアプリ（TruVent®, Laerdal）を導入した。同アプリでは、人工呼吸器の操作・換気管理・波形モニタリングを仮想環境で学習可能であり、学内実習での実機操作に先立つ予習教材として活用している。

2024年の学会報告では、このICTを活用した教育介入の効果を検証し、特に人工呼吸器のグラフィック波形の理解度について調査を実施した。その結果、受講生は波形理解度に基づき3群に分類された。本研究では、これらの群間でGPA（Grade Point Average）に有意な差異が認められるかを分析し、教育効果と学生の学業成績との関連性を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2.1 教育プログラムの構成

人工呼吸療法に関する教育プログラムは、2回生後期から3回生後期にかけて実施した。プログラムは講義60時間（うち人工呼吸器グラフィック波形関連12時間）と実習30時間（同8時間）で構成された。

2.2 研究対象

2022年10月から2025年1月までにプログラムを受講した学生123名（男性76名、女性47名）を対象とし、森ノ宮医療大学研究倫理委員会の承認（承認番号：2023-027）を得て実施した。

2.3 評価方法

2.3.1 主観的評価

人工呼吸器グラフィック波形（量規定波形・圧規定波形）の理解度について、5段階リッカート尺度（1: 全く理解できない～5: 完全に理解できる）を用いて自己評価を実施した。

2.3.2 客観的評価

6種類の人工呼吸器グラフィック波形を提示し、換気様式（量規定/圧規定）と波形方法（圧・換気量・流量）の項目の判別を求めた。

2.3.3 クラスタ分析

jamovi（Version 2.6.44）を用いて、各評価の正解数を特徴量としてk-meansクラスタリングを実施した。クラスタごとのGPA（Grade Point Average）を統計手法で比較した。

2.4 統計解析

すべての解析は両側検定で実施し、 $p < 0.05$ を有意水準とした。主観的評価はWilcoxon符号順位和検定（経時的比較）を用いた。客観的評価・クラスタ間GPA比較は、Kruskal-Wallis検定を実施し、有意差検出時はDunn検定で多重比較を実施した。

3. 結果

3.1. 主観的評価

人工呼吸器グラフィック波形の理解度は、アプリ使用前は 2.35 ± 0.85 点、アプリ使用後は 3.16 ± 0.92 点であった。

3.2.客観的評価

表1は、量式と圧式に分けて、各波形の正解者数を示した。1回目の正解数は全波形で低かったが、2回目、3回目は1回目よりも有意に正解率が増加した。

表1. 客観的評価

a. 量式			
	圧波形 正解者数 (%)	流量波形 正解者数 (%)	換気量波形 正解者数 (%)
1回目 n=109	19 (17.4)	24 (22.0)	14 (12.8)
2回目 n=120	55 (45.8) *	77 (64.1) *	57 (47.5) *
3回目 n=121	64 (52.9) *	80 (66.1) *	56 (46.2) *
b. 圧式			
	圧波形 正解者数 (%)	流量波形 正解者数 (%)	換気量波形 正解者数 (%)
1回目 n=109	25 (22.9)	25 (22.9)	22 (20.2)
2回目 n=120	63 (52.5) *	76 (63.3) *	70 (58.3) *
3回目 n=121	69 (57.0) *	79 (65.3) *	63 (52.1) *

* : $p < 0.01$ versus 1回目

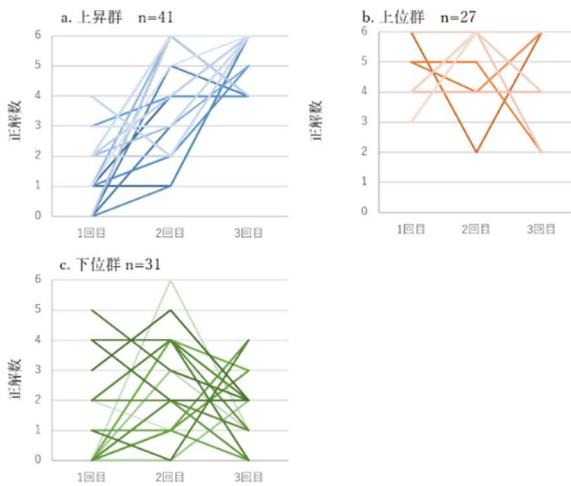


図1. クラスタ分類

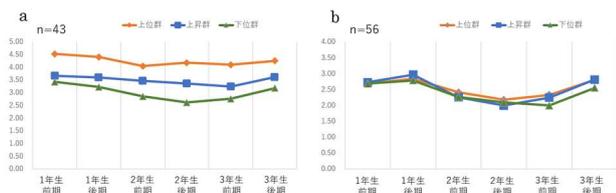


図2. 各学期 GPA

a.2021年度入学生、b.2022年度入学生

3回試験を受験できた学生99名の正解数を対象として、3クラスごとにGPAの学期ごとに示した(図1)。さらに2021年度入学生と2022年度入学生は、GPA評価が異なるため、入学年度で分けた。2021年度入学生は全学期で下位群、上昇群、上位群の順で上昇した。2022年度入学生は有意な変化はなかった(図2)。

4. 考察

本研究では、人工呼吸器シミュレーションアプリ(TruVent®)を活用した教育プログラムの効果を検証した。主観的評価ではアプリ使用後の理解度が2.35点から3.16点へ有意に向上し、客観的評価でも全波形の正解率が経時的に改善した。この結果から、講義・シミュレーション・実習の反復学習が技能定着に有効であることが示唆された。特に流量波形の理解向上が顕著だったことから、視覚的フィードバックの重要性が確認された。

学生は理解度に基づき「下位群・上昇群・上位群」の3クラスに分類され、2021年度入学生ではクラス間でGPAに明確な差が認められた。これは専門知識の習得が他科目にも波及効果をもたらす可能性を示している。一方、2022年度入学生でGPA変化がみられなかった背景には、学習環境の変化が影響したと考えられる。

教育的意義として、シミュレーションアプリの活用が臨床推論力の基盤形成に寄与することが明らかになった。特に、視覚的情報の処理能力向上に効果的であった。ただし、換気量波形の理解が低かったことから、抽象的概念の指導法改善が必要と示された。また、下位群への個別支援の重要性も浮き彫りになった。

本研究の限界として短期評価である点が挙げられるが、ICTを活用した能動的学習が医療教育に有効であることを示した。今後は長期追跡による技能持続性の検証や、VR教材などの新たな教育手法の比較が課題となる。結論として、シミュレーションアプリは人工呼吸器教育の効率化と個別化を促進し、臨床対応力のある医療人材育成に貢献し得ると考えられる。教育現場では、本結果を基にしたカリキュラム改善が期待される。

5. 結語

本研究では、シミュレーションアプリ活用による人工呼吸器教育の有効性を確認した。反復学習により波形理解度が向上し、個別化教育の必要性が示された。今後の課題として、長期効果の検証や教育プログラムの最適化が挙げられる。ICTを活用した能動的学習は、医療人材育成に有効な手段と言える。

参考文献

(1) E. Dale, Audiovisual methods in teaching. 3rd edition, The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston, New York (1969)