

博士論文要約

ソーシャル・ネットワーク・サービス・アプリ WeChat を活用した人工呼吸器関連イベント (VAE) 予防策実施状況の改善に対する取り組みとその評価

Attempt to improve the implementation status of ventilator-associated events (VAE) preventive measures by using the Social Network Service App WeChat and its evaluation.

看護学研究科 看護学専攻

康龍飛

Kang LongFei

I. 緒言

人工呼吸器の装着による機械換気は患者に様々な影響を及ぼす。中でも人工呼吸器関連肺炎 (Ventilator-Associated Pneumonia : VAP) は、気管挿管を有する患者の一般的かつ重大な合併症である。VAP に加えて、機械換気患者は、肺水腫、肺塞栓症、気胸、無気肺及び急性呼吸促迫症候群 (Acute respiratory distress syndrome: ARDS) なども発生するリスクがある。これらの機械換気に関連する合併症は、人工呼吸器関連イベント (Ventilator-associated events: VAE) と呼ばれ、VAE は機械換気時間と ICU 滞在期間を延長させ、ICU 患者の死亡率も増加させることが報告されている。VAE をモニタリングし、予防することは、ICU 入院患者の予後を改善するために重要である。

VAE は以下の3つの状態を含む:人工呼吸器関連状態 (Ventilator-associated condition: VAC)、感染に関連した人工呼吸器関連合併症 (Infection-related ventilator-associated complications: IVAC) 及び人工呼吸器関連肺炎可能性例 (Possible ventilator-associated pneumonia: PVAP) である^[1]。VAE には肺炎以外の合併症も含まれているため、^[2] ^[3] ^[4]標準的な VAP 予防策のみでは VAE の発生率を効果的に下げることができない可能性がある。

世界各国で公表されている VAP 予防ガイドラインでは、推奨項目と推奨度は異なるものの各ガイドラインの基本内容はほぼ同じである。しかし、肺水腫、無気肺、ARDS といった VAP 以外の VAE の予防策はこれらのガイドラインやケアバンドルには含まれていない。従って、全ての人工呼吸器関連合併症を予防するためには、VAP 予防策に VAP 以外の VAE の予防策を加える必要がある。VAE の予防に有効であることが示されている予防策としては、以下の4つが報告されている。

- ・ 過度な鎮静を避ける：

深い鎮静または持続的な鎮静は機械換気時間を延長し^[5-11]、深い鎮静は無気肺、誤嚥、分泌物による気道閉塞のリスクと関係しており^[12]、これらは全て肺炎のリスクを増加させる^[12]。

- ・ 水分出納バランスを負にコントロールする：

20%から40%のVAEは、体液過剰によって発生しているという研究結果があり^[2, 13-15]、正の水分出納管理がVAEの独立した危険因子として確定されている

^[10]。

- ・ 低一回換気量の設定 (Low tidal volume ventilation: LTVV) :
低一回換気量を低く設定すると肺損傷がない患者の ARDS、無気肺、肺感染症の発生率を減らすことができるとされている^[16]。
- ・ 胃酸の酸性度の維持 :
機械換気患者におけるストレス潰瘍に対し予防的使用されるプロトンポンプ抑制剤 (PPI) や H₂ 受容体拮抗薬 (H₂ ブロッカー) といった抗潰瘍薬は胃液の pH を上昇させて胃内細菌の増殖を促進し、これらの病原菌の逆流・吸入は VAP の病因の一つと考えられている^[17]。
実際に VAE を予防するためには、推奨される VAE 予防策を実際に実施しているかどうか重要であり、VAE 予防策の実施率を高める介入によって予防策の実施率が上がると VAE の発生率が減少することが示されている^{[18] [19]}。
現在、中国では、VAP 予防策を含めた VAE 予防策の実施状況についての報告はほとんどなく、中国 ICU において VAE を予防するためには、現在の VAE 予防策の実施状況を把握し、それを向上させるための研究が必要と考えられる。

II. 目的

本研究では、中国トップクラスの ICU における人工呼吸器関連イベント予防に関する予防策の実施状況を分析したうえで、ソーシャル・ネットワーク・サービス・アプリ WeChat を活用して VAE 予防策の実施率を向上させるような介入を行い、介入の有効性を評価することを目的とする。

III. 研究の構成

この研究は、以下の三つの研究より構成される。

研究I

中国の VAP ガイドラインには、SAT と SBT が記載されておらず、口腔衛生管理が不十分であることから、VAP を含め、VAE に関する予防策の実施状況は低いことが予測されるが、その実態は不明である。研究Iでは中国のトップクラスの ICU における各 VAE 予防策の実施状況を知るため、中国の京津冀地区 A レベル大学附属病院 ICU に対してアンケート調査を行う。

研究II

VAE 予防策の実施状況を改善するための方策を検討する目的で、研究Iの対象となった ICU の中からランダムにいくつかの ICU を選び、ICU の診療科長、看護師長、看護師のインタビュー調査、ICU 看護師に対するアンケート調査を行い、予防策が実施されていない理由、実施を困難にする／促進する要因を分析する。

研究III

研究IとIIの結果に基づいて、PDSA サイクル・健康行動理論・WeChat を統合して立案した VAE 予防策の実施状況を改善するために必要な方策を実施し、その効果を評価する。

IV. 研究I

1. 研究対象及び研究方法

中国 IIIA レベル大学附属病院 ICU における VAE 予防策の実施状況の把握を目的に、2019 年 10 月から 2020 年 1 月まで、中国首都圏の大学附属病院の ICU40 ヲ所の看護師長を対象に Web アンケートによる質問紙調査を実施した。

質問項目は、ICUの基礎情報、VAEモニタリング、自発呼吸トライアル（SAT）の頻度及び方法、自発覚醒トライアル（SBT）の頻度及び方法、鎮静剤と筋弛緩薬の使用状況、水分出納バランスのモニタリング目標及び頻度、一回換気量の設定値、抗潰瘍薬の使用状況、胃内容物残存量のモニタリング頻度及び経腸栄養剤の注入を見合わせる胃内容物残存量の目安、口腔衛生管理における洗口液の使用、方法及び頻度、ベッドの角度の設定などのVAE予防策の実施状況に関してであった。

研究は千葉大学看護学研究科倫理審査委員会の承認後（承認番号 31-54）後に実施した。

2. 結果

40施設中32施設の看護師長より回答が得られた。回答内容は単純集計し、ICUの基本情報とVAE予防策の実施状況との関連について分析した。

32施設のうち、VAP、肺塞栓、気胸、肺水腫、無気肺の5項目のモニタリングは施設により異なっていたが、29施設（90.6%）がVAEをモニタリングしていた。質問したVAE予防策のうち口腔衛生管理、毎日の自発覚醒（Spontaneous Awakening Trial: SAT）と自発呼吸トライアル（Spontaneous Breathing Trial: SBT）の実施はVAPガイドラインで推奨されている基準に達していなかった。口腔衛生管理については、15施設（46.8%）が1日3回以上行っておらず、歯ブラシによるブラッシングを行っていたのは8施設であった。SATについては、26施設（81.3%）のICUがSATを行っており、そのうち毎日行っていたのは13施設（50%）であった。29施設（90.6%）のICUがSBTを行っていたが、毎日実施しているのは4施設（13.8%）のみであった。VAP以外のVAE予防策は、鎮静薬については、22施設（68.7%）は短時間作用型の鎮静薬をよく使用しており、17施設（53.1%）はデクスメデトミジンを主に使用していたが、10施設（31.2%）において、使用している鎮静薬の半分以上をベンゾジアゼピン系薬が占めていた。水分出納を負に管理しているICUは8施設（26.7%）であり、人工呼吸器の一回換気量を7mL/kg以下に設定（低一回換気量）していたICUは3施設（10.7%）であった。大多数のICUでは、抗潰瘍薬として主にプロトンポンプ抑制薬とH₂ブロッカーを用いており、スクラルファートの使用割合が1/3をこえたのは6施設（18.7%）であった。また、ICUスタッフあたりのベッド数と機械換気患者数が少ないICUでは口腔衛生管理の実施頻度、SATの実施の有無と実施頻度、負の水分出納管理の実施が有意に多かった（ $P < 0.05$ ）。

3. 考察

中国のICUでは、VAEを予防するためには、口腔衛生管理、SAT・SBT、負の水分出納管理、鎮痛薬の使用、胃酸分泌を抑制する抗潰瘍薬の投与について改善が必要であると考えられた。

V. 研究II

1. 研究対象及び研究方法

研究Iで実施率が低かったVAE予防策の実施が困難な理由、看護師の理解度を明らかにし、予防策の実施状況を改善する方法を探ることを目的に、2020年12月から2021年3月まで、研究Iでアンケートに回答があったICUの診療科長、看護師長に対して、VAE予防策の実施状況について確認した後、そのような実施状況になっている理由についてインタビューし、回答内容を質的帰納的に分析した。また、診療科長、看護師長からインタビュー協力が得られたICU看護師に対して、対象者の属性として年齢・看護師年数、ICUの勤務年数について、VAE予防策については、認知度、目的・方法・効

果の理解度、実施の可否に関する 36 項目について 5 件法で Web アンケートに回答してもらった。回答内容は施設ごとに集計し、質問の回答と施設の各予防策の実施状況との関連、回答者の属性と VAE に関する回答の関連について一元配置分散分析または Kruskal-Wallis 検定を用いて比較した。

研究は千葉大学看護学研究科倫理審査委員会の承認後（承認番号 R2-30）後に実施した。

2. 結果

7 施設の ICU の診療科長、看護師長、及び看護師から協力が得られた。

診療科長、看護師長に対するインタビューから、予防策が実施できない理由としては、口腔衛生管理については【口腔ケアにかける人手と時間の不足】【口腔ケアの重要性に対する認識不足】【病院の認識不足】【吸引歯ブラシの導入が困難】【歯ブラシを使用した口腔ケアの技術不足】など 7 つ、実施できる理由とし【看護師の口腔ケアの必要性の理解】【口腔ケアの技術を向上させるためのケア体制の工夫】の 2 つのカテゴリがそれぞれ抽出された。SAT については、医師が実施できない理由として【鎮静状態の評価、鎮静薬の調整など標準化された SAT の実施手順がない】【人手不足によりガイドラインよりも短い時間で SAT の成否を判断】の 2 つ、看護師が実施に関わらない理由として【看護師の SAT 実施における役割の認識の不足】【看護師の SAT に対する知識の不足】【人手不足による SAT 実施の負担】【標準化されていない鎮静の評価】の 4 つ、実施に関わる理由として【SAT の実施に対する看護師の積極的な参加】のカテゴリがそれぞれ抽出された。SBT については医師が SBT を実施できない理由として【専門家の不在や人手不足】【医師の経験に基づく呼吸器離脱の判断】【標準化した除外基準と組み入れ基準がない】の 3 つ、看護師が SBT に関わらない理由として【SBT の専門家の不在と経験に基づく SBT の実施】【医師の指示がないと SBT が実施できない】【SAT/SBT に対する系統的な学習機会・知識の不足】の 3 つのカテゴリが、実施に関わる理由として、【看護師による積極的な SBT への協力】のカテゴリがそれぞれ抽出された。

負の水分出納管理については、を実施していない理由として、【INPUT、尿量以外の指標による水分出納の評価の必要性】【負の水分出納管理の実施は患者の状況により判断する】【水分出納管理に必要な不感蒸泄量の計算方法がない】の 3 つのカテゴリが、負にする理由として【心機能低下時には負の水分出納管理を実施】のカテゴリがそれぞれ抽出された。水分出納管理の指標としての有用性が示されている脳性ナトリウム利尿ペプチド BNP を指標とした管理は実施されていなかった。鎮痛薬の使用については、ベンゾジアゼピン系薬の使用率が高い理由として【個々の医師の使いやすさを優先した鎮静薬の選択】【患者の経済的負担を考慮したベンゾジアゼピン系薬の選択】の 2 つのカテゴリが、作用時間が短いデクスメドミジンの使用率を上げる方策として【デクスメドミジンの有用性・使用方法の理解と使用経験の共有・蓄積】がそれぞれ抽出された。一回換気量の設定については、【ガイドラインの推奨に準じた一回換気量の設定】【基本的に LTVV を実施】【肺の換気機能が問題ない患者では従量式換気を実施しない】【患者の状況により一回換気量を設定】の 4 つのカテゴリが抽出された。スクラルファートの使用率が低い原因については、【スクラルファートの入手が困難】【スクラルファート以外による胃粘膜保護】【PPI の使用が習慣化】【ストレス潰瘍予防策に対する継続的な学習】の 4 つのカテゴリが抽出された。

看護師のアンケートでは 5 が最も認知度、理解度が高く、予防策を実施できることを意味しているが、SAT、SBT と鎮静状態コントロールについては、全ての項目の得

点が4を下回っており、特に実施可否、SATに関する知識の認知度は3に近かった。口腔衛生管理については、目的・方法・効果の理解度は4を上回っていたが、知識の認知度、実施可否は4未満で、方法は理解しているが、実際に実施することが難しいと推測された。低一騎換気量については、認知度は4を超えていたが、目的・方法・効果の理解度と実施可否の得点は4を下回っていた。水分出納管理と潰瘍予防については、全ての項目の得点が4未満であった。

3. 考察

以上より、口腔衛生管理については、学習会の開催によって機械換気患者における口腔衛生管理の重要性について理解を深め、シミュレータなどを用いた講習会で機械換気患者の口腔衛生管理の技術を修得して負担感を減らすこと、人員配置を工夫して限られた人員の中で効率的に口腔衛生管理を実施できるようにすることが必要であると考えられた。SATとSBTについては、実施についての知識を学習し、標準化した実施手順を作成して、これを医師だけでなく看護師も共有することで実施状況を改善しようと考えられた。鎮静薬の使用については、SAT・SBTの実施率向上のための取り組みに含めることが適切と考えられた。水分出納管理については、BNPを患者の水分出納管理の指標に組み入れ、これに基づいた水分出納管理を行うことで、医師の力量の差や喪失量が正しく計算できないという困難も解決されると思われた。

低一回換気量の設定に関しては、患者の病態など個別に判断する必要があり、研究Ⅲの介入の対象にすることは難しいと思われた。抗潰瘍薬についても、中国国内の事情やICU以外の部署との連携が必要であるため、今回の研究Ⅲの介入に含めることは適切ではないと考えられた。

さらに、これらの予防策の実施状況の改善の方策が、他のICUでも実施可能なものにするためには、ICUのメンバーで介入チームを作成し、介入期間中の介入策の実施はできるだけICUメンバーだけで行い、研究者の関与は必要最小限にとどめるべきと考えられた。介入チームのメンバーとしては、人員配置の工夫が必要であることからICUの看護師長が、SAT・SBTの手順を標準化し、BNPによる水分出納管理をICUとして実施するためにはICUの診療科長が含まれる必要がある。さらに、WeChatによるフィードバックを適切なタイミングで実施するためには、各勤務帯のリーダーであるN4レベルの看護師もメンバーに加えることが望ましいと考えられた。

VI 研究Ⅲ

1. 研究対象及び研究方法

研究ⅠとⅡの結果から、中国ICUにおけるVAE予防策のうち毎日のSATとSBTの実施率、口腔衛生管理の実施回数、有効な指標に基づいた負の水分出納管理について改善できる可能性があることが示された。研究Ⅲではこれらの3つに焦点を当てて、実施状況を改善する介入を実施し、その有効性を評価することを目的とした。

介入とデータ収集は2021年10月から2022年1月までの17週間、VAEサーベイランスを実施している中国の3Aレベル大学附属病院の総合ICU一施設で実施し、ICU入室患者については、1年前の同じ期間の患者を対照群とした。

診療科長、看護師長、N4看護師は、研究者とともに介入チームを構成し、VAE予防策の目標や実施状況を改善するための方策の設定、実施状況の確認、ICUスタッフへのフィードバックを行った。介入チームとICUスタッフでWeChatグループを作成し、PDSAサイクルをまわしながら、WeChat上のタブレット（毎日自動更新されるアンケートで、管理者は管理プラットフォームで入力結果の一覧を閲覧できる）による

VAE 予防策の実施状況を把握し、WeChat グループでフィードバックとファシリテーションを行うことで、実施状況の改善に取り組んだ。介入の効果については、各予防策の実施状況の変化、VAE 発生率、機械換気日数、ICU 在室日数等、Web アンケート、グループインタビューから収集した VAE 予防策に関する知識や自信の変化、介入に対する負担感から評価した。

研究は千葉大学大学院看護学研究科倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：NR3-13）

2. 結果

ICU 管理者およびスタッフ全員から研究協力が得られた。対照群は 137 名、介入群は 125 名の患者のデータを電子カルテから収集し、性別、年齢、ICU 入室時の診断に有意な差はなかったが、APACHE II スコアについては退室時の介入群の値は有意に低くなっていた。

タブレットの入力から集計された VAE 予防策の実施状況は、SAT、SBT については評価リストの使用数、使用率、実施可能人数、実施率はいずれも有意に増加した。口腔衛生管理は介入開始とともに実施回数を 1 日 2 回から 1 回ずつ増加し、一時的に低下したものの、WeChat 上で話し合い、口腔ケアを含むその日の患者の生活ケアを専門に行う生活看護専門グループの作成による人員配置の工夫によって、11 週目で 100%に達し、介入終了まで高い実施率を維持した。BNP を指標とした水分出納管理については測定人数、測定率、輸液制限人数、実施率はいずれも有意に増加した。各予防策の実施率の向上により、介入群の VAE、VAC の発生率、機械換気日数、ICU 滞在日数は対照群に比べて有意に減少した。

ICU スタッフの予防策に関する知識、自信に関する各質問項目の得点は、介入後は介入前および介入中よりも有意に高く（いずれも $P < 0.01$ ）、介入が進むにつれてそれぞれの予防策の実施目的や実施方法についての知識が定着し、重要性についての理解が深まり、自信をもって予防策を実施できるようになっていった。看護師、医師のインタビューからは予防策に対する知識・自信が深まったことが述べられ、また、口腔状態の改善、鎮静時間の短縮、抜管の失敗がなくなるといった予防策の効果を見ることが自信に繋がったことや、看護師でも SAT・SBT に対する積極性が高まっていた。

介入方法に関する負担感について、アンケート調査では、いずれの予防策の得点、総得点とも、介入後の値は介入中より有意に減少しており、継続の希望の得点は介入中より有意に高くなっていた。グループインタビューでは、介入に対する介入チームの負担感として、時間的・業務的な負担があること、介入開始時は医療習慣の変化に対する負担や抵抗があったが、学習や業務の工夫など介入の進行に伴って減少していったことが語られた。ICU スタッフからは WeChat を用いた情報交換についての負担はないこと、人員配置の工夫で介入による口腔衛生管理の負担の増加が軽減され、効率的に実施できるようになったという肯定的な回答とともに PDA とタブレット両方への入力には煩雑で負担であり、入力もれしやすいという意見があった。

3. 考察

今回の介入で WeChat の活用により、VAE 予防策の実施状況はいずれも大きく改善した。WeChat の活用で介入チームはタブレットの入力結果からリアルタイムで予防策の実施をリマインドでき、頻回に実施率をフィードバックできたが、このことを通してスタッフが日常的に予防策の実施を意識するようになったことが、実施率の改善に有効だったと推測された。また、WeChat のチャット機能を利用してスタッフが提起した問題について話し合うことで問題の解決策を見出すことができ、時間と場所を

選ばず、よりフラットな関係で意見を交換できるオンライン会議は迅速な問題解決を可能にすると考えられた。

WeChat の活用以外には、シフトの工夫で、看護師が集中的に機械換気患者の口腔衛生管理を行う機会が生まれたことで、口腔衛生管理のスキルと自信が向上し、人員不足による負担が軽減されたことが、1日4回のブラッシングによる口腔衛生管理を高い実施率で継続することを可能にしたと考えられた。このようなシフトの工夫は、看護管理者が介入チームメンバーにいてることで可能になったものであり、管理者の協力は不可欠であると思われた。また、VAE 予防策の実施によって抜管の失敗がなくなるなど、患者のアウトカムの改善としてその効果が目に見えるかたちで実感されたことや介入チームが予防策の実施を励ますという姿勢を意識したことがスタッフの自律的な予防策の実施と負担感の軽減につながったと推測された。

介入によって VAE 発生率が低下した理由は、SAT/SBT、1日4回のブラッシングによる口腔衛生管理、BNP を指標とした負の水分出納管理の実施率向上によって、VAE のリスクである機械換気時間が短縮、口腔内細菌数が減少、肺水腫が予防できたためと推測された。今回の介入では研究者は介入のサポート役に徹し、介入は ICU メンバーが主導した。したがって、今回の介入方法はほかの ICU でも実施可能だと考えられた。

VII 結論

本研究では、WeChat を活用した介入は VAE 予防策の実施状況を向上させ、VAE 発生率を低下させ、機械換気患者のアウトカムを改善する上で有効であったと言える。今回の介入方法が他施設の ICU においても VAE 予防策の実施状況を改善する上で実施可能なのかについてはさらに検討する必要があるが、WeChat は中国国内で最も普及しているアプリケーションであり、同レベルの ICU、さらには医療水準がより低い病院の VAE 予防策の実施状況を改善するためにも有効な手段となりうると考えられる。

今回の研究における WeChat の活用のように、最新の電子化された通信技術を取り入れることは、医療・看護の質を高める上で有効な方法の一つであり、このような電子化された通信技術になじみのある現代の医師・看護師にマッチしている。

引用文献

- [1] Nuckchady D., Heckman, M.G., Creech, T. et al. Assessment of an automated surveillance system for detection of initial ventilator-associated events[J]. AM j Infect Control, 2014, 43(10): 1119-1121.
- [2] Klein Klouwenberg P.M., van Mourik, M.S., Ong, D.S. et al. Electronic implementation of a novel surveillance paradigm for ventilator-associated events. Feasibility and validation[J]. American journal of respiratory and critical care medicine, 2014, 189(8): 947-955.
- [3] Hayashi Y., Centre, U.Q. Towards improved surveillance: the impact of ventilator-associated complications (VAC) on length of stay and antibiotic use in patients in intensive care units[J]. Clinical Infectious Diseases, 2013, 56(4): 471-477.
- [4] Michael K., Yosef, K., Kenneth, K. et al. Multicenter Evaluation of a Novel Surveillance Paradigm for Complications of Mechanical Ventilation[J]. Plos One, 2011, 6:

- [5] Shehabi Y., Chan, L., Kadiman, S. et al. Sedation depth and long-term mortality in mechanically ventilated critically ill adults: a prospective longitudinal multicentre cohort study[J]. *Intensive care medicine*, 2013, 39(5): 910-918.
- [6] Shehabi Y., Bellomo, R., Reade, M.C. et al. Early intensive care sedation predicts long-term mortality in ventilated critically ill patients[J]. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 2012, 186(8): 724-731.
- [7] Pandharipande P.P., Pun, B.T., Herr, D.L. et al. Effect of sedation with dexmedetomidine vs lorazepam on acute brain dysfunction in mechanically ventilated patients: the MENDS randomized controlled trial[J]. *Jama*, 2007, 298(22): 2644-2653.
- [8] Riker R.R., Shehabi, Y., Bokesch, P.M. et al. Dexmedetomidine vs midazolam for sedation of critically ill patients: a randomized trial[J]. *Jama*, 2009, 301(5): 489-499.
- [9] Nseir S., Makris, D., Mathieu, D. et al. Intensive care unit-acquired infection as a side effect of sedation[J]. *Critical Care*, 2010, 14(2): R30.
- [10] Lewis S.C., Li, L., Murphy, M.V. et al. Risk factors for ventilator-associated events: a case-control multivariable analysis[J]. *Critical care medicine*, 2014, 42(8): 1839.
- [11] Fraser G.L., Devlin, J.W., Worby, C.P. et al. Benzodiazepine versus nonbenzodiazepine-based sedation for mechanically ventilated, critically ill adults: a systematic review and meta-analysis of randomized trials[J]. *Critical care medicine*, 2013, 41(9): S30-S38.
- [12] Metheny N.A., Clouse, R.E., Chang, Y.-H. et al. Tracheobronchial aspiration of gastric contents in critically ill tube-fed patients: frequency, outcomes, and risk factors[J]. *Critical care medicine*, 2006, 34(4): 1007.
- [13] Klompas M., Khan, Y., Kleinman, K. et al. Multicenter evaluation of a novel surveillance paradigm for complications of mechanical ventilation[J]. *PLoS One*, 2011, 6(3): e18062.
- [14] Hayashi Y., Morisawa, K., Klompas, M. et al. Toward improved surveillance: the impact of ventilator-associated complications on length of stay and antibiotic use in patients in intensive care units[J]. *Clinical infectious diseases*, 2012, 56(4): 471-477.
- [15] Boyer A.F., Schoenberg, N., Babcock, H. et al. A prospective evaluation of ventilator-associated conditions and infection-related ventilator-associated conditions[J]. *Chest*, 2015, 147(1): 68-81.
- [16] Amato M.B.P., Barbas, C.S.V., Medeiros, D.M. et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome[J]. *New England Journal of Medicine*, 1998, 338(6): 347-354.
- [17] Tryba M. Sucralfate versus antacids or H₂-antagonists for stress ulcer prophylaxis: a meta-analysis on efficacy and pneumonia rate[J]. *critical care medicine*, 1991, 19(7): 942-949.
- [18] Klompas M., Anderson, D., Trick, W. et al. The preventability of ventilator-associated events. The CDC prevention epicenters wake up and breathe collaborative[J]. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 2015, 191(3): 292-301.
- [19] Rawat N., Yang, T., Ali, K.J. et al. Two-State Collaborative Study of a Multifaceted Intervention to Decrease Ventilator-Associated Events[J]. *Critical Care Medicine*, 2017: 1.