

## Artículo original

# DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA PILOTO DE UN DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE ELEVACIÓN DE LA CABECERA DEL PACIENTE (INCLINÓMETRO) EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE BOGOTÁ

José Antonio Rojas Gambásica<sup>1</sup>, Wilder Enrique Sandoval Forero<sup>2</sup>,  
Andrés Ramírez Maussa<sup>3</sup>, Sofía Muñoz Medina<sup>4</sup>

1. Médico anestesiólogo, intensivista y epidemiólogo. Director científico de la Clínica Universitaria Colombia. Bogotá, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-7489-0187>
2. Médico especialista en cirugía general, fellow de la especialización de medicina crítica y cuidado intensivo de la Fundación Universitaria Sanitas. Bogotá, Colombia. <https://orcid.org/0009-0002-5457-1047>
3. Médico especialista en medicina de urgencias, fellow de la especialización de medicina crítica y cuidado intensivo de la Fundación Universitaria Sanitas. Bogotá, Colombia. <https://orcid.org/0009-0006-2679-7742>
4. Médico, Esp. En Bioética. MSc. Epidemiología Clínica. Instructor asistente, Unidad de Investigación Fundación Universitaria Sanitas. Bogotá, Colombia.

## RESUMEN

**Introducción:** La neumonía asociada al ventilador (NAV) es una complicación frecuente y potencialmente fatal en pacientes con soporte ventilatorio. Para su prevención se ha evaluado la elevación de la cabecera mayor de 30°. El objetivo de este trabajo fue diseñar e implementar un dispositivo inclinómetro en una Unidad de Cuidado Intensivo (UCI) de Bogotá para aumentar la adherencia a la elevación de la cabecera por encima de 30°. **Métodos:** Se realizó el diseño de un dispositivo que mide la inclinación instalado en la cabecera de las camas, se instalaron los inclinómetros en tres camas de una UCI y posteriormente se hizo la prueba piloto con el registro de la inclinación en tres pacientes minuto a minuto durante la hospitalización en UCI. **Resultados:** El inclinómetro tiene un dispositivo Arduino con un circuito integrado, censando su inclinación con indicadores de luz y sonido según el grado de inclinación mayor o menor de 30°. Se entrenó al personal de la UCI en la calibración e interpretación de los indicadores. Posteriormente se utilizó en tres camas siguiendo a tres pacientes durante la ventilación mecánica invasiva, teniendo un total de 9237 registros con una inclinación promedio de 34.4°, permaneciendo el 92.2% del tiempo con

Recibido: 17/04/2023

Aceptado: 18/04/2024

Correspondencia: joarojas@colsanitas.com

una inclinación mayor a 30°, sin presentarse ningún caso de NAV. **Conclusiones:** El dispositivo inclinómetro tiene un diseño sencillo de caja, con señales lumínicas y sonoras. Con su uso se obtuvo una inclinación de la cabecera mayor a 30° en más del 90% de la duración de la ventilación mecánica.

**Palabras clave:** ventilación mecánica; dispositivo médico; infecciones; cuidados críticos; neumonía asociada al ventilador.

## ABSTRACT

**Introduction:** Ventilator-associated pneumonia (VAP) is a frequent and potentially fatal complication in patients requiring invasive ventilatory support. To prevent VAP, raising the head of the bed above 30° has been evaluated. The objective of this study was to design and implement an inclinometer device in an intensive care unit (ICU) in Bogota to increase adherence to raising the head of the bed above 30°. **Methods:** The design of a device that measures the inclination installed at the head of the beds was carried out, the inclinometers were installed in three beds of an ICU and subsequently the pilot test was carried out with the recording of the inclination in three patients' minute by minute. during hospitalization in the ICU. **Results:** The inclinometer has an Arduino device with an integrated circuit installed at the head of the bed, sensing its inclination with light and sound indicators depending on the degree of inclination greater or less than 30°. The ICU staff was trained in calibrating and interpreting the indicators. Subsequently, the inclinometer was used on three beds, following three patients during the period of invasive mechanical ventilation, with a total of 9,237 records with an average inclination of 34.4°, remaining 92.2% of the time with an inclination greater than 30°, none of the patients developed VAP. **Conclusions:** The inclinometer device has a simple box design with light and sound signals. Its use obtained an inclination of the head of the bed greater than 30° in more than 90% of the duration of mechanical ventilation.

**Keywords:** Mechanical ventilation; medical device; infections; critical care; ventilator-associated pneumonia.

Introducción

**DOI:** <https://doi.org/10.26852/01234250.646>

## INTRODUCCIÓN

La neumonía asociada al ventilador (NAV) es una complicación común en las Unidades de Cuidado Intensivo (UCI), que se asocia con un aumento en los desenlaces adversos del paciente crítico, una prolongación en el tiempo de estancia hospitalaria y de ventilación mecánica y un considerable aumento en el riesgo de mortalidad (1). La prevalencia de la NAV varía según las condiciones propias de cada UCI y se aproxima al 13%, aumentando de forma proporcional al número de días de ventilación mecánica (2).

Entre los mecanismos fisiopatológicos asociados con el desarrollo de NAV se encuentran las micro aspiraciones, por lo que la reducción de estas se ha

convertido en el pilar de la prevención de esta infección (3). Con base en esto y en la alta frecuencia de esta entidad y los pobres desenlaces asociados, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) han validado un extenso número de estrategias para la prevención de la NAV, implementando paquetes de prevención (“bundles”), con medidas que buscan reducir las micro aspiraciones o disminuir la carga microbiana en estas, incluyendo entre estas medidas la elevación de la cabecera entre 30-45° y la higiene oral (3, 4).

Varios estudios han evaluado algunas de estas estrategias y han demostrado una reducción significativa en la incidencia de NAV. Entre estos, un metaanálisis de 20 estudios publicado en el año 2022 encontró una

reducción estadísticamente significativa en el riesgo de NAV (RR: 0,38; IC95% 0,25-0,52) y una reducción de la mortalidad (RR: 0,7; IC95% 0,5-0,91) al comparar pacientes en posición semi recostada con pacientes en supino (5). A pesar de ser una medida económica y fácil de aplicar, la graduación de la inclinación de la cama puede ser altamente variable, ya que en general se realiza de forma subjetiva, lo que dificulta el seguimiento preciso de la adherencia a esta recomendación por parte del equipo tratante en la UCI (6, 7).

Dado el rol central de la elevación de la cabecera del paciente, se han desarrollado dispositivos para mejorar la adherencia a este parámetro. En 2007, Balonov K, y cols., utilizando un transductor de presión para estimar el grado de inclinación de la cabecera del paciente falló en mejorar el grado de inclinación de la cabecera, con todos los pacientes del estudio permaneciendo por debajo de 30° a pesar del dispositivo (8). En 2008, Williams Z y cols., publicaron un estudio utilizando un indicador del ángulo de inclinación, el cual consta de un papel fotográfico con señalización verde y roja (inclinación mayor o menor a 30°, respectivamente), obteniendo mayor adherencia a la inclinación de la cabecera con el dispositivo, con un grado de inclinación promedio de 30.9°, mientras en camas sin uso del indicador el promedio de inclinación fue de 21.8°, siendo bien recibido por el personal de enfermería que utilizó el dispositivo (9).

En 2012, Wilken RF y cia, publicaron un estudio registrando en tiempo real el grado de inclinación de la cabecera y proyectándolo en la pantalla del monitor del paciente, utilizando un dispositivo que emite alertas lumínicas y sonoras, y comparando la adherencia entre camas con el dispositivo y sin el mismo, encontrando diferencias estadísticamente significativas en la adherencia (61% vs 76%,  $p < 0.001$ ), favoreciendo el uso del dispositivo (10).

Considerando la dificultad en la adherencia a la elevación de la cabecera y considerando los resultados obtenidos con el uso de sensores, se buscó diseñar un dispositivo llamado inclinómetro que permitiera hacer un seguimiento al grado de inclinación de la cabecera, realizando un registro de la inclinación

donde emite alarmas cuando se encuentra debajo de 30°. Con la posterior implementación y prueba piloto al instalarse en 3 camas de la UCI de la Clínica Universitaria Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del dispositivo

El inclinómetro consta de un dispositivo Arduino con un circuito integrado que censa el grado de inclinación de la cabecera de la cama mediante un sensor MPU 6050, entendiendo Arduino como una placa electrónica de hardware libre, que utiliza un microcontrolador reprogramable con una serie de pines que permiten establecer conexiones entre el controlador y los diferentes sensores “cerebro” de algún circuito o maquinaria, emitiendo una señal luminosa de color rojo y una señal acústica por medio de un bip cuando el grado de inclinación es menor a 30°, mientras emite una señal luminosa de color verde sin señal acústica cuando este es mayor o igual a 30°.

A su vez el dispositivo posee una pantalla análoga que muestra el grado de inclinación de la cabecera. El dispositivo incluye una memoria microSD en la que se realiza un registro de la inclinación minuto a minuto en un archivo de texto, este registro está desde que el paciente ingresa a la cama de UCI, se conecta y se enciende el dispositivo, manteniendo el registro hasta la extubación del paciente o hasta que presentara un diagnóstico de NAV. Al ser una prueba piloto, el grupo investigador solo tuvo acceso a esta información, sin colocar el registro en la historia clínica al ser solo la prueba del dispositivo. Además del ángulo, se registró el porcentaje del tiempo que se tuvo la adherencia por encima de 30° en las mediciones sin colocar específicamente el tiempo total por debajo de la inclinación, aunque esta información se encuentra disponible en el registro guardado del dispositivo.

La calibración a cero grados se hizo en el momento previo a la colocación del paciente y se corroboró el grado de la elevación de la cabecera en cada turno (mañana, tarde y noche). Adicionalmente, en el turno

de la mañana se realizó calibración a 0 grados durante el aseo del paciente.

## IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA PILOTO

El dispositivo fue instalado en tres camas de la UCI y probado durante el tiempo desde la intubación orotraqueal (IOT) y durante la ventilación mecánica invasiva en estos tres pacientes, los pacientes incluidos fueron mayores de 18 años hospitalizados en la UCI y que fueran intubados en las últimas 24 horas, excluyendo pacientes en quienes se contraindicara la elevación de cabecera. Se recolectaron variables sociodemográficas, antecedentes, motivo de intubación, diagnóstico UCI, días de ventilación mecánica y variables relacionadas con la medición del dispositivo.

Previo al uso del inclinómetro, el personal de salud, incluyendo equipo de enfermería, terapia respiratoria y médicos, fue entrenado en la calibración, interpretación de señales lumínicas y acústicas, y en el ajuste de la elevación de la cabecera a través de la jefe del personal de enfermería por medio de reuniones en las rondas médicas mostrando externamente e internamente el inclinómetro, explicando el funcionamiento y el objetivo de la prueba piloto y la calibración del dispositivo, sin embargo el personal no utilizaba propiamente el dispositivo, solamente cuando se encendía la alarma luminosa y sonora se hacía el ajuste de la inclinación de la cabecera. Las calibraciones y lectura de mediciones las realizó el grupo investigador para la prueba piloto.

El personal de salud tratante no intervino en la selección de los pacientes ubicados en las camas con el inclinómetro instalado, dado que los pacientes fueron ubicados acorde al orden de ingreso después de requerir ventilación mecánica invasiva y dentro de las primeras 24 horas tras la intubación orotraqueal.

## Análisis estadístico

Se describieron las variables recolectadas de los tres pacientes incluidos en la prueba piloto, y de las variables relacionadas el dispositivo haciendo un

seguimiento del grado de inclinación de la cabecera del paciente minuto a minuto, obteniéndose la media y desviación estándar (DS) y el porcentaje del tiempo por encima de 30°.

## Aspectos éticos

Este estudio se realizó siguiendo los principios éticos de la declaración de Helsinki, el informe Belmont y la resolución 8430 de 1993, y a su vez los tres pacientes incluidos en el estudio aceptaron su participación mediante la firma de consentimiento informado. Este trabajo de investigación fue aprobado por el comité de ética de la Fundación Universitaria Sanitas (CEIFUS) en el acta 421-23 del 27 de febrero de 2023.

La redacción del artículo presentado se realizó siguiendo las recomendaciones de International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) (11).

## RESULTADOS

### Diseño e implementación

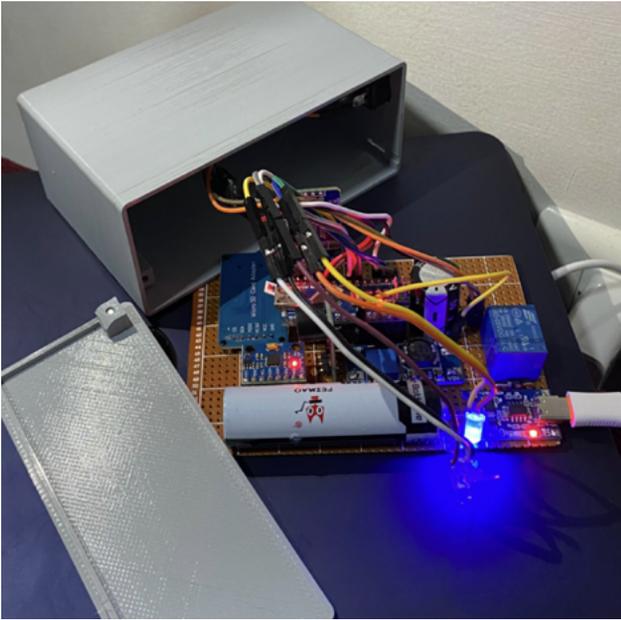
Se fabricaron tres dispositivos inclinómetros basados en un dispositivo Arduino, integrado a un sensor MPU 6050 que censó el grado de la elevación de la cabecera (EDLC). En el circuito se incluyeron:

- Un sensor verde cuando el grado de EDLC fue mayor o igual a 30°.
- Un sensor rojo cuando el grado de EDLC fue menor a 30°.
- Un sensor acústico que emitía un bip cuando el grado de inclinación fue menor a 30°.
- Una pantalla que registra el grado de EDLC.
- Memoria microSD que registró minuto a minuto el grado de EDLC.

Previo a instalar cada dispositivo y posterior a esto, día a día, se calibró el dispositivo a 0° y se corroboró su adecuado funcionamiento en cada turno (mañana, tarde y noche).

Posterior a instalar el dispositivo en tres camas de la unidad de cuidado intensivo (Figura 1-3), se procedió a realizar capacitaciones en el equipo de salud de la UCI (enfermería, terapia respiratoria y médicos).

FIGURA 1. Vista interna del hardware del dispositivo inclinómetro.



Fuente: Elaboración propia con los dispositivos diseñados

FIGURA 2. Vista externa del dispositivo con el sensor lumínico activo y la pantalla de registro



Fuente: Elaboración propia con los dispositivos diseñados

FIGURA 3 Dispositivo inclinómetro instalado con sensor lumínico activo y pantalla con registro en la cabecera de una cama



Fuente: Elaboración propia con los dispositivos diseñados

## Implementación y prueba piloto

El inclinómetro fue instalado en tres camas de UCI de la Clínica Universitaria Colombia, donde posteriormente se ubicaron tres pacientes que requirieron intubación orotraqueal, en un caso un absceso parafaríngeo con efecto compresivo sobre la vía aérea (paciente 1) y dos casos por alteración del estado de consciencia (paciente 2 y 3). El paciente 1 tenía 75 años, antecedente de hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2, el paciente 2 tenía 68 años, antecedente de mieloma múltiple, hipertensión arterial y osteoporosis, y el paciente 3 tenía 28 años y antecedente de neuritis óptica. Los pacientes requirieron ventilación mecánica invasiva entre 3 y 10 días, y ninguno presentó NAV durante el periodo de seguimiento y no se reportaron fallecimientos (Tabla 1).

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES EN LA PRUEBA PILOTO

VARIABLE	PACIENTE 1	PACIENTE 2	PACIENTE 3
Edad (años)	75	68	28
Sexo	Femenino	Femenino	Masculino
Antecedentes patológicos	- Hipertensión arterial - Diabetes mellitus tipo 2	- Mieloma múltiple - Hipertensión arterial - Osteoporosis	- Neuritis óptica
Motivo de intubación orotraqueal	Obstrucción de la vía aérea	Alteración del estado de consciencia	Alteración del estado de consciencia
Diagnóstico de ingreso a UCI	Absceso parafaríngeo	Meningitis por <i>Listeria</i> spp.	Hipernatremia
APACHE-II	28	21	11
Días de ventilación mecánica	3	10	5
Días de seguimiento con el dispositivo	3	10	5
Neumonía asociada al ventilador	No	No	No
Estado final de la hospitalización	Vivo	Vivo	Vivo

Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo del estudio, entre los tres pacientes incluidos, se obtuvo un total de 16693 registros teniendo en cuenta el tiempo de ventilación mecánica que cada paciente aportó entre 3 a 10 días, con una inclinación promedio de 34.4° (DS 7.6°), permaneciendo el 92.2% del tiempo con una inclinación mayor a 30° (Tabla 2).

TABLA 2. RESULTADOS DEL INCLINÓMETRO

VARIABLE	PACIENTE 1	PACIENTE 2	PACIENTE 3
Número de mediciones	3840	8401	4452
Media del ángulo de inclinación (DS)	34.7 (10.3)	32.0 (8.4)	36.7 (5.5)
Porcentaje del tiempo por encima de 30° de inclinación	91.9	87.3	97.0
Ángulo mayor de inclinación de cabecera	70	39	47

Fuente: Elaboración propia

El tiempo con elevación de la cabecera menor a 30° fue acorde con los tiempos de cambios de posición, higiene del paciente o al requerirse durante procedimientos o estudios imagenológicos, correspondiente entre el 3 y el 12.7% del tiempo total de la ventilación, sin que se tenga el tiempo exacto de duración debido

a que se apagaba la alarma sonora si la cabecera tenía una inclinación menor a 30° y el paciente no estaba en la cama.

## DISCUSIÓN

Se realizó el diseño de un dispositivo inclinómetro con la posterior prueba piloto que mostró el funcionamiento del dispositivo en una UCI de la ciudad de Bogotá encontrando que su funcionamiento fue adecuado y no se presentaron casos de NAV en el seguimiento de los 3 pacientes incluidos. Teniendo en cuenta que la NAV corresponde a una complicación frecuente y potencialmente letal de la estancia en UCI, particularmente en los pacientes requiriendo intubación orotraqueal con una duración prolongada de la ventilación mecánica (1). Para su prevención se han desarrollado múltiples guías de prevención de NAV con medidas que incluyen la elevación de la cabecera del paciente, el seguimiento de la presión del neumotaponador del tubo orotraqueal, la higiene bucal, el uso de sistemas cerrados de succión con drenaje de secreciones subglóticas, y la higiene de manos previo a la manipulación de los dispositivos (4, 12-15).

Entre estas medidas, la elevación de la cabecera ha demostrado una reducción en el riesgo de NAV, tal como demuestra un metaanálisis de ensayos clínicos publicado por Pozuelo-Carrascosa y cols. (RR: 0.38; IC95% 0.25-0.52) y una reducción en el riesgo de muerte (RR: 0.7; IC95% 0.50-0.91) (5). Sin embargo, la adherencia a las medidas de prevención es limitada, e incluso su evaluación está sujeta a sesgos considerables teniendo en cuenta que algunas de estas (como la elevación de la cabecera) son realizadas en ocasiones de forma subjetiva (16, 17), así como lo demuestra Hamishehkar y cols., en un estudio observacional en 10 UCI de cuatro hospitales universitarios, comparando la adherencia a los paquetes de prevención de NAV previo y posterior a la educación del personal en salud, encontrando mejoría solamente en la higiene bucal, sin observar mejoría en la elevación de la cabecera (6). En este trabajo al escuchar al equipo de enfermería, informaban que un motivo para limitar la adherencia era la ausencia de monitoreo rígido de los paquetes de medidas. Otro estudio publicado por Llaurado-Serra y cols., en el que se realizaron 2639 observaciones se identificó una alta sobreestimación de la adherencia a la elevación de la cabecera, al comparar entre el reporte realizado por el equipo de salud tratante y las observaciones directas utilizando una lista de chequeo (7). Un estudio de del Cotillo Fuente y cols. Identificó que hasta un tercio de los pacientes en cuidados intensivos permanece por debajo del grado de inclinación de la cabecera apropiado, resaltando la necesidad de estrategias que permiten mejorar este indicador (18).

Teniendo en cuenta las dificultades técnicas en la adherencia a la elevación de la cabecera, diversos trabajos han evaluado el uso de dispositivos. En 2007, Balonov y cols, publicaron un estudio con el uso de un dispositivo con un sensor de presión para estimar el grado de EDLC, comparando la adherencia a una EDLC mayor a 30° en 16 camas con el dispositivo y 8 camas sin el mismo, sin encontrar mejoría en la adherencia entre ambos grupos de pacientes, siendo llamativo que la totalidad de los pacientes se mantuvo con una inclinación menor a 30° (8). Este resultado

contrasta con el obtenido en el presente trabajo, donde se mantuvo una inclinación mayor a 30° el 92.2% del tiempo censado.

Williams y cols. Condujeron un estudio de fase 2 en un periodo de 4 semanas utilizando un dispositivo indicador del grado de inclinación de la cama, encontrando una inclinación de 30.9° en los pacientes con el uso del dispositivo, en comparación con 21.8° en el grupo de control, con una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p < 0.05$ ), donde el 72% del personal de enfermería entrevistado reportó una mejoría subjetiva en la adherencia respecto a otros métodos, 88% lo encontró útil y 84% lo utilizarían de forma rutinaria (9).

Wolken y cols, utilizaron un censor que emite señales lumínicas y acústicas, similar al dispositivo empleado en el presente estudio, lograron identificar una mejoría en el indicador de elevación de la cabecera en un 15% (10). En el presente estudio utilizando un dispositivo que permite medir el grado de inclinación de la cabecera del paciente donde se anunciaba mediante señales lumínicas y sonoras cuando la inclinación es menor a 30°, el tiempo promedio con una adherencia adecuada fue superior al 90%, con un tiempo corto por debajo del indicador que fue correspondiente al necesario para realizar cambios de posición, medidas de higiene, procedimientos y estudios imagenológicos. Se requerirán nuevos estudios, utilizando dispositivos de monitoreo minuto a minuto, como este inclinómetro, que permitan definir si existe un porcentaje de tiempo aceptable por debajo de 30° para la realización de tareas que se ven limitadas a grados de inclinación superiores.

Los resultados de este trabajo hacen parte de la primera fase del estudio “Diseño, implementación y evaluación de un dispositivo en la medición de elevación de la cabecera para disminuir el riesgo de neumonía asociada a la ventilación en una Unidad de Cuidados Intensivos de Bogotá” que permitirá evaluar el riesgo de NAV tras el uso del inclinómetro y presentar resultados de adherencia a un dispositivo para prevención de NAV. Entre las limitaciones de esta primera fase con la prueba piloto, se encuentra la pérdida de

la correcta elevación del personal de enfermería con los cambios de posición y baños en cama durante la noche sin poder tener el tiempo exacto que duraron estos procedimientos, por esta razón posterior a la prueba piloto se socializaron los resultados previo al inicio de la segunda fase con los profesionales de salud para permitir mantener los registros en estos tiempos. También se debe verificar que las alarmas no se apaguen hasta que se corrija la posición mayor a 30°. Como fortalezas se encuentra que es uno de los primeros estudios de diseño de inclinómetros en UCI en la ciudad de Bogotá y servirá para futuros estudios que permitan implementar el dispositivo inclinómetro a mayor escala.

## CONCLUSIÓN

El dispositivo inclinómetro diseñado presentó un adecuado funcionamiento, presentando un tiempo con la cabecera elevada por encima de los 30° en tres pacientes en una UCI en Bogotá fue mayor al 90% con el uso del dispositivo “inclinómetro”, lo que podría representar una reducción en el riesgo de NAV.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores reportan no poseer ningún conflicto de interés.

## FINANCIACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio fue financiado utilizando recursos propios de los investigadores, bajo el reconocimiento de las horas dedicadas a investigación a los autores afiliados a la Clínica Universitaria Colombia.

## REFERENCIAS

1. Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2020 May;46(5):888-906. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05980-0>
2. Ferrer M, Torres A. Epidemiology of ICU-acquired pneumonia. *Curr Opin Crit Care.* 2018 Oct;24(5):325-331. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000536>
3. Coppadoro A, Bellani G, Foti G. Non-Pharmacological Interventions to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia: A Literature Review. *Respir Care.* 2019 Dec;64(12):1586-1595. <https://doi.org/10.4187/respcare.07127>
4. Niedzwiecka T, Patton D, Walsh S, Moore Z, O'Connor T, Nugent L. What are the effects of care bundles on the incidence of ventilator-associated pneumonia in paediatric and neonatal intensive care units? A systematic review. *J Spec Pediatr Nurs.* 2019 Oct;24(4):e12264. <https://doi.org/10.1111/jspn.12264>
5. Pozuelo-Carrascosa DP, Cobo-Cuenca AI, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, Santacruz-Salas E, Fernandez-Rodriguez R. Body position for preventing ventilator-associated pneumonia for critically ill patients: a systematic review and network meta-analysis. *J Intensive Care.* 2022 Feb 22;10(1):9. <https://doi.org/10.1186/s40560-022-00600-z>
6. Hamishehkar H, Vahidinezhad M, Mashayekhi SO, Asgharian P, Hassankhani H, Mahmoodpoor A. Education alone is not enough in ventilator associated pneumonia care bundle compliance. *J Res Pharm Pract.* 2014 Apr;3(2):51-5. <https://doi.org/10.4103/2279-042X.137070>
7. Llauro-Serra M, Ulldemolins M, Güell-Baró R, Coloma-Gómez B, Alabart-Lorenzo X, López-Gil A, Bodí M, Rodríguez A, Jiménez-Herrera MF; CAPCRI Study Investigators. Evaluation of head-of-bed elevation compliance in critically ill patients under mechanical ventilation in a polyvalent intensive care unit. *Med Intensiva.* 2015 Aug-Sep;39(6):329-36. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2014.07.009>
8. Balonov K, Miller AD, Lisbon A, Kaynar AM. A novel method of continuous measurement of head of bed elevation in ventilated patients. *Intensive Care Med.* 2007 Jun;33(6):1050-4. <https://doi.org/10.1007/s00134-007-0616-0>

9. Williams Z, Chan R, Kelly E. A simple device to increase rates of compliance in maintaining 30-degree head-of-bed elevation in ventilated patients. *Crit Care Med*. 2008 Apr;36(4):1155-7. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318168fa59>
10. Wolken RF, Woodruff RJ, Smith J, Albert RK, Douglas IS. Observational study of head of bed elevation adherence using a continuous monitoring system in a medical intensive care unit. *Respir Care*. 2012 Apr;57(4):537-43. <https://doi.org/10.4187/respcare.01453>
11. International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals. *ICMJE | News & Editorials*. 2022 May.
12. Torres A, Niederman MS, Chastre J, Ewig S, Fernandez-Vandellos P, Hanberger H, Kollef M, Li Bassi G, Luna CM, Martin-Loeches I, Paiva JA, Read RC, Rigau D, Timsit JF, Welte T, Wunderink R. International ERS/ESICM/ESCMID/ALAT guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia: Guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia (HAP)/ventilator-associated pneumonia (VAP) of the European Respiratory Society (ERS), European Society of Intensive Care Medicine (ESICM), European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) and Asociación Latinoamericana del Tórax (ALAT). *Eur Respir J*. 2017 Sep 10;50(3):1700582. <https://doi.org/10.1183/13993003.00582-2017>
13. Muscedere J, Rewa O, McKechnie K, Jiang X, Laporta D, Heyland DK. Subglottic secretion drainage for the prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2011 Aug;39(8):1985-91. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318218a4d9>
14. Fitch ZW, Duquaine D, Ohkuma R, Schneider EB, Whitman GJ. Hospital Bed Type, the Electronic Medical Record, and Safe Bed Elevation in the Intensive Care Setting. *Am J Med Qual*. 2016 Jan-Feb;31(1):69-72. <https://doi.org/10.1177/1062860614556743>
15. Niedzwiecka T, Patton D, Walsh S, Moore Z, O'Connor T, Nugent L. What are the effects of care bundles on the incidence of ventilator-associated pneumonia in paediatric and neonatal intensive care units? A systematic review. *J Spec Pediatr Nurs*. 2019 Oct;24(4):e12264. <https://doi.org/10.1111/jspn.12264>
16. Hiner C, Kasuya T, Cottingham C, Whitney J. Clinicians' perception of head-of-bed elevation. *Am J Crit Care*. 2010 Mar;19(2):164-7. <https://doi.org/10.4037/ajcc2010917>
17. Martí-Hereu L, Arreciado Marañón A. Time of elevation of head of bed for patients receiving mechanical ventilation and its related factors. *Enferm Intensiva*. 2017 Oct-Dec;28(4):169-177. <https://doi.org/10.1016/j.enfi.2017.02.004>
18. del Cotillo Fuente M, Valls Matarín J. Análisis del cumplimiento de 2 medidas para prevenir la neumonía asociada a la ventilación mecánica (elevación de la cabecera y control del neumataponamiento) [Analysis of compliance of 2 prevention measures for ventilator-associated pneumonia (raised head of bed and cuff pressure control)]. *Enferm Intensiva*. 2014 Oct-Dec;25(4):125-30. <https://doi.org/10.1016/j.enfi.2014.03.005>