

Un dispositivo que reduce el riesgo de neumonía asociada a tubos respiratorios

A device that reduces the risk of pneumonia associated with breathing tubes

Investigadores integraron la medicina y la ingeniería para desarrollar un dispositivo médico, de bajo costo y biocompatible, que posibilita la prevención de la neumonía asociada por ventilación mecánica.

Researchers integrated medicine and engineering to develop a low-cost, biocompatible medical device that enables the prevention of pneumonia associated with mechanical ventilation.



Por/By:

Carolina Campuzano Baena
carolina.campuzano@upb.edu.co

Fotos/Photos:

Cortesía investigadores

Inhalar, exhalar; inhalar, exhalar. Son actividades que se repiten de manera inconsciente y que muchas veces solo percibimos cuando nos falta el aire, porque se tapa la nariz, nos damos un golpe en la espalda o, por supuesto, cuando una enfermedad potente nos ataca. En algunos casos, es cuestión de poco tiempo poder recuperar el oxígeno y hacer que vuelva tranquilamente a los pulmones; pero hay otros de urgencia, en los que los médicos deben intervenir y generar ventilación de manera artificial.

Inhale, exhale; inhale, exhale. These are activities that are repeated unconsciously and that we often only notice when we lack air because our nose is blocked, we hit our back, or when a powerful illness attacks us. In some cases, it takes a short time to recover oxygen and let it calmly return to the lungs, but there are other emergency cases in which doctors need to intervene and generate artificial ventilation.



Este proyecto contribuyó también a formar talento humano en salud, al incluir estudiantes de pregrado, maestría y doctorado.

This project also contributed to the training of human talent in healthcare by including undergraduate, master's, and doctoral students.

El proceso parece sencillo, pero no está libre de riesgos: se abre la boca y se inserta un tubo endotraqueal, es decir, un tubo flexible que se introduce en la tráquea, la cual es la parte del sistema respiratorio que lleva el aire desde la boca y la nariz hacia los pulmones. Este dispositivo cuenta con un balón que se infla con una presión controlada y crea un sello en la tráquea, evitando que los líquidos ingresen a los bronquios, todo esto sin comprometer la irrigación sanguínea.

La neumonía por ventilación mecánica es la principal infección adquirida en la hospitalización en UCI, y produce una mortalidad hasta del 30 % de los pacientes que la adquieren.

Ventilator-associated pneumonia is the primary infection acquired during ICU hospitalization and results in a mortality rate of up to 30 % among affected patients.



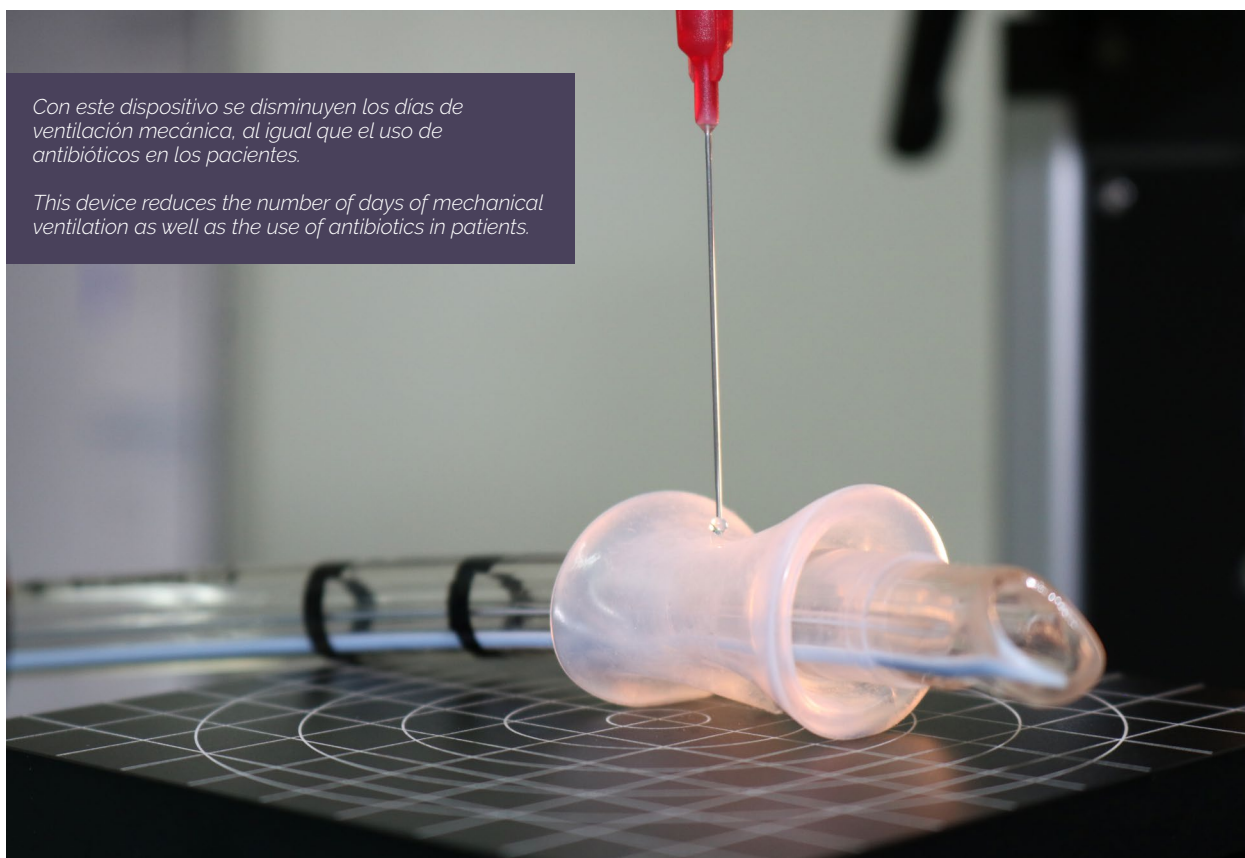
The process seems simple, but it involves some risks: the mouth is opened, and a flexible tube, known as the endotracheal tube, is inserted into the trachea, which is the part of the respiratory system that carries air from the mouth and nose to the lungs. This device includes a balloon inflated with controlled pressure, creating a seal in the trachea that prevents fluids from entering the bronchi, all without compromising blood flow.

Quizás esta escena recuerde a la pandemia y razón no les falta, pues este dispositivo fue fundamental en la ventilación de pacientes críticos en las Unidades de Cuidados Intensivos. Y, sin embargo, a pesar de su utilidad, los profesionales de la medicina detectaron que el mal sellado de estos tubos endotraqueales permitía el paso de líquidos y bacterias a los pulmones, lo cual se traducía en el aumento del riesgo de neumonía, una complicación común en quienes requieren ventilación mecánica prolongada y que puede ocurrir por dos razones principales. Por un lado, por la microaspiración, que se da cuando el tubo no sella de manera adecuada la tráquea y permite el paso de líquidos y, por otro lado, por la formación de biopelículas sobre el tubo que albergan colonias de bacterias.



Con este dispositivo se disminuyen los días de ventilación mecánica, al igual que el uso de antibióticos en los pacientes.

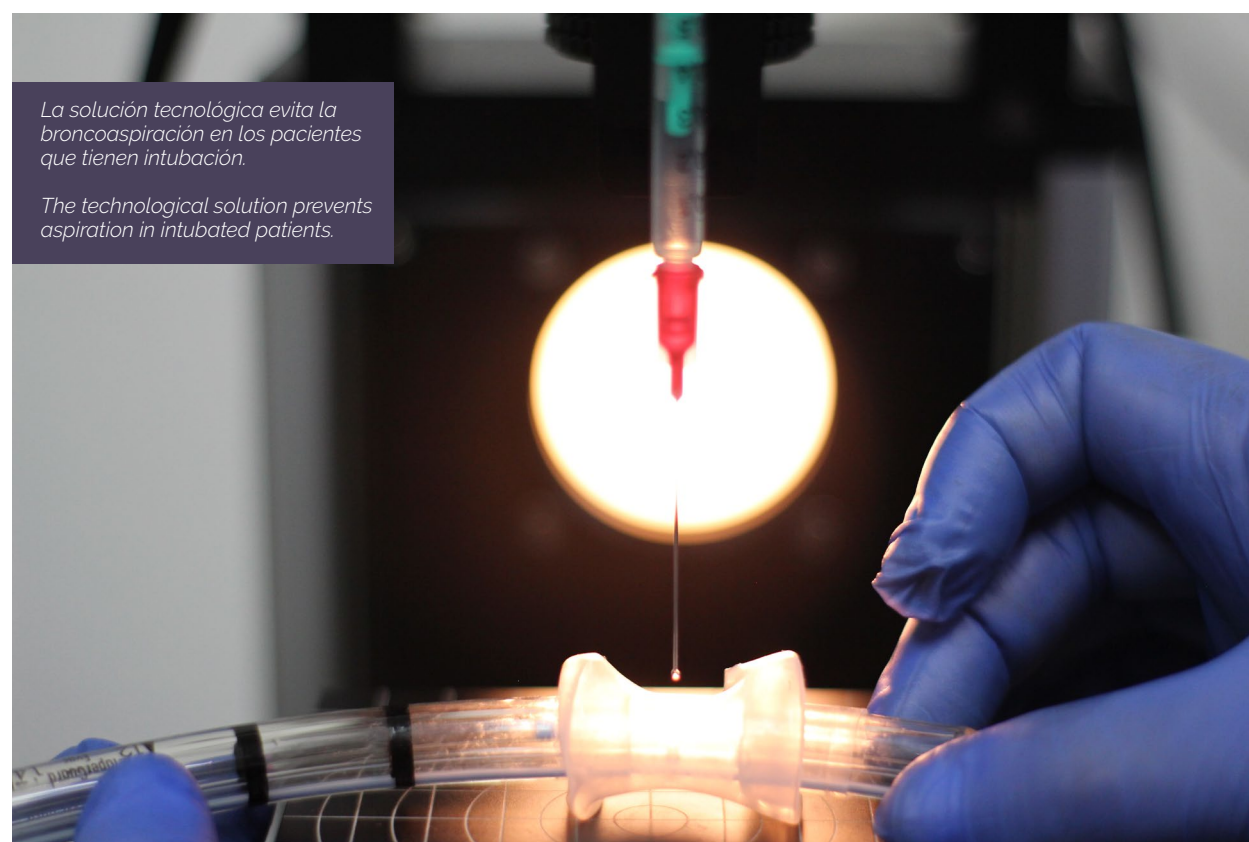
This device reduces the number of days of mechanical ventilation as well as the use of antibiotics in patients.



Perhaps this scenario reminds many people of the pandemic, and they are correct, as this device played a vital role in ventilating critically ill patients in Intensive Care Units. And yet, despite their usefulness, medical professionals detected that the poor sealing of these endotracheal tubes allowed the passage of fluids and bacteria into the lungs. Consequently, the risk of pneumonia, a common complication in those requiring prolonged mechanical ventilation, increased. This may occur for two main reasons. On the one hand, due to microaspiration, which occurs when the tube does not adequately seal the trachea, thus allowing the passage of fluids, and on the other hand, due to the formation of biofilms on the tube that harbor bacterial colonies.

Investigación de punta

Con este panorama y un problema claro que resolver, la Universidad Pontificia Bolivariana, la [Universidad CES](#) y la [Universidad de Antioquia](#), con el apoyo del [Tecnoparque nodo Medellín](#) y la [Empresa MasCapacidad](#), idearon un proyecto para evitar la neumonía por ventilación mecánica. El objetivo era mejorar el diseño de una de las partes del tubo: el neumotaponador. Por lo que el equipo de investigación, conformado por profesionales de medicina, ingeniería, veterinaria y biología, generó diversos prototipos de este objeto usando distintas geometrías, biomateriales y tecnologías de fabricación, en la búsqueda de un sello hermético. La idea era evitar que los líquidos provenientes de la boca y la garganta llegaran a los pulmones y que se formaran colonias de bacterias.



Cutting-edge research

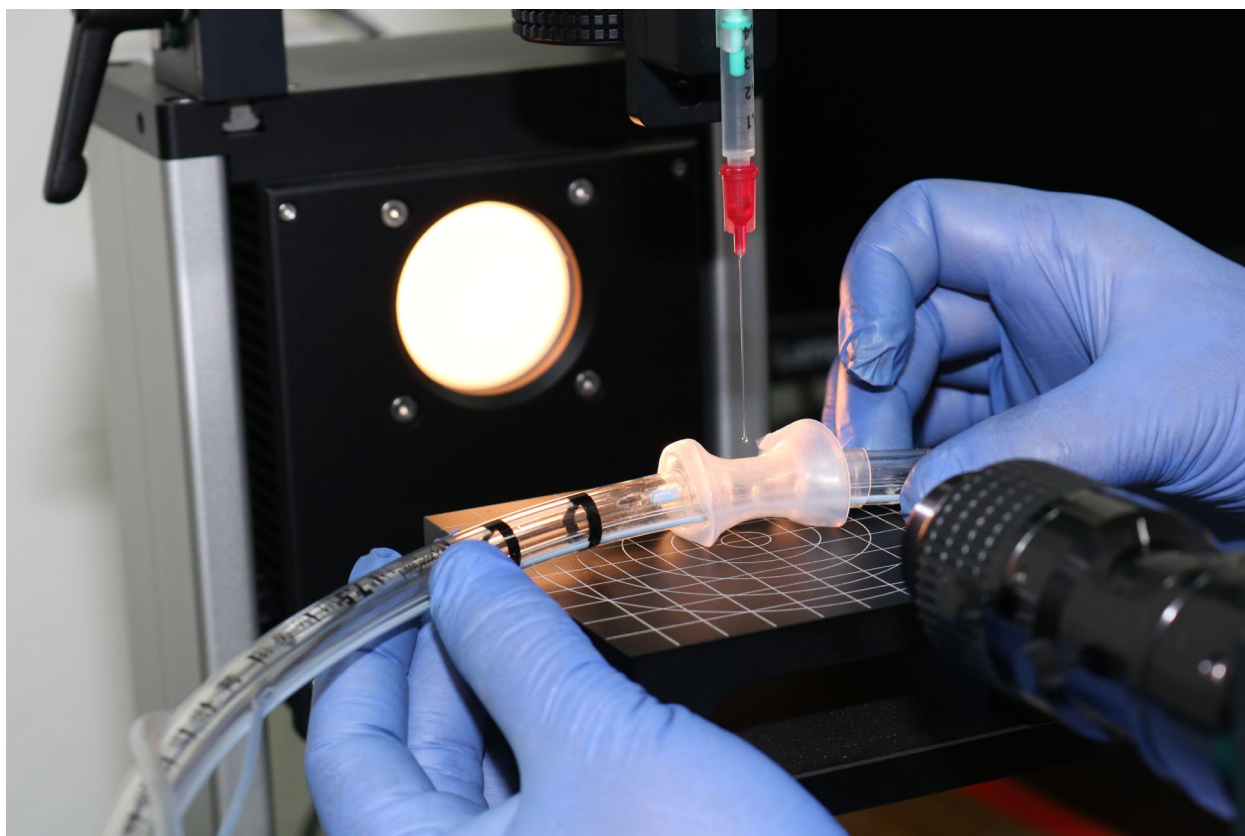
With this scenario and a clear problem to solve, the Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad CES, and Universidad de Antioquia, with the support of Tecnoparque Nodo Medellín and MasCapacidad Company, devised a project to prevent pneumonia associated with mechanical ventilation. The aim was to improve the design of one of the parts of the tube: the endotracheal tube cuff. The research team, composed of professionals in medicine, engineering, veterinary medicine, and biology, created various prototypes of this object using different geometries, biomaterials, and manufacturing technologies in the search for an airtight seal. The purpose was to prevent fluids from the mouth and throat from reaching the lungs and to prevent bacterial colonies from forming.

Durante tres años, trabajaron en el rediseño del dispositivo desde diferentes aspectos como la forma del neumataponador, y utilizaron la impresión 3D para producir moldes y prototipos con mayor precisión y rapidez. Al tener una propuesta de diseño, el neumataponador fue sometido a diversas evaluaciones para determinar su eficacia y seguridad. Así, varios diseños fueron probados en distintos simuladores del bloque de la vía aérea, para imitar las condiciones de la tráquea y los pulmones. Además, se llevaron a cabo pruebas *in vivo* en cerdos durante tres días, para evaluar el comportamiento del tubo, ya que la tráquea de estos animales se asemeja a la de los seres humanos.

El objetivo de los investigadores es ejecutar una segunda fase del proyecto, para darle viabilidad comercial al dispositivo, mediante alianzas con fabricantes que produzcan el prototipo de manera industrial.

The researchers' objective is to execute a second phase of the project, aiming to render the device commercially viable through alliances with manufacturers that will industrially produce the prototype.

*For three years, they worked on redesigning the device from different aspects, such as the shape of the endotracheal tube cuff, and they used 3D printing to produce molds and prototypes more accurately and quickly. Once a design proposal was developed, the endotracheal tube cuff underwent various evaluations to determine its efficacy and safety. Thus, several designs were tested in different simulators of airway blockage to imitate the conditions of the trachea and lungs. In addition, *in vivo* tests were carried out in pigs for three days to evaluate the behavior of the tube since the trachea of these animals resembles that of humans.*



Para los investigadores del equipo interdisciplinario, la innovación consistió en el perfeccionamiento de la forma del dispositivo para mejorar el sello con técnicas de prototipado rápido, la modificación de la superficie del material para inhibir el crecimiento de bacterias y la validación del diseño por medio de ensayos clínicos en animales. Por su parte, el especialista en Medicina Crítica y Cuidados Intensivos e investigador principal, [Marco Antonio González Agudelo](#), de la UPB, afirma que todos estos avances ponen a las universidades en el campo de la investigación de punta y generan un impacto clave en la sociedad. Y agrega que con este neumotaponador será posible reducir la incidencia de casos de infecciones asociadas al cuidado en salud, la hospitalización prolongada, el uso indiscriminado de antibióticos y evitar la mortalidad en los pacientes que están en cuidado intensivo hasta en un 30 %. Esto posibilita la disminución del gasto de recursos y aporta a la mejora del sistema de salud con un enfoque preventivo.

Aunque sobre este diseño avanzan varios investigadores en el mundo, la UPB trabaja en la obtención de una patente, una innovación significativa en el campo médico.

For the researchers of the interdisciplinary team, innovation consisted of perfecting the shape of the device to improve the seal with rapid prototyping techniques, modifying the surface of the material to inhibit the growth of bacteria, and validating the design through clinical trials in animals. On his part, Marco Antonio González-Agudelo, the specialist in Critical Medicine and Intensive Care and principal investigator from UPB, affirms that all these advances position the universities at the forefront of cutting-edge research and generate a significant impact on society. He adds that with this endotracheal tube cuff, it will be possible to reduce the incidence of healthcare-associated infections, prolonged hospitalization, and the indiscriminate use of antibiotics, and prevent mortality in patients in intensive care by up to 30 %. This enables a reduction in resource expenditure and contributes to improving the healthcare system through a preventive approach.

While numerous researchers worldwide are engaged in this design, UPB is actively pursuing a patent, a noteworthy innovation in the medical field.

Ficha técnica

Nombre del proyecto: Desarrollo y validación de un nuevo diseño de neumotaponador integrado a un tubo orotraqueal que permita la prevención de la neumonía asociada a la ventilación mecánica en pacientes de cuidado intensivo.

Palabras clave: Neumotaponador; Microaspiración y biopelícula; Neumonía; Diseño y manufactura digital; Modificación superficial del material.

Grupos de Investigación:

De la UPB: [G. I. en Cuidado Crítico](#); [G. I. Automática y Diseño A+D](#).

Externos: [G. I. en Biomateriales \(Universidad de Antioquia\)](#); [G. Ciencia de los animales INCA-CES \(Universidad CES\)](#); [G. I. en Gerencia y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología \(Tecnoparque nodo Medellín\)](#); Empresa MasCapacidad.

Escuela: Ciencias de la Salud

Seccional: Medellín

Líder del proyecto: Marco Antonio González Agudelo

Correo electrónico: marcoantonio.gonzalez@upb.edu.co

Data sheet

Project name: Development and validation of a new endotracheal tube cuff design integrated into an orotracheal tube to prevent ventilator-associated pneumonia in intensive care patients.

Keywords: Endotracheal tube cuff; Microaspiration and biofilm; Pneumonia; Design and digital manufacturing; Surface modification of the material.

Research Groups: From UPB: Critical Care Research Group; Research Group in Automation and Design A+D. External: Biomaterials Research Group (Universidad de Antioquia); INCA-CES Animal Science Group (Universidad CES); Research Group in Management and Application of Science and Technology (Tecnoparque nodo Medellín); MasCapacidad Company.

School: Health Sciences

Branch: Medellín

Project leader: Marco Antonio González Agudelo

Email: marcoantonio.gonzalez@upb.edu.co