

XI. REIVINDICACIONES

1. Simulador de mediana-alta fidelidad para entrenamiento de toracostomía cerrada, caracterizado porque comprende:
 - a. Un maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1) que consiste en una caja torácica (1a) a escala 1:1 de una persona adulta. En su interior, la caja torácica (1a) cuenta con órganos sintéticos (1b). En el exterior, la caja torácica (1a) cuenta con un revestimiento en capas.
 - b. Un tubo de toracostomía (2) que consiste en un tubo plástico entre los calibres 8 y 40 Fr. En la región distal del tubo o en sus regiones laterales, o en ambas, se encuentra un sensor electrónico (2a) de determinación de movimientos en tiempo real y de registro de parámetros de desempeño durante la realización del procedimiento. Estos parámetros incluyen la trayectoria del tubo y su ubicación final, el número de errores cometidos durante el procedimiento y su descripción, el tiempo requerido para completar la tarea satisfactoriamente y la evaluación de la mejora de estos parámetros a través de la repetición del entrenamiento.
 - c. Un equipo para seguimiento de la trayectoria (3) del tubo de toracostomía (2) que consiste en una cámara de video (3a) que puede ubicarse arriba, o a los lados, o ambos, de la caja torácica (1a) del maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1); un emisor-receptor de datos inalámbrico o conectado por cables (3b), basado en un sistema embebido; y un instrumento de calibración (3c), consistente en una mesa o plataforma blanca que tiene demarcados con color negro trazos cuadrículados de entre 0.5-10 cm x 0.5-10 cm cada uno, y sobre la cual se encuentra el maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1). El equipo para seguimiento de la trayectoria (3) del tubo de toracostomía (2) transmite la información obtenida a un sistema computacional (5), al cual se encuentra acoplado.
 - d. Un sistema computacional (5) del tipo ordenador de escritorio, que contiene como mínimo una central de procesamiento, una memoria de almacenamiento interno, una tarjeta de red, una tarjeta de video, un sistema operativo, una interfaz de usuario, programas de procesamiento de texto, hojas de cálculo, dispositivos de entrada tipo teclado y *mouse* y dispositivos de salida tipo sistema de audio y pantallas LCD.
 - e. Instrumental quirúrgico (6) que se utiliza para este procedimiento y que consiste en dos campos estériles (6a), una hoja de bisturí número 11 o 15 (6b), un mango de bisturí número 3 (6c) en acero quirúrgico, dos pinzas tipo Kelly (6d) en acero quirúrgico, unas tijeras rectas (6e) en acero quirúrgico y una unidad de hilo de sutura quirúrgica estéril no absorbible (6f).
 - f. Un sistema recolector (7) que consiste en un equipo de drenaje que puede ser pasivo (válvula de Heimlich o con sello de agua) o activo (sistema de tres frascos o digital).
2. El maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1) de la reivindicación 1, caracterizado porque puede comprender, además, estructuras antropomorfas de cabeza y cuello, y de miembros superiores e inferiores.
3. El maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1) de la reivindicación 1, caracterizado porque puede comprender, además, pulmones de silicona o látex (1e) que pueden ser conectados, a través de una interfaz invasiva como un tubo endotraqueal (1f) o de traqueostomía (1g), a un sistema bomba-válvula-mascarilla (1h) o a un ventilador mecánico convencional de presión negativa (1i).

4. El maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1) de la reivindicación 1, caracterizado porque puede comprender, además, sensores de proximidad (1c) adheridos a los órganos sintéticos (1b).
5. El maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1) de la reivindicación 1, caracterizado porque la caja torácica (1a) puede comprender, además, al menos una carga de material de aspiración ubicado en la región apical o posterior e inferior de la cavidad pleural derecha o izquierda, contenida en un reservorio de fácil ruptura (1d).
6. El sistema computacional (5) de la reivindicación 1, caracterizado porque las prestaciones técnicas mínimas del ordenador de escritorio son:
 - Una central de procesamiento Intel i7 9700K, que cuente con puertos USB, HDMI y VGA.
 - Una memoria RAM de dieciséis gigas.
 - Capacidad de almacenamiento interno de 2 TB HDD o SSD
 - Una tarjeta de red de 10/100/1000 Mbps
 - Una tarjeta gráfica Nvidia RTX 2080
 - Un sistema operativo tipo Windows o Linux.
 - Dos pantallas LCD de entre 30 y 40 pulgadas.
7. Un método (8) para la ejecución de un simulador de mediana-alta fidelidad para entrenamiento de toracostomía cerrada, caracterizado porque a través de un instrumento con conjunto de instrucciones para la evaluación de desempeño (4), gestiona los datos recopilados de una forma ordenada secuencialmente en el tiempo, en un proceso que comprende las siguientes etapas:
 - a. Creación de registro de instructor o alumno nuevo, o recuperación de información para instructor o alumno registrado.
 - b. Calibración del sensor electrónico (2a) del tubo de toracostomía (2), y del equipo para seguimiento de la trayectoria (3) del tubo de toracostomía (2).
 - c. Introducción de información del caso clínico estandarizado que se va a simular con patrones correctos e incorrectos de ejecución de una toracostomía cerrada.
 - d. Visualización de constantes vitales del paciente, objeto del caso clínico estandarizado, antes, durante y después de finalizado el procedimiento.
 - e. Captura de la información recopilada por los sensores de proximidad (1c) que se encuentran en los órganos sintéticos (1b) que están en el interior de la caja torácica (1a) del maniquí de simulación de toracostomía cerrada (1), y/o por el sensor electrónico (2a) del tubo de toracostomía (2), relacionada con la correcta o incorrecta trayectoria del tubo y su ubicación final, su proximidad con órganos internos, el número de errores cometidos durante el procedimiento y su descripción, el tiempo requerido para completar la tarea satisfactoriamente y la determinación de la mejora de estos parámetros a través de la repetición del entrenamiento.
 - f. Notificación visual y/o auditiva de desempeño en tiempo real, tanto para el instructor como para el alumno, durante la realización del procedimiento.
 - g. Generación de imagen 2D de características radiográficas, donde se evidencia la ubicación final del tubo, según el desempeño del alumno.
 - h. Almacenamiento local y envío a servidor remoto, de la información recopilada durante cada entrenamiento.
 - i. Visualización de un reporte final de desempeño con respecto a cómo se desarrolló técnicamente cada individuo durante su entrenamiento en la realización de una toracostomía cerrada.

8. El simulador de mediana-alta fidelidad para entrenamiento de toracostomía cerrada de la reivindicación 1, caracterizado porque la caja torácica (1a) del maniquí de simulación (1) y los órganos sintéticos (1b) pueden ser contruidos con filamentos de PLA, ABS, TPU o Nylon o la combinación de estos materiales.
9. El simulador de mediana-alta fidelidad para entrenamiento de toracostomía cerrada de la reivindicación 1, caracterizado porque el revestimiento en capas de la caja torácica (1a) del maniquí de simulación (1) consiste, desde afuera hacia adentro, en una cubierta de silicona, látex, plástico o TPU o la combinación de estos materiales.