

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de medicina



“Diseño de dispositivo para colocación segura de sonda en
tórax“

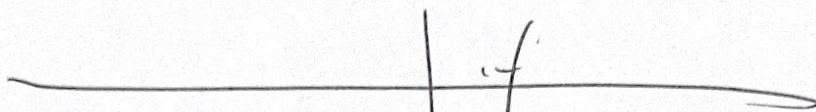
Folio de aprobación: CG23-002i

Por:

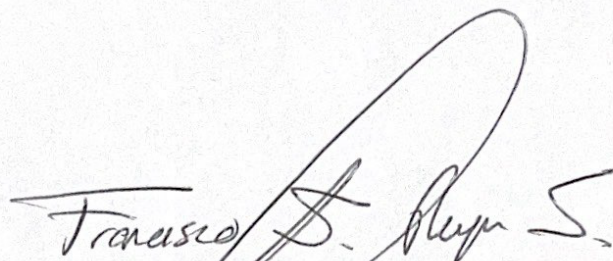
Dr Alberto De Anda Coronado

Como requisito para obtener el grado de
especialista en cirugía general.

Aprobacion de la tesis:



Dr. Med. Gerardo Enrique Muñoz Maldonado
Jefe del Servicio de Cirugía General
Director de tesis



Dr. Francisco Reyna Sepulveda
Coordinador de proyecto de investigación



Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

Investigador principal

- Dr. Med. Gerardo Enrique Muñoz Maldonado; jefe Del Servicio De Cirugía General Hospital Universitario José Eleuterio González; Universidad Autónoma de Nuevo León.

Tesista

- Dr. Alberto De Anda Coronado ; Residente de quinto año del Servicio de Cirugía General de Hospital Universitario José Eleuterio González; Universidad Autónoma de Nuevo León.

Coinvestigadores

- Dr. Edgar Alan Armijo Borjon ; Residente de cuarto año del Servicio de Cirugía General de Hospital Universitario José Eleuterio González; Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Dra. María Carmen De los Santos Kuri ; Residente de primer año del Servicio de Cirugía General de Hospital Universitario José Eleuterio González Universidad Autonoma de Nuevo León.

Agradecimiento y dedicatorias

Agradezco a Dios por permitirme cumplir esta meta y poder ser parte de su gloria. A mis padres, Gabriela Del Socorro Coronado Elias y Armando De Anda Campillo, por ser el pilar fundamental de lo que soy, gracias por cada segundo que me dedicaron, por su apoyo incondicional, por los valores que me transmitieron y por esa gran enseñanza que todo se logra con dedicación. Esto es de ustedes y jamás tendré como pagárselos.

A mis hermanos por ser apoyo fundamental durante estos años. A mi novia, gracias por tu apoyo, tu compañía, tus consejos y las enseñanzas, Te amo.

A mis amigos y compañeros de batallas, con quienes he compartido las mismas experiencias estos años, el camino ha sido largo pero ha rendido frutos, y hoy nos encontramos cumpliendo una meta más.

Un agradecimiento a todas esas personas que han sido parte de mi formación, a cada uno de mis profesores que me dedicaron y que transmitieron su conocimiento sin esperar nada a cambio. Agradezco al Dr. Gerardo Enrique Muñoz Maldonado por su amistad, apoyo y guía, por ser pilar fundamental a que este proyecto sea posible.

“Per Aspera ad Astra”

ÍNDICE

Capítulo I. Resumen.....	6
Capítulo II. Marco Teórico.....	8
Capítulo III. Planteamiento del problema.....	18
Capítulo IV. Pregunta de investigación.....	19
Capítulo V. Justificación	20
Capítulo VI. Objetivos.....	21
Capítulo VII. Material y métodos.....	22
Capítulo VIII. Resultados.....	25
Capítulo IX. Referencias bibliográficas.....	27
Capítulo X. Resumen autobiográfico.....	29

I.-Resumen

Introducción

La colocación de sonda torácica es de los procedimientos invasivos más frecuentemente realizados por personal médico, esta destreza habitualmente es llevada a cabo por el cirujano, sin embargo, existen centros hospitalarios, en donde el procedimiento es desarrollado por personal no quirúrgico, (urgenciólogo, neumólogo, intensivista, etc). Se puede realizar dentro de una sala de resucitación, al pie de cama del paciente o llevarla a cabo en una sala de quirófano.

Como todo procedimiento médico, existen riesgos de complicaciones, la colocación de sonda torácica no está exento de estas. Se ha reportado en la literatura que el índice de complicaciones asciende al 10 % lo cual representa una cantidad considerable de pacientes, y lo cual se expresa en mayor tiempo de cuidado intrahospitalario, mayor gasto de insumos médicos, y aumento en los costos intrahospitalario.

Objetivo

Desarrollar un dispositivo quirúrgico tipo cánula-guía, el cual nos permitirá realizar la colocación de sonda en tórax de una forma segura.

Material y métodos.

Diseño del dispositivo cánula para la colocación de sonda torácica, es una idea original del servicio de cirugía general, mediante apoyo del servicio de innovación

y desarrollo tecnológico se logró diseñar el modelo prototipo, para el cual se utilizó el programa SolidWorks, el cual nos permite grabar un diseño en formato 3D, para posteriormente materializarlo mediante el uso de impresora 3D, el tipo de material utilizado es PLA (Acido polilactico).

Palabras clave: *Sonda torácica, drenaje torácico, toracotomía, derrame pleural*

Sin texto.

II.- Marco teórico

Introducción

La colocación de sonda en tórax es uno de los procedimientos de más alta frecuencia en la práctica clínica, pudiendo ser realizado en la cama del paciente, en la sala de operaciones, en sala de emergencias (1). El drenaje torácico está indicado para evacuar aire, sangre, y fluidos retenidos en la cavidad pleural como puede ser pus, quilo, etc. Monitorear sangrado torácico, favorecer la re-expansión pulmonar mejorando la función, y facilitando la recuperación postoperatoria en pacientes sometidos a cirugías cardíacas y de tórax. El tubo de toracostomía también es usado en ocasiones para instilar medicamentos en el espacio pleural (pleurodesis, fibrolysis) (2).

Antecedentes

El drenaje torácico mediante tubo de toracostomía, se ha utilizado desde épocas muy antiguas, teniendo registros de Hipócrates en el siglo V d.c, utilizando un tubo delgado para drenar líquido con características de lo que hoy conocemos como

empiema (3). Fue en 1922 cuando se registro el primer uso de tubos de toracostomía para el manejo postoperatorio de pacientes sometidos a cirugía cardiotorácica. Es frecuentemente mencionado que los grandes avances en cirugía de trauma se dan durante los periodos de guerra. Su uso fue aceptado durante la segunda guerra mundial para restablecer la función pulmonar posterior a toracotomía traumática presentando algunas opiniones divididas entre los médicos militares sobre la seguridad y eficacia de este procedimiento. Sin embargo, fue durante la guerra de Korea en 1950 en el cual se estandarizo su uso en pacientes que presentaban hemotórax o neumotórax traumático (4). Hoy en día podemos hablar de que los avances tecnológicos en este campo específico han visto un retraso importante, sufriendo escasos cambios, tanto en técnica quirúrgica, como es desarrollo de dispositivos tecnológicos.

En el año 2011 se patentó en Canadá un dispositivo guía el cual introduce una porción de tipo cilíndrica dentro de la cavidad torácica, facilitando la introducción de la sonda torácica (5). Es un tubo abierto en los dos extremos con una sección intermedia angulada o curva (menor a 180 grados) y con una segunda angulación o curvatura cerca de la salida distal para que la colocación del tubo torácico se pueda direccionar con el movimiento del dispositivo una vez introducido. En el segmento entre ambas curvaturas incluye una perforación en la pared que sirve como entrada para el tubo torácico. El extremo distal tiene forma redondeada o cónica con un lumen constante para facilitar la introducción del dispositivo por la pared torácica. En un punto sobre todo proximal del dispositivo se ensancha el

diámetro para formar un cuello que evite la introducción total del dispositivo accidentalmente (6).

En el año 2016 se patentó en Estados Unidos, un dispositivo diseñado por un cirujano militar, el cual está dirigido para el manejo prehospitalario. Este dispositivo incluye un cuerpo alargado que consta de dos barras paralelas unidas de forma que se pueden colapsar una tocando la otra, o expandir formando una luz interna que permita la introducción de un tubo torácico. El sistema de palanca que mueve una barra sobre la otra extendiendo los soportes entre ellas consiste en un mango perpendicular fijo a la barra superior, con un engranaje que al traccionar el segundo mango fijo a la barra inferior (con una sola mano) mueve los soportes a la posición vertical. Hay un trinquete que evita que la luz se cierre una vez abierta(7).

El dispositivo se utiliza introduciendo las barras dentro de la cavidad torácica a la longitud deseada utilizando los extremos distales puntiagudos que facilitan la expansión de la incisión en la piel anteriormente realizada (8).

En el año 2016 también en Estados Unidos se registró un dispositivo que utilizaba un mecanismo de imanes, con la finalidad de dirigir la sonda adentro de la cavidad torácica (9). En el documento se describen dos partes separadas del dispositivo, la primera es el elemento interno, que se acomoda dentro de la luz del tubo torácico, tiene un diámetro más pequeño que este y una longitud de 25 a 60 cm. El extremo distal incluye componentes metálicos o magnéticos que servirán para moverse de acuerdo a las fuerzas que el elemento externo ejerza. Es reutilizable, esterilizable y removible o con espacio suficiente para permitir el drenaje si permanece dentro. También incluye un mecanismo de frenado para determinar cuánto se ha

introducido en el paciente. El componente externo tiene forma de cilindro con un mango y una superficie lisa para ser deslizado por el cuerpo del paciente fácilmente. Tienen la función de formar un campo magnético modificable mediante un solenoide enrollado en forma de boina. Sin embargo este proyecto fue abandonado.

En el 2017 se patento un dispositivo que sirve como un puerto para introducir sondas. El documento describe un dispositivo que perfora y forma un tunel en la pared torácica del paciente, por donde se puede introducir un tubo torácico y posteriormente retirar el dispositivo. Consiste en un mango que dentro incluye un mecanismo sensible a la presión, con una cánula concéntrica de extremo distal alargado que al final forma un ancla en la pared torácica. El mecanismo de presión libera una cuchilla y después la vuelve a retraer. Una segunda sección del dispositivo, distal al mango, consiste en una bobina que mantiene en su lugar los extremos alargados de la cánula y ayuda a formar el puerto. Se puede agregar en el cuello de la bobina una válvula que sirve para cerrar y abrir el puerto luego de retirar el mango con la cuchilla. Puede incluir una esponja que funciona posterior a la introducción del tubo para acomodarlo en distintas posiciones (10).

En el año 2021 se patento en Estados Unidos un dispositivo el cual permite la introducción guiada y por lo tanto menos traumática de la sonda torácica. El dispositivo consiste en un tubo hueco, de 90 mm de longitud y 10mm de diámetro interno, con una ligera curvatura o con forma de L. Sus paredes tienen perforaciones (se menciona que es para evitar la acumulación de líquido y coágulos de sangre) y en el extremo proximal se encuentran dos aros que funcionan como mecanismo de agarre. Incluye un obturador removible (que llena el espacio interior del tubo cuando

está dentro) con una brida proximal (que permite retirarlo posterior a la introducción dentro de la pared torácica) y un extremo distal mellado, que permite el ajuste de grosor en la punta durante el posicionamiento(11).

Abordaje diagnóstico en patología torácica.

Existen múltiples herramientas de radio diagnóstico para la identificación de las patologías del tórax, sin embargo, cada una de estas debe ser elegida a juicio del clínico que haya abordado al paciente. La primera herramienta con la que contamos será una adecuada exploración física, la cual nos llevara a integrar uno de los síndromes pleuropulmonares (consolidación, derrame pleural, neumotrax, atelectasia) (Fig1.)

	Palpación vibración	Auscultación	Percusión	Inspección de movimientos
Neumotorax	disminuida	disminuida	hiperresonante	disminuidos
Derrame pleural	disminuida	disminuida	Mate	disminuidos
Consolidación	aumentada	Disminuida +estertores	Mate	disminuidos
Atelectasia	disminuida	disminuida	Mate	disminuidos

Nuestra sospecha diagnóstica debe ser apoyada de un estudio de imagen, siempre que el estado hemodinámico del paciente y la infraestructura con la que contamos en nuestro medio hospitalario nos lo permita.

Existen los estudios más básicos como las radiografías, las cuales, a pesar de ser un estudio simple, siguen siendo efectivas para diagnosticar condiciones que ponen en peligro la vida, su sensibilidad va de un 20% a un 55% (12).

El ultrasonido ha demostrado ser superior para el diagnóstico de neumotórax y derrames pleurales, al observar alteraciones en las líneas B lo cual se describe como el deslizamiento que existe entre la pleura visceral y pleura parietal, presenta una sensibilidad del 98% y especificidad de 85% (13). Sin embargo, hay que recordar que la eficacia del ultrasonido depende de quien lo realiza.

El estudio por tomografía, a comparación de los 2 anteriores, requiere de un mayor esfuerzo, tiempo y dinero, pero sigue siendo el Gold estándar para el diagnóstico de síndromes pleuropulmonares, teniendo la mayor sensibilidad y especificidad (14).

Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica para una adecuada colocación de sonda en tórax, como lo menciona la sociedad británica de tórax (15). Describe que idealmente la posición de la punta debe ser apical para la corrección del neumotórax y en dirección basal para el drenaje de líquidos, esta recomendación es apoyada por el New England Journal of Medicine (16).

La técnica se describe a continuación:

- Verificar que exista una indicación franca de colocar un tubo de toracostomía, basado en exploración clínica y estudios de imagen
- El paciente debe estar en posición supina, llevando la mano por detrás de la nuca, del lado ipsilateral a la colocación.
- Localizar el sitio ideal para la inserción, el cual se denomina triángulo de seguridad, conformado por el borde lateral del músculo pectoral mayor, borde anterior del músculo dorsal ancho, y una línea imaginaria por debajo del 5to espacio intercostal.
- Se debe llevar a cabo adecuada asepsia con clorhexidina o solución yodada, con el fin de evitar infecciones.
- Después de haber realizado la adecuada técnica de asepsia, se procederá a realizar un bloqueo anestésico con agentes locales, se deberán aplicar 2 mL. en el espacio intercostal deseado, así como también en el espacio intercostal superior e inferior, se deberá aplicar anestésico local en la piel sobre el sitio en donde se llevará a cabo la incisión.
- Se realizará una incisión horizontal del tamaño suficiente para permitir que el dedo índice entre al espacio pleural.
- Una vez que se ha incidido en la piel y tejido celular subcutáneo, nos apoyaremos de unas pinzas curvas para disecar el tejido adiposo y con gentileza disecar los planos musculares intercostales, evitando un ingreso brusco en la cavidad pleural.

- Al momento de penetrar la pleura parietal, debemos evidenciar la salida de: aire, sangre, material purulento, etc. Según la sospecha diagnóstica, y en ese momento retiraremos la pinza, colocando un dedo al interior de ese espacio. La habilidad de poder ingresar un dedo y hacer un barrido de la pleura parietal verificando que estemos dentro de la cavidad, así como evidenciar adherencias, es quizás el paso mas importante, esto nos permitirá saber si nuestro tubo de drenaje será efectivo.
- Se introducirá el tubo de drenaje apoyado de una pinza curva, siempre guiándola con el dedo índice de la mano contralateral, asegurándonos de seguir un trayecto paralelo a la pleura parietal. La dirección de la sonda dependerá del objetivo, si lo que deseamos es drenar fluidos, nos veremos beneficiados de una colocación en dirección basal. Al contrario, si lo que se desea es drenar aire, la dirección de colocación deberá ser apical.
- Se deberá conectar a un dispositivo de aspiración, que cuente con sello de agua.
- La sonda deberá fijarse a la piel con sutura de polipropileno del 1-0 o seda del 1-0, haciendo un trenzado sobre la misma sonda, dando oportunidad para el cierre de la piel con la misma sutura al momento de retirar la sonda.
- Posterior a la colocación de la sonda se deberá solicitar una radiografía de tórax, para verificar la adecuada colocación.

Complicaciones

A pesar de ser un procedimiento relativamente sencillo y frecuente, no está exento de complicaciones, estas las podemos dividir en tempranas (<24 horas después de colocación) y tardías (>24 horas después de colocación), presentándose en frecuencia de 3% y 10% respectivamente (17) (Fig2.)

Tempranas	Tardías
Hemotorax	Drenaje no efectivo por taponamiento
Laceración pulmonar	Hemotorax retenido
Laceración a órganos mediastinales	Neumotórax residual
Laceración a órganos abdominales	Quilotorax
Colocación anatómica incorrecta	Fistula bronco pleural
	Empiema

Así como podemos categorizar las complicaciones en tempranas y tardías, se prefiere hablar de ellas como lesiones a órgano específico.

Lesión a pulmón

El pulmón es el órgano más frecuentemente lesionado asociado a colocación de sonda torácica, este riesgo aumenta si existe disminución de la compliancia pulmonar, presencia de adherencias pleurales, y consolidación del parénquima pulmonar. En presencia de estas condiciones el movimiento y la flexibilidad del

tejido pulmonar se ven alterados confiriéndole riesgo de laceraciones y perforaciones pulmonares (18).

Lesiones a otros órganos

Debido a su disposición anatómica, localizada en el borde inferior de su respectiva costilla, las arterias intercostales son otra de las estructuras mas frecuentemente lesionadas, se han reportado lesiones de gravedad e incluso que comprometen la vida, con sangrados masivos (19).

Diversos tipos de lesiones: lesión diafragmática, lesión intestinal, lesión gástrica, lesión hepática, lesión esplénica, lesión cardiovascular, quilotorax, a pesar de ser raras, existen algunos casos reportados en la literatura (20).

Sin texto.

III.- Planteamiento del problema

La lesión a órganos tóracicos principalmente a pulmón, se reporta en la literatura mundial hasta en un 15% de frecuencia en pacientes sometidos a drenaje con tubo de toracostomía. En el Hospital Universitario, en donde desempeñamos nuestra práctica quirúrgica, han sido múltiples ocasiones en las cuales se ha atestiguado dicha eventualidad y sus datos estadísticos en cuanto a complicaciones, concuerdan con los reportados en la literatura.

Sin texto.

IV.- Pregunta de investigación

¿lograremos reducir las iatrogenias, costos y estancia intrahospitalaria, al desarrollar un dispositivo guía para la colocación del tubo de toracostomía?

Sin texto.

V.- Justificación

En el Hospital Universitario donde realizamos nuestra práctica y entrenamiento quirúrgico, se tiene conocimiento y se ha descrito en artículos de años recientes que nuestra incidencia de complicaciones secundarias a la colocación de sonda de toracostomía esta reportada hasta en un 14% (21). Esto representa un grave problema, ya que los gastos hospitalarios aumentan, aumenta la estancia intrahospitalaria, aumenta el riesgo de morbi-mortalidad al tener que someter a intervención quirúrgica a los pacientes que así lo requieran.

Con esta justificante, nosotros proponemos el desarrollo del dispositivo que nos permita llevar a cabo el procedimiento de una forma más segura.

Sin texto

VI.- Objetivos

Objetivo principal

- El desarrollo de un dispositivo para facilitar el proceso de colocación de tubo de toracostomía

Objetivos secundarios

- Disminuir gastos hospitalarios
- Valorar una óptima colocación del tubo, entre dispositivo y técnica convencional.
- Disminuir lesiones asociadas
- Disminuir tiempos de estancia hospitalaria
- Disminuir el número de pacientes que se someten a toracotomías secundarias a complicaciones

VII.- Material y metodos

Tipo de estudio.

Diseño de instrumental quirúrgico

Lugar y sitio

Servicio de Cirugía general Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”

Procedimiento

El desarrollo de nuestro dispositivo se llevó a cabo en instalaciones de la facultad de medicina UANL, por parte del servicio de cirugía general, en colaboración con el departamento de innovación y desarrollo tecnológico. El modelo prototipo fue realizado por un diseñador gráfico experto en desarrollo de dispositivos médicos, y fue aprobado por personal experto en el tema, del servicio de cirugía general.

Para las medidas específicas del diseño, se utilizó una sonda torácica de tamaño standard para adultos (32Fr), esto fue realizado con el programa Solidworks, el cual es un programa paramétrico de modelado tridimensional, el cual nos sirve para hacer los planos técnicos, y de esta forma modificar o corregir detalles específicos previo al diseño final. A su vez, este programa también nos permite migrar a un formato STL, el cual guarda en 3 dimensiones el modelo. para el desarrollo de prototipo

demostrativo, se utilizó la impresora Creality ender 3v2, es una impresora que trabaja en 3 ejes siendo manufactura aditiva-deposición de material, generandolo por capas,el software con el cual trabaja es Ultimaker Cura version 5. el objetivo al desarrollar el prototipo era comprobar y validar cualidades mecánicas, tamaños, grosor de canula, ergonomía, resistencia. Como material se utilizó PLA (ácido poliláctico).

Posterior a su aprobación por el comité, se llevaran acabo pruebas de fuerza , utilizando el prototipo y de esta forma corregir los puntos debiles que se puedan presentar. Una vez que el modelo prototipo final haya aprobado las pruebas de resistencia y ergonomía, este será registrado en el Instituto mexicano de la propiedad intelectual, y de esta forma adquirir la patente del dispositivo. Para el desarrollo final de nuestro dispositivo se buscará utilizar material plástico biocompatible basado en polimeros, el cual ya existe en diferentes productos quirúrgicos de grado 2 y 3 biomédico, estos cuentan con la característica de ser resistentes a temperaturas altas y resistentes a los químicos, lo cual facilita su esterilización, son de bajo costo por lo que su producción en masa es factible y redituable.

Especificaciones

Las imágenes representativas mostrados en las figuras 1, 2, 3 y 4, muestran, la idea plasmada del modelo final.

En la figura 1 y 2 podemos observar una vista anterior y posterior del dispositivo, el mango del dispositivo de forma cúbica posee 10 cm de ancho x 10 cm de alto, cuenta con 2 hendiduras las cuales se curvan hacia su porción superior y se aprecian mejor en la imagen 3 y 4 , esto permite un agarre ergonómico. Al centro del mango esta localizado un canal, con una angulación de 125° y se continua en una estructura tubular fenestrada de 20 cm de longitud, con un diametro de 20 mm, basado en el diametro de sonda estándar para adultos (17mm), la porcion distal del tubo termina en un bisel de características romas, con la finalidad de facilitar su introducción dentro de la cavidad torácica y de proteger los organos torácicos.

Este dispositivo lo podemos encontrar como modelo único, debido a sus características: tamaño, ergonomía, funcionalidad. Las cuales lo hacen un producto fácil de transportar y fácil de usar, a comparación de los dispositivos previamente mencionados como registros de patentes.

VIII.- Resultados

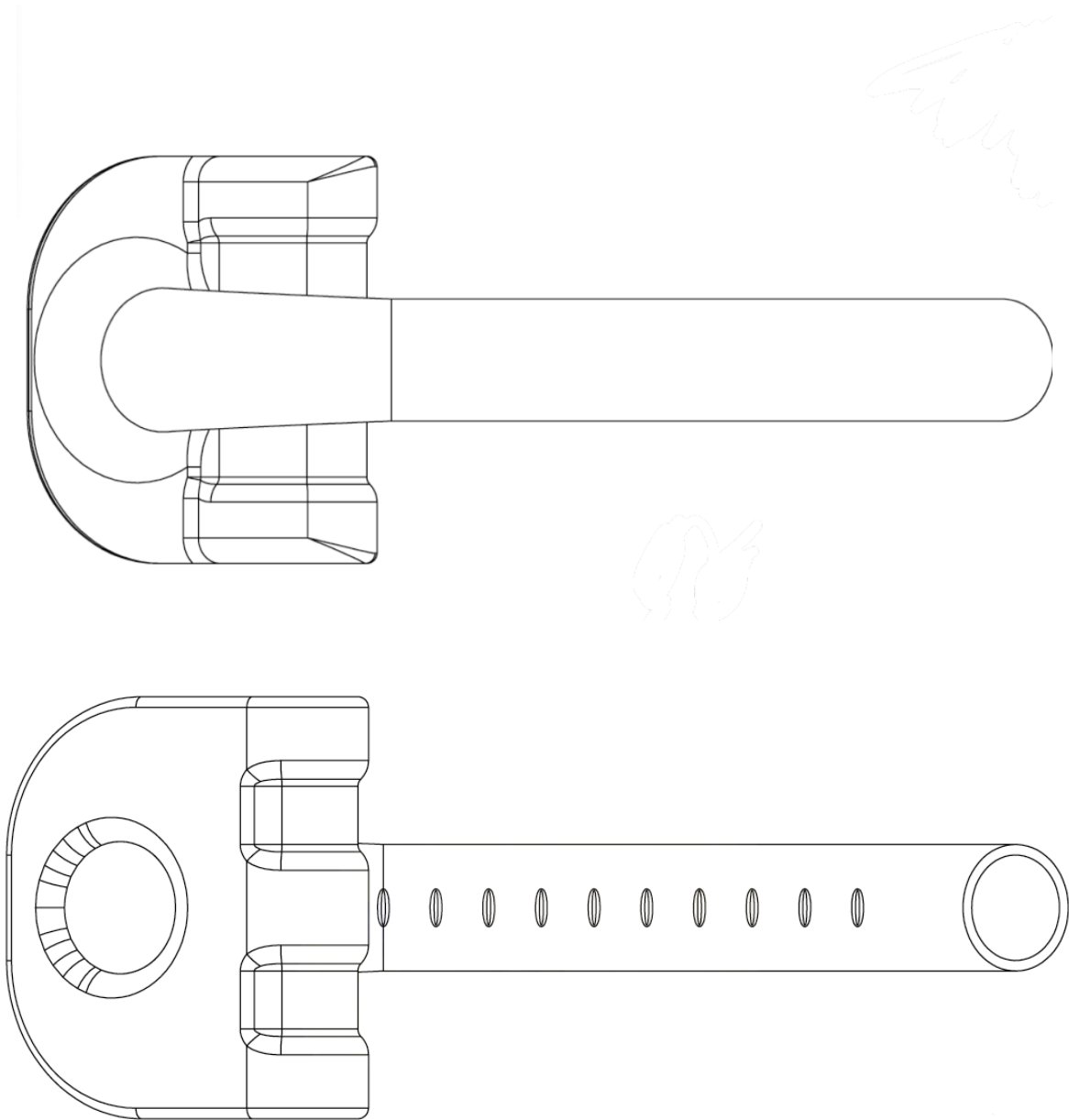


Fig 1 y 2: vista anterior y posterior.

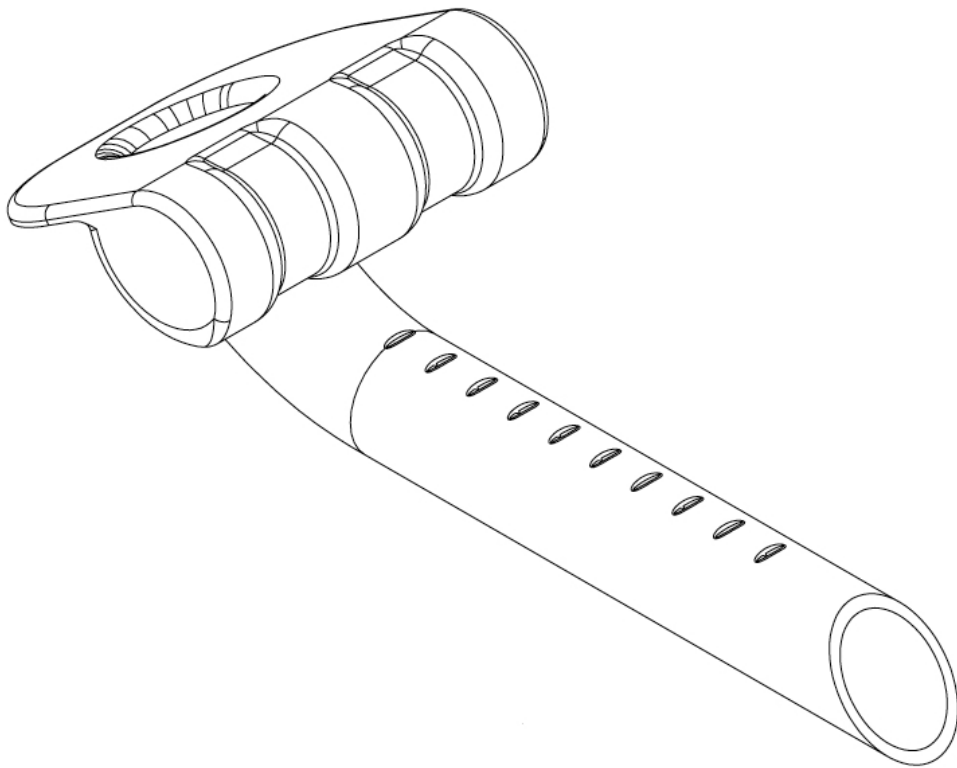
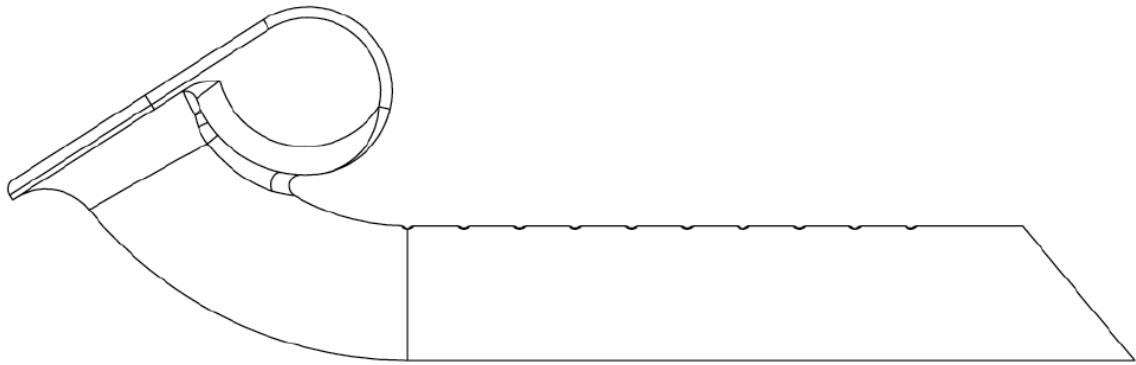


Fig 3 y 4: Vista lateral y oblicua superior

Capítulo IX.- Referencias bibliográficas

1. Parker, M. H., Newcomb, A. B., Liu, C., & Michetti, C. P. (2019). Chest Tube Management Practices by Trauma Surgeons. *Journal of Surgical Research*, 244, 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.06.032>
2. J.D. García Jiménez, A. A. M. (2015). TAC, RMN y PET en enfermedades torácicas. *Manual de Diagnóstico y Terapéutica En Neumología*, (5), 53–62. Retrieved from https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/3-TAC-ENFERMEDADES-Neumologia-3_ed.pdf
3. Durai, R., Hoque, H., & Davies, T. W. (2010). Managing a Chest Tube and Drainage System. *AORN Journal*, 91(2), 275–283. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.09.026>
4. Anderson, D., Chen, S. A., Godoy, L. A., Brown, L. M., & Cooke, D. T. (2022). Comprehensive Review of Chest Tube Management: A Review. *JAMA Surgery*, 157(3), 269–274. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2021.7050>
5. Kristensen, P. Katballe, N. (2011). *Device (Canada patent No. 2,800,320)* <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/044118764/publication/CA2800320A1?q=pn%3DCA2800320A1>
6. Katballe, N., Moeller, L. B., Olesen, W. H., Litzer, M. M., Andersen, G., Nekrasas, V., ... Pilegaard, H. K. (2016). A Novel Device for Accurate Chest Tube Insertion: A Randomized Controlled Trial. *Annals of Thoracic Surgery*, 101(2), 527–532. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.07.017>
7. Drori, A. (2016). *Pneumothorax device (International Patent No. WO2016/207883A2)* <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/057585003/publication/WO2016207883A2?q=pn%3DWO2016207883A2>
8. Drori, Ariel & Kan-Tor, Yoav & Nadorp, Bettina & Goldstein, Chen & Buxboim, Amnon & Nahmias, Yaakov & Levy, Liran. (2017). Erratum to: When Every Second Counts: Novel Device to Shorten Chest Tube Insertion Time in a Pre-hospital Setting Pulmonary Therapy. 3. 10.1007/s41030-017-0031-9.
9. Makey, I. (2016). *Chest tube positioning device (US Patent No. US2018/0333559A1)* <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/057073362/publication/US218333559A1?q=pn%3DUS2018333559A1>
10. Waysbeyn, I. Kavounovski I. (2017) *Reversibly removable self-adjusting port (US Patent No. US2019/0117949A1)* <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/059966508/publication/US2019117949A1?q=pn%3DUS2019117949A1>
11. Shariq, R. (2021). *Chest tube introducer (US Patent No. US2021128194A1)* <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/075686732/publication/US2021128194A1?q=pn%3DUS2021128194A1>
12. Tran, J., Haussner, W., & Shah, K. (2021). Traumatic Pneumothorax: A Review of Current Diagnostic Practices And Evolving Management. *Journal of Emergency Medicine*, 61(5), 517–528. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2021.07.006>
13. Havelock, T., Teoh, R., Laws, D., & Gleeson, F. (2010). Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax*, 65(SUPPL. 2). <https://doi.org/10.1136/thx.2010.137026>

14. Hallifax, R. J., Talwar, A., Wrightson, J. M., Edey, A., & Gleeson, F. V. (2017). State-of-the-art: Radiological investigation of pleural disease. *Respiratory Medicine*, *124*, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.02.013>
15. MacDuff, A., Arnold, A., & Harvey, J. (2010). Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax*, *65*(SUPPL. 2). <https://doi.org/10.1136/thx.2010.136986>
16. Protic, A., Barkovic, I., Bralic, M., Cicvaric, T., Stifter, S., & Sustic, A. (2010). Targeted wire-guided chest tube placement: A cadaver study. *European Journal of Emergency Medicine*, *17*(3), 146–149. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0b013e3283307b35>
17. Mao, M., Hughes, R., Papadimos, T. J., & Stawicki, S. P. (2015). Complications of chest tubes: A focused clinical synopsis. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, *21*(4), 376–386. <https://doi.org/10.1097/MCP.000000000000169>
18. Marcos-Ramírez, E. R., Téllez-Aguilera, A., Guerrero-Arroyo, A. A., & Wong-Jaén, M. (2020). Sonda torácica, revisión de complicaciones en colocación y manejo por residentes de cirugía general. *Revista Mexicana de Cirugía Torácica General*, *1*(1), 23–26. <https://doi.org/10.35366/94449>
19. Bailey, R. C. (2000). Complications of tube thoracostomy in trauma. *Journal of Accident and Emergency Medicine*, *17*(2), 111–114. <https://doi.org/10.1136/emj.17.2.111>
20. Lodhia, J., Suleman, M., Chugulu, S., Chilonga, K., & Msuya, D. (2023). Chest tube thoracostomy: A simple life-saving procedure with potential hazardous risks. *International Journal of Surgery Case Reports*, *108*(April), 108416. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2023.108416>
21. Landay, M., Oliver, Q., Estrera, A., Friese, R., Boonswang, N., & Michael DiMaio, J. (2006). Lung penetration by thoracostomy tubes: Imaging findings on CT. *Journal of Thoracic Imaging*, *21*(3), 197–204. <https://doi.org/10.1097/01.rti.0000213644.57288.2f>

Capítulo X.

Resumen autobiográfico

Alberto De Anda Coronado

Candidato para el grado de especialidad en Cirugía General

Tesis: “Diseño de dispositivo para colocación segura de sonda en tórax“

Campo de estudio: Cirugía General

Datos personales: nacido en Cd. México el 14 de diciembre de 1992.

Hijo de Armando De Anda Campillo y Gabriela Del Socorro Coronado Elias

Educación: Medico Cirujano y Partero por la UANL 2011-2017

Especialidad en Cirugía General en el Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González UANL