



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Complejo Regional Nororiental
Centro Universitario de la Salud

BUAP

**PROTOCOLO DE TOMOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO
DE SARS-CoV-2**

TESINA

Para obtener el título de:

PROFESIONAL ASOCIADO EN IMAGENOLOGÍA

Presenta

Martin César Reyes

Director experto

T.R. Ulises Giovanni Romero García

Director metodológico

Mtra. Eva Estefanía Trujeque Moreno

Teziutlán, Puebla.

Febrero 2024



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Complejo Regional Nororiental
Centro Universitario de la Salud

PROTOCOLO DE TOMOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE SARS-CoV-2

Para obtener el título de:

PROFESIONAL ASOCIADO EN IMAGENOLOGÍA

Presenta

Martin César Reyes

Teziutlán, Puebla.

Febrero 2024



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Complejo Regional Nororiental

Centro Universitario de la Salud

BUAP

**PROTOCOLO DE TOMOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE
SARS-CoV-2**

Para obtener el título de:

PROFESIONAL ASOCIADO EN IMAGENOLOGÍA

Presenta

Martin César Reyes

Director experto

T.R. Ulises Giovanni Romero García

Director metodológico

Mtra. Eva Estefanía Trujeque Moreno

Revisores

Dr. Fabio Morandín Ahuerma

T.R. Marcelo Antonio Sánchez Betancourt

Teziutlán, Puebla.

Febrero 2024



BUAP

OFICIO: CRZN/1868/2023

C. Martín César Reyes

PRESENTE.

En atención a la solicitud presentada a la Responsable de Titulación y Seguimiento de Egresados con fecha 15 de marzo de 2023 para la revisión y autorización del anteproyecto titulado: **"PROTOCOLO DE TOMOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE SARS-COV-2"** para sustentar el examen profesional correspondiente, comunico a usted lo siguiente:

1.-Se acepta en lo general el anteproyecto, con la salvedad de que se cumpla con las observaciones convenientes que el Comité Académico del Programa Educativo notificó en el dictamen de aprobación y en el anteproyecto, así como los señalados por los Directores de Tesina, para lo cual se han designado:

DIRECTOR EXPERTO DE TESINA: TR. Ulises Giovanni Romero García.

DIRECTORA METODOLÓGICA DE TESINA: Mtra. Eva Estefanía Trujeque Moreno.

2.-El tiempo para concluir el trabajo y presentar su examen profesional es de **no más de seis meses** considerados a partir de la fecha de emisión del presente documento.

3.- Una vez concluida la Tesina y que esta sea liberada de su(s) director(es), se turnará a dos revisores quienes en un plazo no mayor a diez días hábiles rendirán su dictamen. En caso de ser liberada, se le informará la fecha, día, lugar y hora de su celebración de examen oral.

4.-Se asignan como revisores de la Tesina a los siguientes catedráticos:

Revisor de Tesina: TR. Marcelo Antonio Sánchez Betancourt.

Revisor de Tesina: Dr. Fabio Morandín Ahuerma.

Se hace de su conocimiento para los efectos correspondientes.

Atentamente

"Pensar Bien, Para Vivir Mejor"

Teziutlán, Pue., 24 de mayo de 2023.

Dr. Sergio Díaz Carranza

Director del Complejo Regional Nororiental



c.c.p.- Archivo y Minutario
DR. SDC

Complejo Regional Nororiental | Arias y Boulevard sin número
Col. El Carmen, Teziutlán, Puebla.
222 2 23 55 00 Ext. 5538, 3700, 3701, 3702



Oficio No. CRZN/0853/2024

Mtro. Ricardo Valderrama Valdez
Director De Administración Escolar
Benemérita Universidad Autónoma De Puebla
PRESENTE

Por este conducto me permito comunicar a Usted que el C. Reyes Cesar Martin, con matrícula 201808216 pasante del Programa Educativo de Profesional Asociado a Imagenología, ha cumplido con los requisitos establecidos en este Complejo Regional Nororiental en relación a la elaboración de su trabajo recepcional titulado "PROTICOLO DE TOMOGRAFIA EN EL DIAGNÓSTICO DE SARS-COV-2", por lo que la modalidad de Titulación será por defensa de Tesina.

Así mismo, comunico a Usted el examen profesional que sustentará el mencionado pasante será el día 29 de febrero de 2024, a las 16:00 horas, en la modalidad presencial y el Jurado calificador estará constituido de la siguiente manera:

PRESIDENTE T.R. Blanca Isabel Aparicio Zapata
SECRETARIO Mtra. Eva Estefanía Trujeque Moreno
VOCAL T.R. Marcelo Antonio Sánchez Betancourt
SUPLENTE T.R. Andrés Hernández Apango

Sin más por el momento, quedo de Usted como su seguro servidor.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
Teziutlán, Puebla, a 12 de febrero de 2024


Dr. Sergio Díaz Carranza
Director
Complejo Regional Nororiental

c.c.p. Archivo y Minutario
Dr.SDC



Complejo Regional | Arias y Boulevard sin número
Nororiental | Col. El Carmen, Teziutlán, Puebla.
222 229 55 00 Ext. 5538, 3700, 3701, 3702



Oficio No. CRZN/0852/2024

C. Reyes Cesar Martin
Egresado de Profesional Asociado en Imagenología
Complejo Regional Nororiental
Benemérita Universidad Autónoma De Puebla
PRESENTE

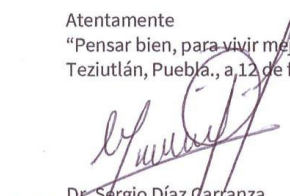
Con base en el dictamen emitido por el T.R. Ulises Giovanni Romero García (Director Experto), Mtra. Eva Estefanía Trujeque Moreno (Directora Metodológica) y los revisores Dr. Fabio Morandín Ahuerma y T.R. Marcelo Antonio Sánchez Betancourt, en calidad de Consejo Particular se autoriza la impresión del trabajo de tesina titulado:

"PROTOCOLO DE TOMOGRAFIA EN EL DIAGNÓSTICO DE SARS-COV-2"

Correspondiente al Programa Educativo de Profesional Asociado en Imagenología.

Sin más por el momento, quedo de Usted como su seguro servidor.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
Teziutlán, Puebla., a 12 de febrero de 2024


Dr. Sergio Díaz Carranza
Director
Complejo Regional Nororiental



c.c.p. Archivo y Minutario
Dr.SDC/rcf

Complejo Regional Nororiental | Arias y Boulevard sin número
Col. El Carmen, Teziutlán, Puebla.
222 229 55 00 Ext. 5538, 3700, 3701, 3702

Agradecimientos

Me gustaría dedicar estas líneas para agradecer a mi profesora; la Dra. Esther Neri, mentores; la Técnico Radiólogo Ivonne Maroto y el Técnico Radiólogo José Luis Tuxpan y asesores; la Mtra. Eva Estefanía Trujeque el Radiólogo Ulises Romero que durante este proceso de formación me apoyaron con sus conocimientos, valores y ética profesional, además de brindarme de su tiempo y dedicación para amar aún más mi carrera y poder concluir este proceso que me ayuda a crecer profesionalmente, asimismo cabe destacar que en ellos observé el profesional que me gustaría llegar a ser algún día.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mi familia; a mis padres por darme el apoyo y las herramientas necesarias, por su esfuerzo y por toda la vida que me han entregado, pues sin su apoyo y confianza no podría haber concluido este y muchos logros más. A mis hermanos Jesús y Andrés que han sido parte fundamental de este proceso. A mi abuela María del Pilar Sevilla Méndez (Q.E.P.D.), quien también contribuyó en gran medida a mi desarrollo personal y mi decisión por esta carrera. Por último, pero no menos importante, también quiero dedicar esta investigación a las personas no mencionadas, pero que han llegado a aportar consejos positivos en esta etapa.

A todas las personas anteriormente mencionadas, quiero extenderles mi más sincero agradecimiento por confiar en mí, por entregarme su tiempo, amistad, cariño, amor y a la vez mencionar que todos esos sentimientos son recíprocos.

Gracias.

Índice de Contenido

| | |
|--|----|
| Índice de Contenido | 4 |
| Índice de Tablas y Figuras | 9 |
| Introducción..... | 12 |
| Objetivos | 13 |
| Objetivo General | 13 |
| Objetivos Específicos..... | 13 |
| Metodología | 14 |
| Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos | 14 |
| Justificación..... | 16 |
| Delimitación y Planteamiento del Problema | 16 |
| Marco Conceptual | 19 |
| Enfermedad Respiratoria | 19 |
| SARS-CoV2 | 19 |
| Tomografía Computarizada | 19 |
| TC Torácica | 20 |
| Protocolo..... | 20 |
| Protocolo de Tomografía Torácica..... | 20 |
| Capítulo I Antecedentes Históricos | 21 |
| Antecedentes Históricos de la Tomografía Computarizada | 21 |
| Generaciones de Tomógrafos..... | 23 |
| Primera Generación..... | 24 |
| Segunda Generación (Escáner Axial o Secuencial) | 25 |
| Tercera Generación (TC Helicoidal) | 27 |
| Cuarta Generación (Tomografía Helicoidal Multicorte) | 28 |
| Modificaciones Tecnológicas más Recientes en TC..... | 30 |
| Antecedentes de la Enfermedad SARS-Cov2..... | 31 |
| Covid-19 en México | 31 |
| Capítulo II Anatomía y Fisiología del Tórax..... | 34 |
| Tipos de Tórax | 34 |
| Variaciones | 36 |
| Forma del Tórax | 36 |

| | |
|---|----|
| Caja Torácica..... | 37 |
| Esófago..... | 37 |
| Vérttebras Torácicas..... | 37 |
| Esternón..... | 38 |
| Costillas | 39 |
| Articulaciones del Tórax | 41 |
| Grupo 1 | 42 |
| Grupo 2 | 42 |
| Grupo 3 | 42 |
| Músculos del Tórax..... | 44 |
| Músculos Superficiales del Tórax Anterior | 45 |
| m. Pectoral Mayor..... | 45 |
| m. Pectoral Menor | 45 |
| m. Subclavio | 46 |
| m. Serrato Anterior | 46 |
| Músculos del Tórax: Musculos de la Respiración | 48 |
| A.Músculos Inspiratorios..... | 49 |
| B.Músculos Espiratorios..... | 51 |
| C.Músculos Accesorios o Secundarios de la Respiración | 53 |
| Órganos y Otras Estructuras Anatómicas en el Tórax | 57 |
| Mama..... | 57 |
| Pulmones..... | 59 |
| Cisuras del pulmón..... | 60 |
| Hilio Pulmonar..... | 64 |
| Vascularización e Inervación Pulmonar | 64 |
| Pulmonar Derecha | 65 |
| Venas Pulmonares | 65 |
| Venas Pulmonares Derechas..... | 66 |
| Venas Pulmonares Izquierdas..... | 66 |
| Circulación Sistémica Pulmonar | 67 |
| Arterias Bronquiales | 67 |

| | |
|--|-----|
| Arterias Bronquiales Derechas | 67 |
| Arterias Bronquiales Izquierdas | 67 |
| Drenaje Venoso Bronquial..... | 67 |
| Inervación del Pulmón | 68 |
| Parasimpática | 68 |
| Simpática..... | 68 |
| Tráquea..... | 69 |
| Bronquios..... | 69 |
| Segmentos Pulmonares | 71 |
| Mediastino..... | 78 |
| Mediastino Anterior..... | 79 |
| Mediastino Visceral..... | 79 |
| Mediastino Posterior | 79 |
| Fisiología Respiratoria | 81 |
| Capítulo III. SARS-CoV2..... | 84 |
| Definición del SARS-CoV-2 | 84 |
| Caso Sospechoso..... | 85 |
| Caso probable..... | 85 |
| Caso confirmado..... | 85 |
| Fisiopatología del SARS-CoV2 | 86 |
| Capítulo IV. | 88 |
| Equipo de Protección Personal para Atención del Paciente con SARS-CoV2..... | 88 |
| Uso adecuado del equipo de protección personal para atención del paciente con diagnóstico de SARS CoV2 | 91 |
| Retiro adecuado del equipo de protección personal después de haber atendido a un paciente con diagnóstico de SARS-CoV 2..... | 97 |
| Capítulo V. Resultados..... | 102 |
| Componentes De Un Tomógrafo | 102 |
| Gantry..... | 102 |
| Tubo de Rayos X..... | 103 |
| Generador | 104 |
| Detectores | 104 |

| | |
|--|-----|
| Sistema de Adquisición de Datos (DAS) | 105 |
| Colimadores | 105 |
| Mesa de Exploración en Tomografía..... | 106 |
| Ordenador | 106 |
| Consola de Control..... | 107 |
| Almacenamiento de Datos..... | 107 |
| Preparación y Posicionamiento del Paciente para una Tomografía de Tórax..... | 110 |
| Posicionamiento | 112 |
| Protocolo de Tomografía de Tórax en SARS-CoV2..... | 113 |
| Indicaciones Médicas para TCAR..... | 114 |
| Referencia anatómica para centraje | 114 |
| Indicaciones al paciente | 114 |
| Scout view | 115 |
| FOV | 115 |
| Reconstrucción y Ventanas de una Tomografía de Tórax para el Diagnóstico de SARS Cov2..... | 116 |
| Ventana Mediastino | 116 |
| Nivel supra aórtico..... | 116 |
| Nivel del cayado aórtico | 118 |
| Nivel de la Arteria Pulmonar..... | 119 |
| Nivel Cardíaco..... | 121 |
| Ventana pulmonar | 123 |
| Reconstrucciones Bidimensionales (2D) para TCAR | 124 |
| Reconstrucción Multiplanar (MPR)..... | 124 |
| Proyección de Máxima Intensidad (MIP)..... | 124 |
| Proyección de Mínima Intensidad (miniMIP)..... | 125 |
| Reconstrucciones tridimensionales (3D) | 125 |
| Representación Volumétrica (VR)..... | 125 |
| Reconstrucción de Superficie Sombreada (SSD)..... | 125 |
| Patrones radiológicos | 128 |
| Patrón Lineal-reticular..... | 128 |
| Patrón Nodular..... | 130 |

| | |
|--|-----|
| Patrón en vidrio deslustrado | 132 |
| Patrón quístico..... | 133 |
| Patrón de condensación o consolidación | 134 |
| Conclusión | 137 |
| Abreviaturas y definiciones | 138 |
| Inspiración..... | 138 |
| Espiración | 138 |
| Intercambio gaseoso..... | 138 |
| Hipoxemia | 138 |
| PACS | 138 |
| DICOM..... | 139 |
| PITCH | 139 |
| Scout View..... | 139 |
| FOV | 139 |
| Píxel | 139 |
| Voxel..... | 139 |
| Referencias | 140 |

Índice de Tablas y Figuras

| | |
|-----------------|----|
| Figura 1 | 23 |
| Figura 2 | 25 |
| Figura 3 | 26 |
| Figura 4 | 28 |
| Figura 5 | 29 |
| Figura 6 | 35 |
| Figura 7 | 35 |
| Figura 8 | 38 |
| Figura 9 | 39 |
| Figura 10 | 40 |
| Figura 11 | 41 |
| Figura 12 | 43 |
| Figura 13 | 44 |
| Figura 14 | 47 |
| Figura 15 | 48 |
| Tabla 1 | 49 |
| Figura 16 | 49 |
| Figura 17 | 50 |
| Tabla 2 | 51 |
| Figura 18 | 52 |
| Figura 19 | 53 |
| Tabla 3 | 53 |
| Figura 20 | 55 |
| Figura 22 | 56 |
| Figura 23 | 58 |
| Figura 24 | 59 |
| Figura 25 | 62 |
| Figura 26 | 62 |
| Figura 27 | 63 |
| Figura 28 | 70 |

| | |
|----------------|-----|
| Figura 29..... | 72 |
| Figura 30..... | 73 |
| Figura 31..... | 74 |
| Figura 32..... | 74 |
| Figura 33..... | 76 |
| Figura 34..... | 77 |
| Figura 35..... | 77 |
| Figura 36..... | 78 |
| Figura 37..... | 79 |
| Figura 38..... | 80 |
| Figura 39..... | 81 |
| Figura 40..... | 87 |
| Tabla 4..... | 90 |
| Tabla 5..... | 92 |
| Figura 41..... | 108 |
| Figura 42..... | 109 |
| Figura 43..... | 109 |
| Tabla 6..... | 115 |
| Figura 44..... | 117 |
| Figura 45..... | 117 |
| Figura 46..... | 118 |
| Figura 47..... | 119 |
| Figura 48..... | 120 |
| Figura 49..... | 120 |
| Figura 50..... | 121 |
| Figura 51..... | 122 |
| Figura 52..... | 122 |
| Figura 53..... | 123 |
| Figura 54..... | 126 |
| Figura 55..... | 126 |
| Figura 56..... | 127 |

| | |
|----------------|-----|
| Figura 57..... | 129 |
| Figura 58..... | 130 |
| Figura 59..... | 131 |
| Figura 60..... | 132 |
| Figura 61..... | 134 |
| Figura 62..... | 135 |

Introducción

En noviembre de 2019 surgió un nuevo virus en la provincia de Wuhan, en China. Este nuevo virus fue nombrado SARS-CoV2 y por su alto índice de contagios y fácil transmisión entre humano para marzo de 2020 fue declarado pandemia. Principalmente afectó a adultos mayores y personas con enfermedades crónico-degenerativas como diabetes e hipertensión.

Debido a ser una enfermedad nueva rápidamente surgieron opciones para diagnosticar a este nuevo virus. La tomografía computarizada de tórax es una de las técnicas preferidas para el diagnóstico del COVID-19 debido a su fácil acceso y rápida obtención de resultados, por lo que en el presente proyecto abarcamos los antecedentes tanto de Tomografía Computarizada y del virus SARS-CoV2, así como abordaremos anatomía de los pulmones ya que estos órganos son los mayormente afectados con esta enfermedad. Asimismo, abordamos el uso adecuado del equipo de protección personal que es una parte fundamental en la lucha contra enfermedades contagiosas.

En general cada uno de los temas abordados en la presente investigación hacen que sea de considerable interés su abordaje durante esta pandemia de COVID-19.

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar el protocolo de tomografía para la atención adecuada del paciente con el diagnóstico de SARS-CoV-2.

Objetivos Específicos

- Describir los antecedentes históricos de la Tomografía Computarizada y el SARS-Cov2.
- Describir la anatomía del tórax.
- Describir la fisiopatología del SARS-CoV2.
- Explicar el uso del equipo de protección personal, así como sus componentes, empleo y la manera correcta de desecho.
- Conocer el protocolo de tomografía de tórax adecuado para el paciente con diagnóstico de SARS-COV2.
- Ilustrar los signos radiológicos que presenta el estudio de tomografía computarizada de tórax en un paciente con SARS-COV2.

Metodología

El presente trabajo es una investigación de tipo cualitativo, pues de acuerdo con Sampieri (2010), el enfoque cualitativo de una investigación “utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación” (p.4). Esto lo podemos definir a partir de las características que Sampieri enuncia como características del enfoque cualitativo, además de que se describe que “el enfoque cualitativo busca principalmente *dispersión o expansión* de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende intencionalmente “acotar” la información (medir con precisión las variables del estudio, tener “foco”)”. (Sampieri, 2010, p. 10).

Otra característica por la que podemos decir que la presente investigación es cualitativa es porque, de acuerdo con Sampieri (2010, p. 10), “El enfoque cualitativo puede concebirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo *visible*, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos”. De tal manera este trabajo es un conjunto de prácticas estandarizadas que nos llevan a seguir un protocolo que debemos de seguir para la enfermedad que se pone de manifiesto.

Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

En esta tesina se emplea una técnica de recolección de datos estandarizados, recabados a partir de una revisión de documentos y no hemos empleado una medición numérica, por lo cual el análisis no es estadístico. En este sentido, este trabajo posee un

método de recolección de datos que, aunque ya se encuentran estandarizados podrían cambiar con el tiempo y esto de acuerdo con las distintas modificaciones que tiene el virus del SARS-Cov2 a medida que su información genética evoluciona. Asimismo, se emplea una técnica de recolección de datos estandarizados recabados a partir de una revisión de documentos y no hemos empleado una medición numérica.

Justificación

Ante los acontecimientos vividos por el nuevo brote de la enfermedad COVID 19, la Tomografía Computada (TC) de Tórax ha sido una gran herramienta para el diagnóstico y evaluación de esta enfermedad. El Profesional Asociado en Imagenología es quien realiza este tipo de procedimientos, y es de suma importancia que esté capacitado en la correcta realización de éste. La presente investigación surge de la necesidad de describir el protocolo de TC de tórax con el propósito de realizar el correcto diagnóstico de COVID 19, así como conocer las medidas de protección y el manejo adecuado de pacientes para evitar contagios de esta enfermedad.

Esta investigación busca proporcionar un protocolo útil para la comunidad estudiantil, el personal médico y el personal Técnico Radiólogo que mejore el conocimiento sobre el diagnóstico y formas de prevención de contagio del COVID 19. Además, el indagar más sobre este tema ayudará a mejorar y ampliar los conocimientos en la metodología, ya que podrá utilizarse como referencia de futuras investigaciones sobre el protocolo de TC de tórax enfocada al estudio no solo del COVID-19 sino también al estudio de las diversas enfermedades pulmonares.

Delimitación y Planteamiento del Problema

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (OMS-OPS, 2020) en noviembre de 2019 surgió un nuevo virus en la provincia de Wuhan, en China. Este nuevo virus fue nombrado SARS-CoV2 y por su alto índice de contagios y fácil transmisión entre humanos para marzo de 2020 fue declarado pandemia. Inicialmente, este virus comenzó afectando a adultos mayores y personas con enfermedades crónico-degenerativas como diabetes, hipertensión y/o enfermedades cardiovasculares.

Para el 13 de diciembre el SARS-CoV2, ya se comenzaba a propagar a proporciones internacionales lo que alertó a la OMS. El primer caso fuera de China se reportó en Tailandia, apenas tras haber pasado un mes desde su aparición en Wuhan. De esta forma en pocos meses ya se había propagado a varias naciones del mundo. En nuestro país, el primer caso fue reportado por el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de Ciudad de México el 27 de febrero de 2020, por lo que de inmediato se recomendaron las medidas de distanciamiento social y uso de cubrebocas, así como el lavado de manos o uso de alcohol en gel con el fin de contener la epidemia. Con la propagación de este nuevo virus, los diversos métodos de diagnóstico emergieron, entre los que destacan la sensibilidad, especificidad y costo.

La tomografía computarizada de tórax es una de las técnicas preferidas para el diagnóstico del COVID-19 debido a su fácil acceso y rápida obtención de resultados, podemos evaluar el daño que ha ocasionado el virus en los pulmones del paciente ya que el pulmón es uno de los órganos mayormente afectado por este virus en el cuerpo humano, de esta forma se puede dar un tratamiento de forma más oportuna para el

paciente, reduciendo en un gran porcentaje las tasas de morbimortalidad y/o complicaciones a causa de COVID-19. El protocolo de TC de tórax se ha vuelto esencial para el diagnóstico y evaluación del COVID 19, sin embargo, es importante que el Profesional Asociado en Imagenología esté capacitado con todos los factores que impliquen la obtención de imágenes de calidad reconociendo el protocolo adecuado de TC de tórax. Por lo tanto, es importante conocer las medidas sanitarias para evitar el contagio de COVID 19, el manejo de pacientes positivos o con sospecha de esta enfermedad y conocer los signos radiológicos que presenta un estudio de TC de tórax en un paciente con COVID 19, datos que ayudarán a un correcto aporte diagnóstico para los pacientes.

Marco Conceptual

Enfermedad Respiratoria

De acuerdo con la definición de Calero (2012) una enfermedad respiratoria es una patología que afecta tanto a los pulmones como a cualquier parte del sistema respiratorio. Generalmente, se producen por infecciones, inhalar humo de cigarro o productos del tabaco, inhalar ya sea de forma accidental o inducida cualquier sustancia química que pueda afectar severamente al sistema respiratorio.

SARS-CoV2

El SARS-CoV2 es un virus del género beta-coronavirus de la familia coronaviridae algunas de estas especies pueden causar infecciones en humanos. A su vez, el SARS-CoV2 tiene características que lo hacen altamente contagioso ya sea de humano a humano por medio de gotículas o a través del contacto de superficies. (López et al., 2020).

Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada es una técnica de obtención de imágenes del interior del cuerpo humano que a su vez nos permite realizar cortes milimétricos de esas imágenes, con lo cual podemos visualizar cada detalle del interior del cuerpo humano y evaluar si existe una patología. Esta técnica imagenológica utiliza Rayos X para la obtención de estas imágenes. (García, 2008).

TC Torácica

La TC torácica es una técnica de imagen importante para la evaluación diagnóstica de la patología pulmonar y mediastínica, la mejora de la resolución temporal y espacial en esta técnica permite confirmar o excluir ciertas imágenes sospechosas en la radiografía, localizarlas y caracterizarlas morfológicamente, sin embargo, para garantizar un estudio óptimo de la TC torácica se requiere un conocimiento de la anatomía normal y sus variantes anatómicas, la fisiopatología y las diferentes técnicas de TC (Guerreiro, 2004).

Protocolo

De acuerdo con las diferentes definiciones que nos proporciona Solé (2001), podemos definir el protocolo como el conjunto de normas o procedimientos que explican qué debe hacerse en según qué casos.

Protocolo de Tomografía Torácica

De acuerdo con la investigación de Costa (2015, p.117), llegamos a la siguiente definición de Protocolo de Tomografía Torácica:

Es un conjunto de pasos a seguir para poder obtener las imágenes del interior del cuerpo de un paciente que de acuerdo con su patología se le indique esta técnica de estudio. El protocolo de tomografía torácica debe llevar una serie de indicaciones que van desde indicaciones de cómo debe respirar el paciente, hasta la configuración que debe tener el equipo para realizar el estudio que nosotros requerimos para un paciente con enfermedad pulmonar.

Capítulo I. Antecedentes Históricos

En los siguientes subcapítulos sobre antecedentes de la TC y el SARS-CoV2 abordaremos en orden cronológico desde la invención de la TC, sus avances más significativos y posteriormente abordar los acontecimientos más importantes sobre la enfermedad COVID-19 y la forma en que la TC ayudó al diagnóstico de esta misma enfermedad.

Antecedentes Históricos de la Tomografía Computarizada

La Tomografía Computarizada (TC) ha sido un gran avance en la medicina, sobre todo en la especialidad de Radiología ya que es uno de los más grandes avances desde el descubrimiento de los Rayos X (Rx) por Wilhelm Conrad Roentgen en 1895, esto se debe a que a diferencia de los Rx que solo aportan una imagen bidimensional. La TC nos aporta información tridimensional gracias a la forma en que con ayuda de los Rx y una computadora podemos visualizar diferentes cortes del cuerpo humano y en planos sagitales, coronales y axiales.

De acuerdo con Costa y Soria (2015), los inventores y padres de la Tomografía Computarizada (TC), son el ingeniero inglés Sir Godfrey Newbold Hounsfield nacido en Newark, Inglaterra, el 28 de agosto de 1919 y el físico estadounidense A.M. Cormack nacido en Johannesburgo Sudáfrica, el 23 de febrero de 1924. Godfrey desarrolló el primer prototipo de tomógrafo cerebral en 1967, con la ayuda de la empresa Electro Musical Industries (EMI), cuyo principal ingreso era por medio de la industria musical, esta misma empresa era la compañía grabadora de la famosa banda "The Beatles",

mientras que el físico Cormack llegó a la conclusión de que podía detallar los coeficientes de absorción de una estructura plana y medir las variaciones de intensidad de los haces transmitidos.

Tres años después, en 1970 perfeccionó y concluyó su primer tomógrafo de cuerpo completo, y en 1972 se le concedió la patente del gran invento que revolucionó la medicina en el siglo XX, la Tomografía Axial Computarizada (TAC). El primer prototipo fue instalado en el Atkinson Morley's Hospital en Londres, fue construido con ayuda del Dr. James Ambrose, director del área de Radiología del mismo hospital, (Costa y Soria, 2015).

El propósito del invento de Godfrey fue tener una nueva forma de ver los tejidos blandos sin ayuda de medios de contraste. Y a su vez demostró que al escanear objetos desde diferentes ángulos se obtenía una imagen tridimensional completa.

En 1979, Sir Godfrey recibió el Premio Nobel de Medicina y Fisiología, mismo que compartió con el físico Allan M. Cormack, quién también trabajaba en este concepto de forma independiente, (Costa y Soria, 2015).

Figura 1

Sir Godfrey y Allan M. Cormack, inventores de la TC



Nota: Tomado de *Manual de Tomografía para Técnicos* (p.4), por Costa y Soria, 2015, Elsevier España.

Generaciones de Tomógrafos

Como todo equipo que se inventa, la TC ha tenido que evolucionar con ayuda de la tecnología, esto debido a que cada vez se ha buscado tener un mejor estudio de la anatomía del paciente, y la evolución de la TC ha ayudado en gran medida a que esto sea posible, esto debido a que aporta una vista de la anatomía del paciente en diferentes cortes y en diferentes planos. A continuación, se presenta la evolución que ha tenido la TC desde su invención por Godfrey Hounsfield en 1970.

De acuerdo con los autores Costa y Soria (2015), existen 4 generaciones de tomógrafos, esto también lo reporta Bushong (2017), así que existen 4 generaciones de TC y cada

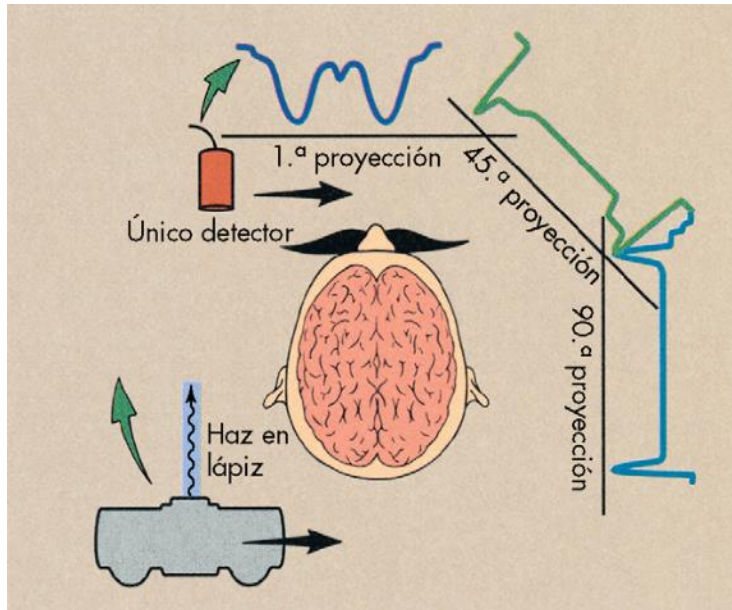
una ha tenido características que las distinguen y modificaciones que nos permiten identificarlas adecuadamente.

Primera Generación

La primera generación de escáneres clínicos data de aproximadamente el año 1974. Se puede decir que esta generación fue únicamente la demostración de EMI, ya que con este equipo se demostró la viabilidad de la unión entre detector Tubo de Rayos X. Este equipo únicamente incorporaba un detector y separaba el haz de Rayos X finamente colimado (haz en forma de lápiz), de modo que se obtenía un corte en cada procedimiento. Requería 180 traslaciones para una rotación de 1°, y casi 5 minutos para completar una sola imagen. Solamente se podían obtener imágenes axiales del cerebro que es la única región anatómica que se podía estudiar con estos equipos.

Figura 2

Primera generación de TC



Nota: Esta imagen nos muestra la forma en que obtenían las imágenes un Tomógrafo de Primera Generación, el recorrido del tubo, junto con su único detector y la forma tan particular de colimar el Haz de Rayos X. Tomado de *manual de radiología para técnicos* (p.369), por S.C. Bushong, 2015, Elsevier España.

Segunda generación (Escáner axial o secuencial)

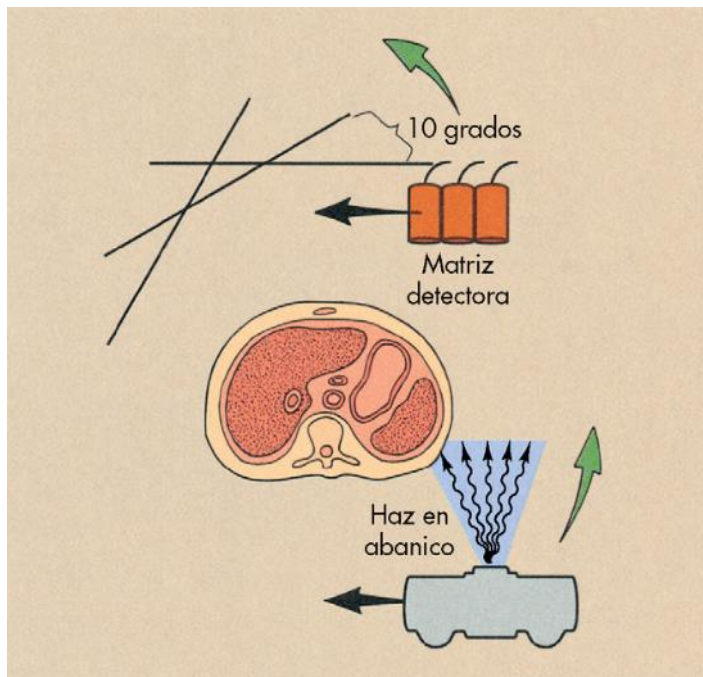
Al igual que la primera generación, estos sistemas empleaban un sistema de rotación-traslación; incorporaban múltiples detectores, (entre 5 y 30) ensamblados entre sí, y el Haz de rayos X fue modificado para tener una forma de abanico, de este modo podía

junto con sus detectores obtener más cortes en un mismo giro esto de acuerdo con Bushong (2015).

Una de sus desventajas es que, al tener un haz de abanico, también la dispersión de la radiación aumenta y eso se resolvió en esta generación con la incorporación de un filtro en forma de “pajarita”. Entre sus ventajas más significativas era el tiempo de adquisición de las imágenes (alrededor de 20 a 30 segundos), pues al tener más detectores abarcaba de 5° - 10° por lo que para una imagen de 180° solo se requerían 18 traslaciones en lugar de 180 como en la primera generación.

Figura 3

Segunda generación de TC



Nota: Se muestra un esquema simple de un Tomógrafo de Segunda Generación. Y sus principales características respecto a su antecesor. Tomado de *Manual de Radiología para Técnicos* (p.370), por S.C. Bushong, 2015, Elsevier España.

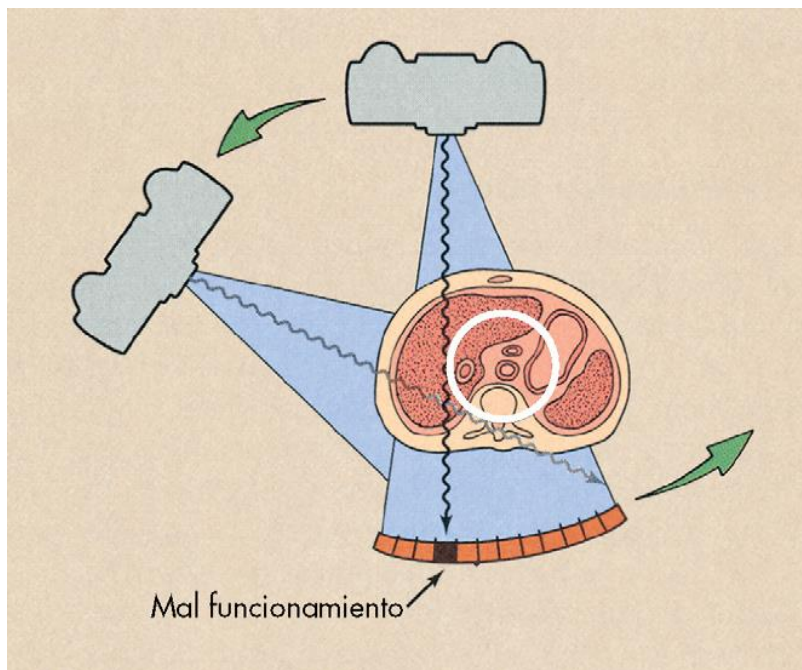
Tercera generación (TC helicoidal)

Esta generación surgió y se comenzó a utilizar en 1980. Se incorporó un complejo sistema en el que tanto el tubo de Rayos X como el conjunto de detectores giraban alrededor del paciente, lo que permitía obtener una imagen en menos de un segundo. En esta generación el conjunto de detectores se disponía en forma curvilínea y nuevamente el haz de radiación en abanico que abarcaba entre 30° a 60°, a su vez incorporaba una mejor colimación por lo que también se reducía la radiación dispersa.

Una de las grandes ventajas en esta generación de escáneres es que se incorporó el desplazamiento continuo de la mesa, de este modo el tiempo de exposición es cien por ciento útil. Como todas las generaciones anteriores estos tomógrafos también tuvieron desventajas y la más grande de ellas fue que al tener movimiento los detectores y el tubo de Rx generaban un artefacto en “anillo”, esto se generaba cuando uno o varios detectores dejaban de funcionar o funcionaban incorrectamente, esa ausencia provocaba dicho artefacto.

Figura 4

Tercera generación de TC



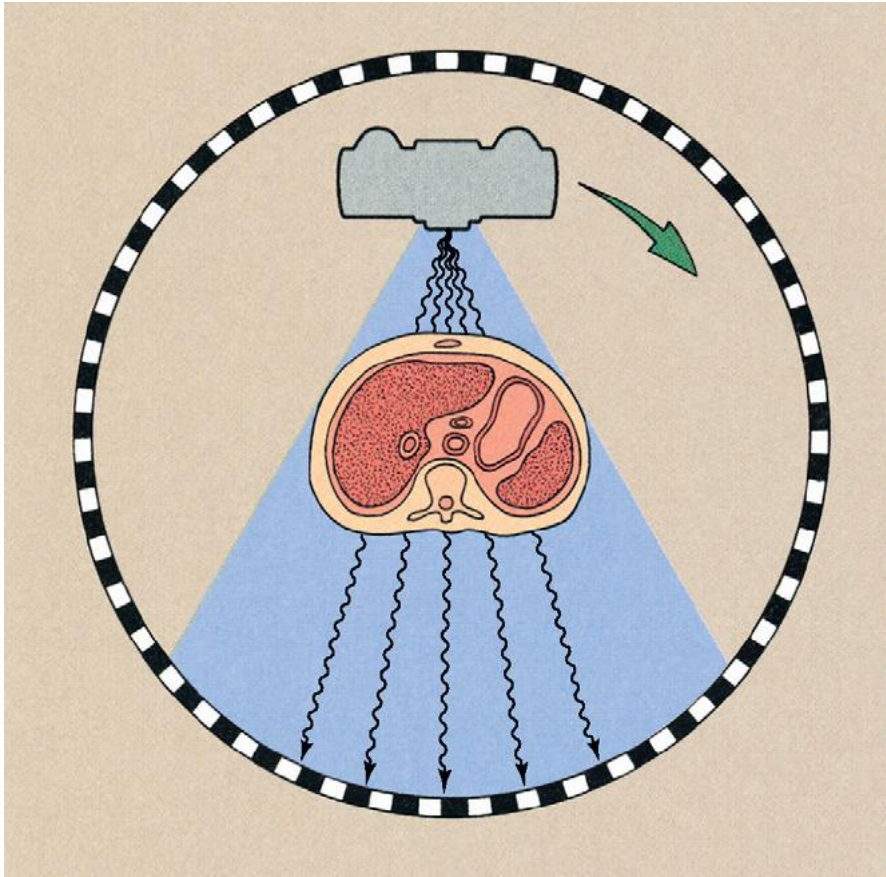
Nota: Representación del funcionamiento de un equipo de tercera generación, también se muestra la forma en que se produce el artefacto de "anillo" por el mal funcionamiento de uno de los detectores. Tomado de *manual de radiología para técnicos* (p.371), por S.C. Bushong, 2015, Elsevier España.

Cuarta generación (Tomografía helicoidal multicorte)

Para la cuarta generación se han implementado diversos avances, uno de ellos es que el conjunto de detectores suele ser de 4,000 que se encuentran fijos y el único que gira es el tubo de Rayos X con su característico Haz en abanico, (similar a la tercera generación, pero sin los artefactos de anillo), otra de las ventajas es el tiempo de adquisición de imágenes menor a 0.5 segundos, con lo cual también se reduce la dosis al paciente y se evitan artefactos por movimiento de este. Una de las ventajas más destacadas de esta generación es que la camilla en la que se encuentra el paciente se mueve al mismo tiempo que el tubo de Rayos X gira, con lo cual se obtienen más detalles en cada corte.

Figura 5

Cuarta generación de TC



Nota: Se muestra un anillo que corresponde a los detectores fijos y el único elemento móvil es el tubo de Rayos X. Tomado de *manual de radiología para técnicos* (p.371), por S.C. Bushong, 2015, Elsevier España.

Modificaciones tecnológicas más recientes en TC

En los últimos años se han implementado avances a la última generación antes mencionada como lo son:

- Haz de rayos cónico: el haz de Rx no se quedó únicamente con la modificación de abanico, sino que se desarrolló un haz en cono que abarca todos los detectores en una sola exposición.

- Fuente de rayos X dual: se utilizan dos tubos de Rx a la vez con sus respectivos arcos de detectores, lo cual permite una mejora en la resolución temporal.
- Equipos combinados: fusionan imágenes morfológicas y funcionales. Generalmente se fusiona una TC normal con una tomografía por emisión de fotón único (SPECT).
- TC espectral: puede detectar y cuantifica algunos materiales como el calcio, yodo y/o agua.

Con ayuda de la tecnología hay avances y mejores en todos los equipos en general, la TC no es la excepción por lo cual la necesidad de seguir actualizándose en cuanto a equipos nuevos es esencial, en próximos años la TC podría ser completamente diferente a como la conocemos hoy en día.

Antecedentes de la Enfermedad SARS-Cov2

En el siguiente capítulo describiremos brevemente los antecedentes de la enfermedad SARS-CoV2, abordando desde el momento en que se describió por primera vez hasta el momento en que llegó a México y como la TC ayudó a combatir dicha enfermedad.

El 31 de diciembre de 2019, el Ministerio de Salud de China informó a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) de 41 pacientes con neumonía atípica grave, la mayoría de ellos fueron relacionados con un mercado de mariscos y animales exóticos en la

ciudad de Wuhan, China. El SARS Cov-2 fue nombrado por la OMS como Covid-19, esto de acuerdo con su año de aparición y tipo de virus. Para enero de 2020, el COVID 19 ya había cobrado su primera víctima mortal, para febrero del mismo año el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de China ya tenía contabilizados 72,314 casos. El 30 de enero de 2020, la OMS declaró el Covid-19 como “emergencia de salud pública de alcance internacional”. El 11 de marzo con 37,364 casos fuera de China, el virus fue catalogado como pandemia. En países como Italia, España y Estados Unidos de América a la fecha hay alrededor de 1,400,000 casos de Covid-19, y un estimado de 86,000 muertes. (Suarez et al, 2020).

Covid-19 en México

El primer caso documentado de COVID 19 en México fue detectado el 27 de febrero de 2020 en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias en la Ciudad de México. Un paciente con antecedente de viaje a Italia. El primer deceso causado por el COVID 19 en México está documentado el día 18 de marzo de 2020. Para el 24 de marzo ya estaban confirmados 475 casos, se decretó fase 2 de *contingencia sanitaria*, implementando medidas de protección como distanciamiento social, confinamiento y restricción laboral. Al 14 de mayo de 2020, los estados con mayor número de contagios habían sido Ciudad de México, Baja California y Sinaloa. Y de acuerdo con datos de la Secretaría de Salud (SSA,2020) había 14,186 casos confirmados, 24,856 casos sospechosos y 9,378 casos activos. 8,544 casos en trabajadores de la salud habían sido

reportados para mayo de 2020, lo cual significaba un 21% del total con mayor afección de médicos (47%) y enfermeras (35%) y un total de fallecimientos de 111 en este sector.

En un principio esta enfermedad era desconocida y por lo tanto afectó gravemente a personas con comorbilidades como hipertensión, tabaquismo, diabetes y obesidad. Enfermedades que son muy comunes en México y por lo tanto las víctimas mortales ascendieron a miles en tan solo los primeros meses. La población mayormente afectada ha sido de entre 25 a 49 años, predominantemente en varones.

De modo que para inicio de 2023 el número de contagios ha llegado a 7.5 millones de personas infectadas y reportadas, esto de acuerdo con la página del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2023), el número de fallecimientos ascendió a 300,000 personas, un número que sin duda nos ha hecho pensar en prepararnos más como profesionales.

Al inicio de la pandemia y sin tener tratamiento ni vacunas, la única forma de poder protegerse fue con el uso de Equipo de Protección Personal, (EPP) y técnica de lavado de manos, pues las vacunas llegaron a México hasta el 23 de diciembre de 2020, de acuerdo con datos de la página oficial del Gobierno de México y el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI, 2023) la vacuna inicialmente fue para personal de salud y personas con comorbilidades antes mencionadas, por lo que el sector de adultos jóvenes fue el más afectado.

Capítulo II. Anatomía y Fisiología del Tórax

Para poder estudiar el cuerpo humano, el Profesional Asociado en Imagenología necesita conocer y poder describir en cada momento de su vida laboral la anatomía humana, pues sobre ella se sientan las bases de lo que estudiamos día con día en cualquier estudio de imagen. Por ello es de vital importancia estudiar el siguiente capítulo donde abordaremos los puntos más relevantes sobre anatomía del tórax.

Tipos de Tórax

Conforme a lo que explica el autor Bontrager (2010) existen 4 tipos de pacientes que tienen diferente forma de tórax en relación con su estructura corporal.

- El paciente hiperesténico tiene tórax ancho y corto, con ángulo infraesternal, tiene un aspecto brevilíneo. Esta forma del tórax representa alrededor de un 5% de individuos en general.
- El paciente asténico tiene un tórax largo y estrecho, con ángulo infraesternal cerrado. Se presenta mayormente en individuos longilíneos y delgados. Representa un 10% de los individuos.
- Paciente esténico tiene un tórax normal, intermedio entre los dos anteriormente mencionados.
- Paciente hipoesténico tiene un tórax normal, con menor porcentaje de grasa corporal y representa al 35% de individuos (Bontrager, 2010).

Figura 6

Tipos de pacientes de acuerdo con la forma del tórax

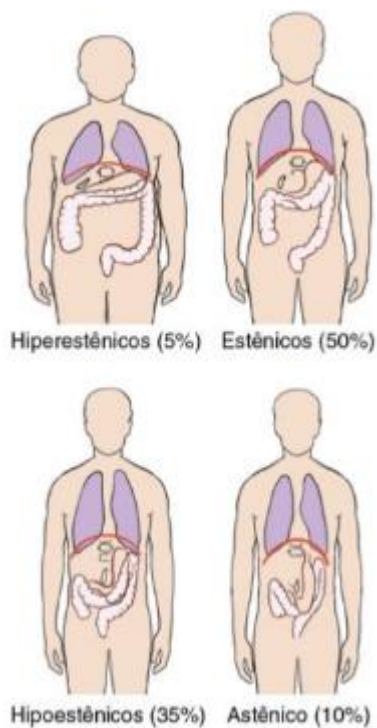
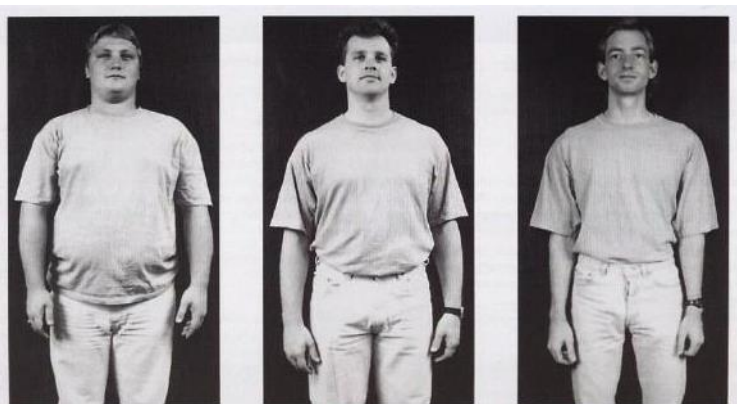


Figura 7

Tipos de pacientes de acuerdo con la forma del tórax



Nota: Tomado de Proyecciones Radiológicas con Correlación anatómica, (p. 53), por Bontrager, 2010, Editorial Médica Panamericana.

Variaciones

En el feto: los pulmones aún no funcionan por lo tanto el tórax es corto y desarrollado hacia adelante. El hígado es voluminoso por lo tanto distiende la base.

En el niño pequeño: el tórax aún es corto y abdomen saliente. El diámetro transversal se acentúa y su altura aumenta pues los pulmones ya se encuentran funcionando.

En el adulto: donde la forma no depende solamente de los pulmones sino también de los músculos de los hombros, y la base del cuello que le da una forma piramidal. Por lo tanto, podemos decir que una musculatura desarrollada puede disimular un aparato respiratorio deficiente.

En el anciano: los cartílagos costales se osifican y esto se puede apreciar radiográficamente. Pero mayormente se puede apreciar una deformidad de la columna vertebral en la forma del tórax en individuos de edad avanzada, (Bontrager, 2010).

Forma del Tórax

La forma del tórax se encuentra determinada por varios factores dentro de los cuales destacan los siguientes:

- Forma de la columna vertebral y sus variaciones (cifosis y/o escoliosis).
- Estado de los pulmones y la pleura.
- El sistema muscular y articular. Un adecuado desarrollo muscular con ayuda de ejercicio diario da al esternón la forma ideal y la conserva.
- Desarrollo del esternón. Una deformación del esternón o cartílagos adyacentes puede provocar un tórax en embudo.

Caja Torácica

Los autores Latarjet y Ruiz (2019) describen de la siguiente manera la anatomía de tórax, dividiendo al tórax en la caja torácica, músculos y órganos del tórax. La caja torácica es una formación osteocartilaginosa encargada de proteger al corazón, los pulmones y demás órganos del mediastino. Ésta tiene forma cilindro-cónica con la base en la parte inferior, un diámetro transverso mayor al anteroposterior. Se puede decir que está formada por 12 vértebras torácicas, 1 esternón y 12 pares de costillas.

Esófago

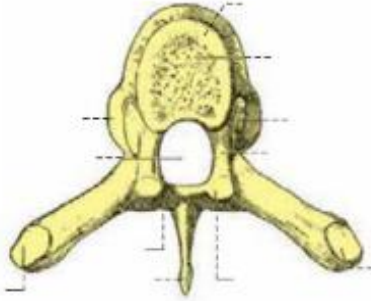
Aunque es un órgano que pasa por el tórax, se describe junto con el aparato digestivo. Es un órgano aplanado cuando no hay contenido dentro de su luz, mide aproximadamente 25-30 cm y su función es la de comunicar la boca con el estómago.

Vértebras Torácicas

Existen 12 vértebras torácicas que forman la parte posterior del esqueleto del tórax y que articulan directamente con los 12 pares de costillas, tienen un cuerpo redondeado que es más voluminoso de forma que se desciende a lo largo de la columna vertebral torácica. Presentan fositas costales que permiten la articulación de las costillas. Articulan entre ellas por medio de un disco intervertebral que a su vez permite amortiguar el peso del cuerpo. El foramen vertebral permite el paso de la medula espinal y también sirve como protección para ésta misma.

Figura 8

Vértebra torácica



Nota: Tomado de *Anatomía Humana Tomo I* (p.29), por (Latarjet y Ruiz, 2019, Editorial Médica Panamericana).

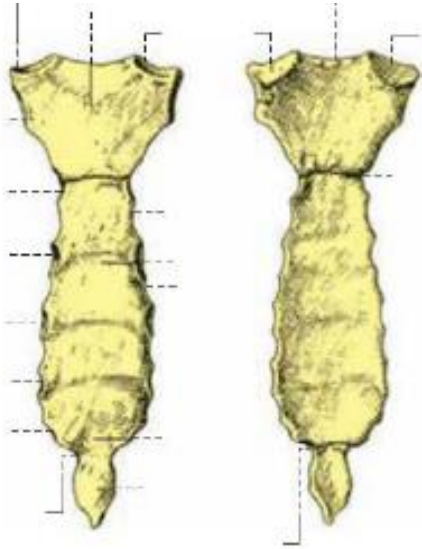
Esternón

El esternón es un hueso impar, plano, mediano y simétrico. Está situado en la parte anterior del tórax. Sus dimensiones son de 15-20 cm en el adulto, su espesor es variado con un mayor espesor en la parte superior que disminuye gradualmente.

En el esternón se distinguen tres segmentos que lo conforman: manubrio, cuerpo y apófisis xifoides. Estas tres son piezas osificadas en el adulto. El esternón articula bilateralmente con la clavícula y las costillas (de la 1 a la 7 y, 8,9 y 10 por medio de un cartílago común).

Figura 9

Vista anterior y posterior del esternón



Nota: Tomado de *Anatomía Humana Tomo II* (p.828), por Ruiz y Latarjet, 2019, Editorial Médica Panamericana.

Costillas

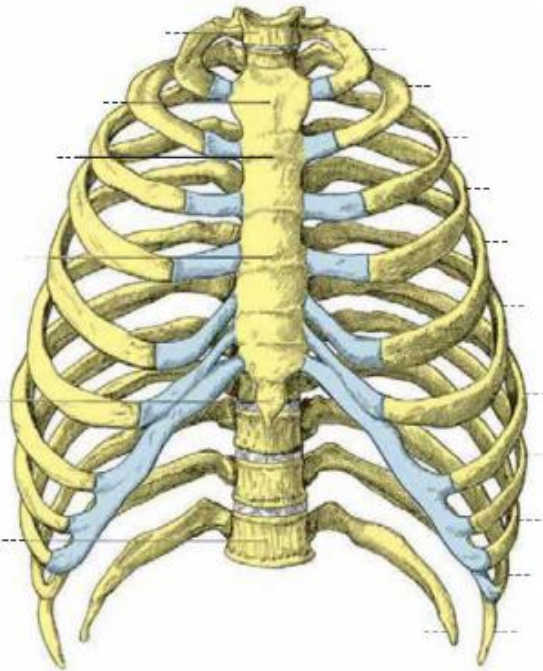
Las costillas son huesos planos, alargados. Son comparadas con “arcos” por ello se les denomina también arcos costales, que van desde la columna vertebral (posteriormente) hasta el esternón (anteriormente).

Existen doce costillas que se extienden a cada lado del tórax. Las siete primeras son llamadas costillas verdaderas, pues articulan directamente con el esternón, por medio de un cartílago propio; de la costilla 8-10 son llamadas costillas falsas pues, articulan por medio de un cartílago en común con el esternón; las últimas dos también son llamadas costillas flotantes esto debido a que no articulan con el esternón.

Sus longitudes son variadas que aumentan desde la primera hasta la séptima y luego disminuyen nuevamente. Al igual en su espesor en el que la sexta a octava suelen ser las más anchas. Las articulaciones de la costilla contienen cartílago hialino, por lo que son blandos y elásticos en personas jóvenes, pero se osifican con la edad lo que los hace más rígidos.

Figura 10

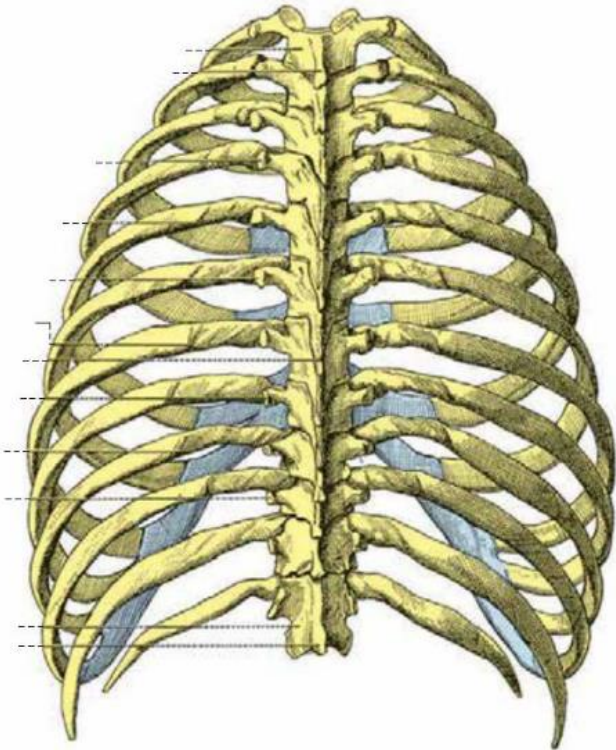
Caja torácica vista anterior



Nota: Se muestran las costillas y la forma en que articulan con el esternón. Tomado de *Anatomía Humana Tomo II* (p. 837), por Ruiz-Latarjet, 2019, Editorial Médica Panamericana.

Figura 11

Caja torácica vista posterior



Nota: Se muestra la forma en que articulan las costillas con las vértebras torácicas.
Tomado de *Anatomía Humana Tomo II* (p.838) por Latarjet y Ruiz, 2019, Editorial Médica Panamericana.

Articulaciones del Tórax

Se distinguen tres grupos de acuerdo con su interés anatómico y valor funcional.

Grupo 1. Articulaciones de las costillas con las vértebras: son articulaciones sinoviales de tipo plana llamadas articulaciones costovertebrales, existen en dos puntos diferentes; articulación de la cabeza de la costilla que se encuentra entre

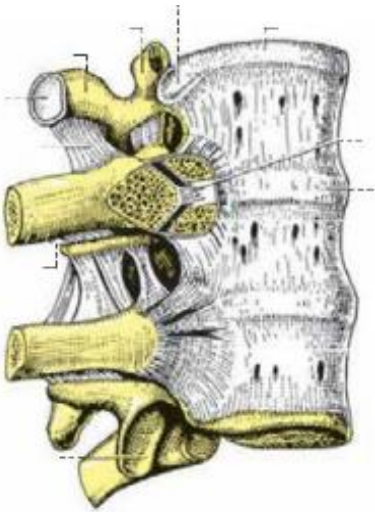
dos cuerpos vertebrales, y la articulación costotransversa que es donde se encuentra el tubérculo de la costilla con dos apófisis transversas.

Grupo 2. Articulaciones de los cartílagos costales con el esternón
esternocostales: articulación sinovial plana. Como se había mencionado anteriormente únicamente las primeras siete costillas tienen una articulación directa con el esternón, a partir de la octava a la décima se unen al esternón por medio de un cartílago en común.

Grupo 3. Otras articulaciones: articulaciones de las costillas con sus cartílagos costales; articulaciones de los cartílagos costales entre sí; articulaciones de las piezas esternales unas con otras.

Figura 12

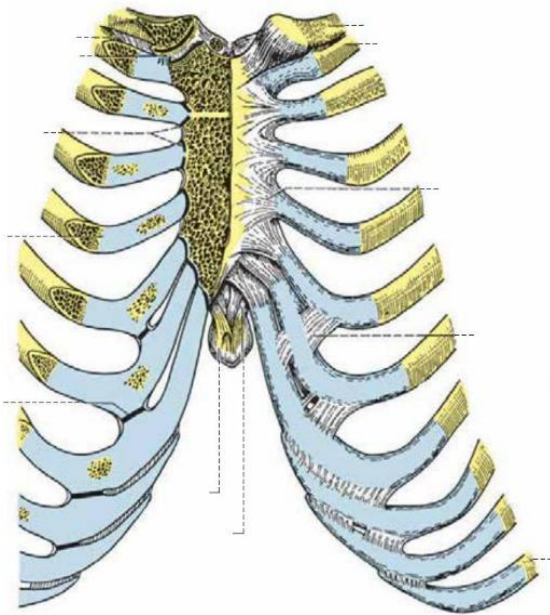
Articulación costovertebral



Nota: Se muestra la forma en que articulan las costillas con las vértebras torácicas y como están cubiertas por sus diversos ligamentos. Tomado de *Anatomía Humana Tomo II* (p. 833), por Latarjet-Ruiz, 2019, Editorial Médica Panamericana.

Figura 13

Articulación plana del esternón con las vértebras



Nota: Se muestra cómo se articulan los 12 pares de costillas con el esternón. Tomado de *Anatomía Humana Tomo II* (p. 835), por Latarjet y Ruiz, 2019, Editorial Médica Panamericana.

Músculos del tórax

En el siguiente apartado de músculos se abordan tanto los músculos de la caja torácica y los músculos que se incluyen en la respiración esto de acuerdo con Latarjet y Ruiz (2019) y Puppo et al. (2021). Se dividen en músculos anteriores y músculos posteriores. Tanto en los músculos anteriores como en los posteriores se estudian superficiales y profundos.

Músculos superficiales del tórax anterior

De acuerdo con Latarjet y Ruiz (2019) podemos describir los siguientes músculos del tórax anterior:

Músculo pectoral mayor

Es un músculo ancho que junto con el músculo serrato anterior y el músculo subclavio hacen una especie de “cinturón” para el miembro superior. Tiene tres porciones: clavicular, esternocostal y abdominal.

Origen: en la mitad medial de la clavícula, en la cara anterior del esternón y en los cartílagos de la segunda a la séptima costilla y en la vaina del m. recto mayor del abdomen.

Inserción: adelante y arriba hacia la pared anterior de la fosa axilar. Se inserta en el tubérculo mayor del húmero por medio de un tendón.

Vascularidad: arteria toracoacromial, torácica lateral e intercostales.

Inervación: nervios torácicos medial y lateral desde C5 a T1.

Acción: aducción y rotación interna del brazo (en posición horizontal del brazo); favorece la ampliación del tórax en una inspiración máxima.

Músculo pectoral menor

Es un músculo plano y triangular, su ubicación es posterior al m. pectoral mayor.

Origen: por digitaciones de la segunda a la quinta costilla, cerca de la unión osteocartilaginosa.

Inserción: superior y lateralmente sus fascículos se insertan por medio de un tendón en la apófisis coracoides de la escápula.

Vascularización: a. toracoacromiales e intercostales.

Inervación: n. pectorales medial y lateral.

Acción: tracciona a la escápula hacia adelante y hacia abajo lo que permite fijar *el cinturón* del miembro superior. Actúa como auxiliar en la respiración.

Músculo subclavio

Es un músculo pequeño situado debajo de la clavícula, paralelo a ella y cubierto por el pectoral mayor.

Origen: en porción ósea y cartilaginosa de la primera costilla.

Inserción: lateralmente se inserta en la cara interior de la porción acromial de la clavícula.

Músculo serrato anterior

Es un protractor primario de la escápula, así como también tiene la función de mantener estable a ésta misma contra la pared torácica.

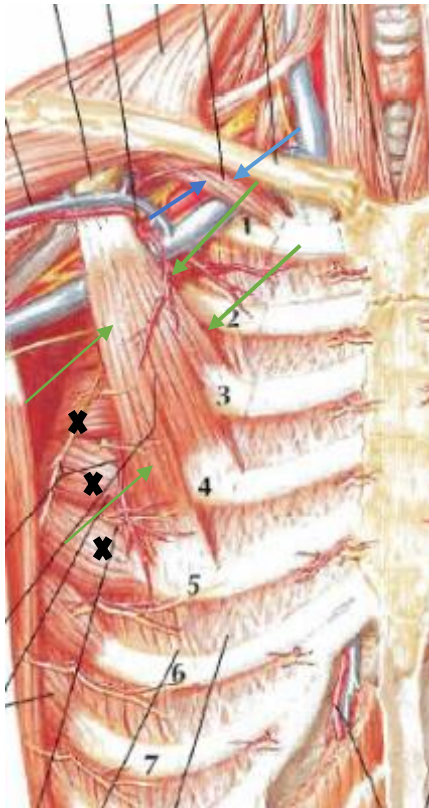
Origen: se fija desde la primera hasta la octava costilla, y tiene una trayectoria en dirección posterior.

Inserción: borde medial de la escápula.

Inervación: nervio torácico largo.

Figura 14

Músculos superficiales del tórax anterior

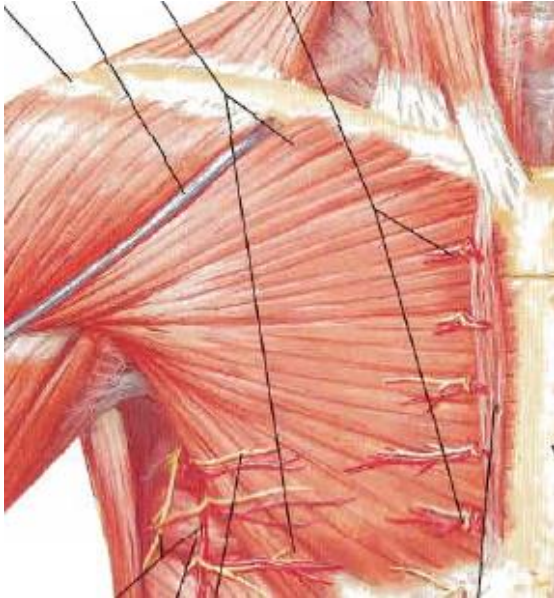


Nota: la figura 14 muestra el musculo pectoral menor (flechas verdes), al músculo subclavio (flechas azules) y a los músculos serratos anteriores (marcados con X).

Tomado de Atlas de Anatomía Humana (pp. 188), por F. Netter, 2007, Elsevier Masson.

Figura 15

Músculos superficiales del tórax anterior



Nota: La figura 15 muestra las inserciones del músculo pectoral mayor. *Tomado de Atlas de Anatomía Humana* (pp. 189), por F. Netter, 2007, Elsevier Masson.

Músculos del tórax: músculos de la respiración

De acuerdo con la investigación de Puppo et al., (2021, p.146). “La respiración es un proceso continuo donde los músculos respiratorios tienen un rol central e imprescindible para la vida”.

Se describen 3 grupos musculares de la respiración:

- A. Músculos inspiratorios
- B. Músculos espiratorios
- C. Músculos accesorios o secundarios de la respiración

A. Músculos inspiratorios

Son músculos que se considera, actúan en todo momento durante la respiración y son los músculos intercostales, m. diafragma y músculos escalenos.

Tabla 1

Musculos inspiratorios

| Nombre del músculo | Intercostales externos | Diafragma | Escalenos |
|---------------------------|---|------------------------------------|----------------------------------|
| Origen | Costillas 1-11 | tendón central | Vértebras cervicales C2-C7 |
| Inserción | Costillas 2-12 | proceso xifoideo | 1a y 2a costilla |
| Inervación | ramos espinales de T1-T11 | nervio frénico | nervios cervicales C4-C6 |
| Acción | estrechamiento y elevación de costillas | Contracción durante la respiración | Expansión durante la respiración |

Nota: En la tabla 1 se describe la acción, inervación, origen e inserción de los músculos inspiratorios.

Figura 16

Músculos inspiratorios

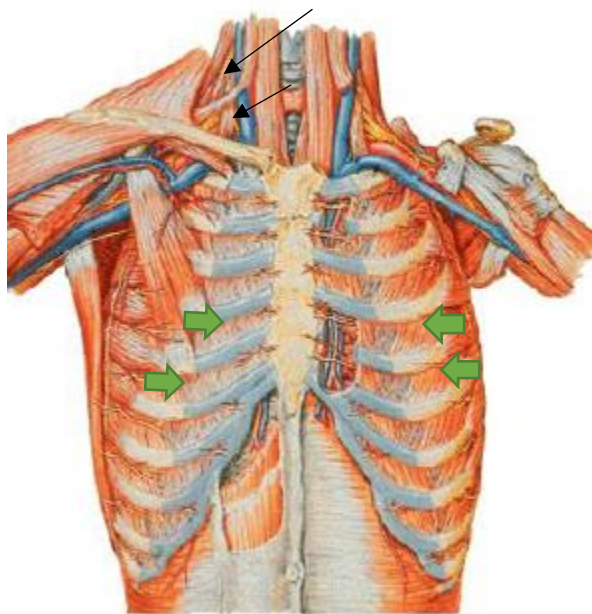
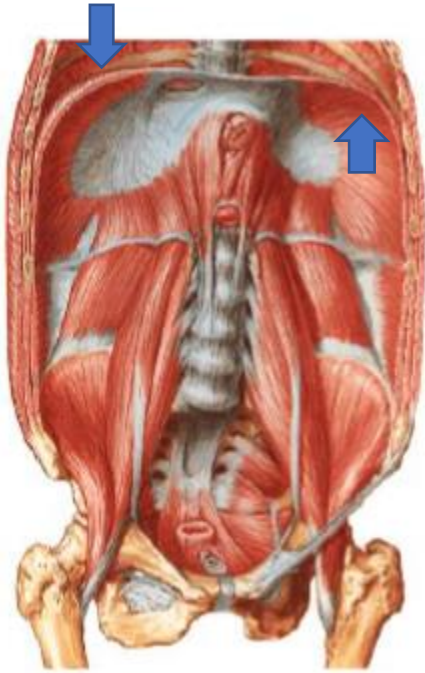


Figura 17

Músculos inspiratorios



Nota: En la figura 16 se observan los músculos intercostales externos (flechas verdes), y también se observan los músculos escalenos (flechas negras). En la figura 17 se observa el recorrido completo del diafragma (Flechas azules). Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (pp. 361 y 473), por F. H. Netter, 2019, Elsevier España.

B. Músculos Espiratorios

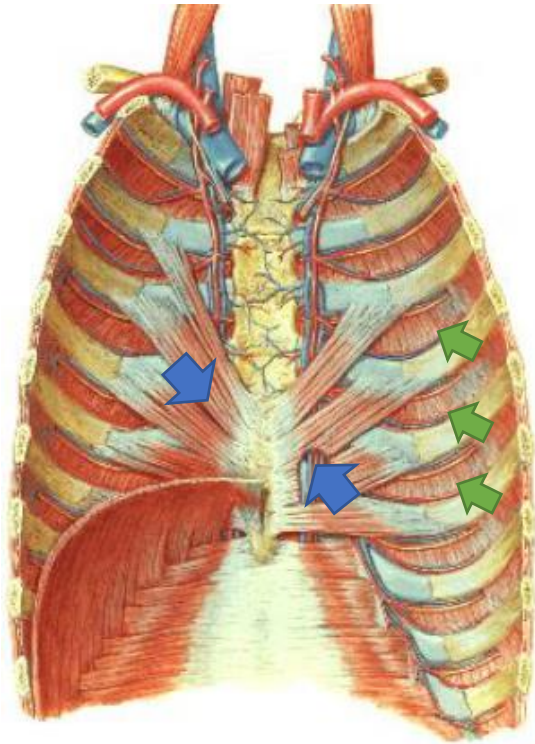
Se activan durante un esfuerzo respiratorio elevado, como cuando hay disnea o durante el ejercicio. Los músculos espiratorios son los músculos abdominales dentro de éstos el más importante es el transverso del abdomen, intercostales internos que se encuentran debajo de los intercostales externos (los intercostales externos se describen dentro de los músculos inspiratorios), y el triangular del esternón.

Tabla 2*Músculos espiratorios*

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Nombre del Músculo | m. transverso del abdomen | Intercostales internos | m. triangular del esternón |
| Origen | 7-8 costilla/ L1-L5 y cresta ilíaca | 2- 12 costilla | apófisis xifoides |
| Inserción | línea media del abdomen | 1-11 costilla | 3-6 costilla |
| Inervación | nervios intercostales T5-T12 | nervios intercostales | nervios intercostales |
| Acción | Contracción en espiración | Depresión de las costillas | Depresión de las costillas |

Nota: En la tabla 2 se describen las principales características de los músculos espiratorios.

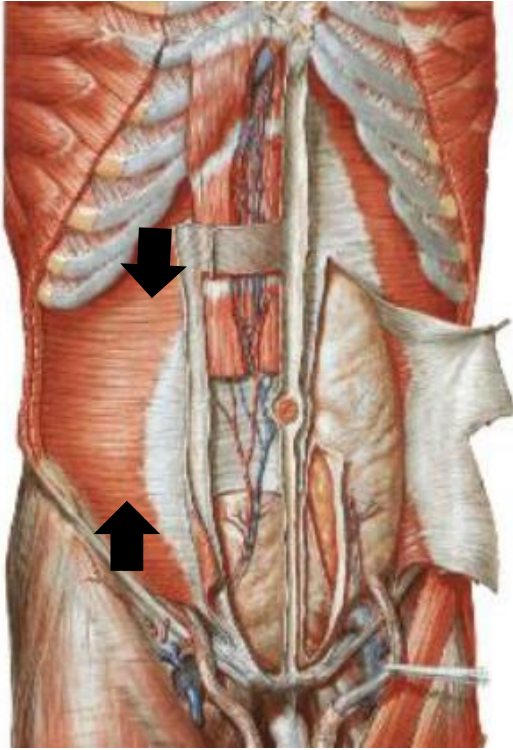
Figura 18*Músculos espiratorios*



Nota: En la figura 18 se muestran los músculos intercostales internos (flechas verdes) y el músculo triangular del esternón (flecha azul). Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 362), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Figura 19

Músculos espiratorios



Nota: En la figura 19 se muestra el músculo transverso del abdomen (flecha negra), estos músculos pertenecen al grupo de músculos espiratorios. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 462), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

C. Músculos accesorios o secundarios de la respiración

Los músculos inspiratorios o también llamados accesorios de la respiración son músculos que se ubican en el cuello, tórax o en la cintura escapular.

Tabla 3

Músculos accesorios de la respiración

| Nombre del músculo | músculo esternocleidomastoideo | músculo dorsal ancho | músculos nasales |
|---------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|
| Origen | apófisis mastoides | 9-12 costilla, cresta ilíaca | cara anterior del maxilar |
| Inserción | manubrio del esternón y clavícula | Húmero | ala nasal |
| Inervación | Par craneal XI | nervios espinales C6-C8 | VII par Craneal |
| Acción | Elevación de clavícula y esternón | Abducción, extensión y elevación del brazo/ Depresión de la cintura escapular | ensanchar apertura nasal |

Nota: En la tabla 3 se describen las principales características de los músculos accesorios de la respiración.

Figura 20

Músculos accesorios de la respiración

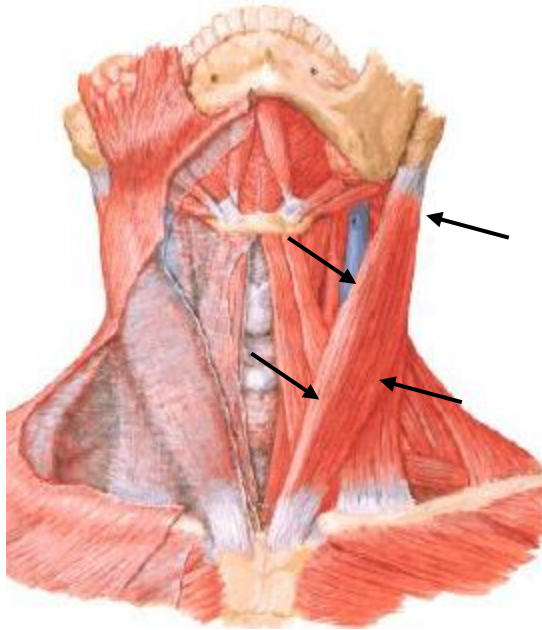


Figura 21 *Músculos accesorios de la respiración*

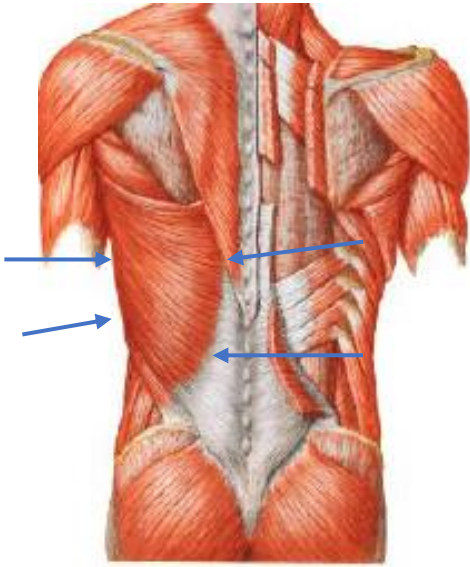


Figura 22



Nota: En la figura 20 se muestra el músculo esternocleidomastoideo, sus relaciones, origen e inserción (flechas negras), en la figura 21 observamos el músculo dorsal ancho,

inserciones y recorrido (flechas azules), en la figura 22 se observan los músculos nasales, tanto la porción transversa como la porción alar (flechas verdes). Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (pp. 123, 124 y 320), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Órganos y otras estructuras anatómicas en el tórax

Mama

Rudimentaria en el niño y poco desarrollada en el hombre, adquiere gran interés en la mujer desde el punto de vista anatomo-funcional y clínico. Son estructuras cutáneas especializadas que han evolucionado en los mamíferos para nutrir a sus críos, los cuales nacen en estado maduro y dependiente. (Eriksen, 2005, p.18).

Las mamas son un par de órganos en la región pectoral, que se encuentran constituidas principalmente por glándulas sudoríparas especializadas.

Su desarrollo prenatal es igual en varones y mujeres, pero adquiere mayor desarrollo en las mujeres en la etapa de la pubertad y en la edad adulta, siendo totalmente funcionales en la lactancia. En el hombre no hay modificaciones salvo en casos patológicos.

En la mama femenina podemos distinguir:

- Piel, junto con la areola y el pezón: carece de pelo.
- Tela subcutánea premamaria: es donde atraviesan los ligamentos suspensorios de la mama.
- Tejido glandular: se encuentra envuelto por tejido conectivo, se separa por lóbulos y atraviesan los ligamentos suspensores.

- Tejido graso retro mamario: se encuentra por detrás del tejido glandular y a su vez también encontramos la fascia del músculo pectoral mayor. Los ligamentos fijan la glándula al pectoral.

Los linfáticos que se encuentran en la mama son los correspondientes al plexo perilobular.

INERVACIÓN: nervios espinales.

Figura 23

Mama vista frontal y corte sagital

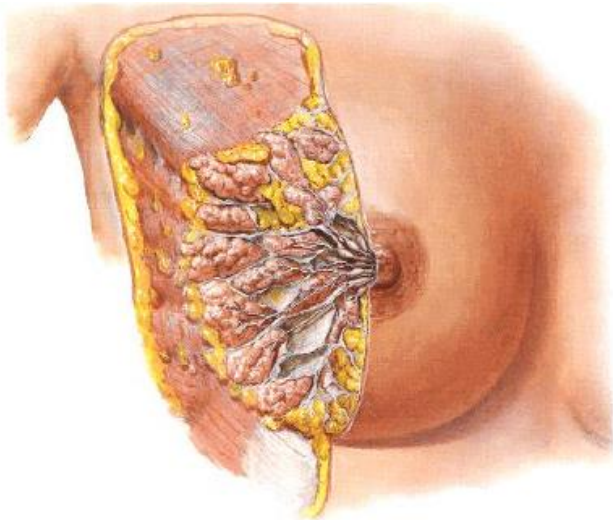
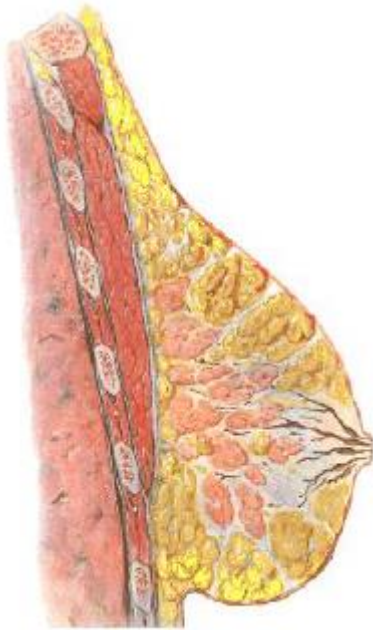


Figura 24

Mama vista frontal y corte sagital



Nota: En la figura 23 observamos una imagen frontal de la mama, con todos sus elementos internos y externos, en la figura 24 visualizamos un corte sagital que muestra la relación con pared muscular hasta el tejido retromamario. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 353), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Pulmones

Retomando el trabajo del Dr. Latarjet y Ruiz. (2019) podemos hablar sobre la anatomía de los pulmones, sus lóbulos, cisuras, irrigación e inervación, es de suma importancia recordar la anatomía de éstos, pues son los encargados de oxigenar la sangre de todo el cuerpo. Son órganos pares, situados en el tórax a ambos lados del mediastino estos tienen forma de semicono con su vértice en la parte superior y la base en la parte inferior.

El pulmón derecho pesa alrededor de 600 gr. Mientras que el izquierdo pesa aproximadamente 500 gr. Los pulmones tienen un color rosado claro en la niñez. A medida que el sujeto aumenta de edad el pulmón se impregna de polvo y otras sustancias que permiten marcar figuras poligonales que marcan el contorno de los lobulillos pulmonares.

Se distinguen 3 caras en los pulmones:

- Cara costal: está en contacto con el plano costointercostal.
- Cara mediastínica: se apoya en los órganos mediastínicos. En esta cara se encuentra el hilio pulmonar.
- Cara diafragmática: se moldea sobre el hemidiafragma correspondiente. Generalmente desciende más en la parte posterior que en la anterior.

Cisuras del pulmón

Son fisuras completas que atraviesan al pulmón de una cara a otra, lo dividen en lóbulos y esto a su vez nos ayuda a su estudio.

En el pulmón derecho existen dos cisuras: la oblicua mayor que comienza en la parte posterosuperior del hilio y asciende oblicuamente hacia atrás; y cisura horizontal menor que asemeja una ramificación de la cisura mayor y se desprende a la altura de la sexta costilla. A su vez las cisuras forman el lóbulo superior inferior y medio.

En el pulmón izquierdo solo existe una cisura que es la cisura oblicua, esta divide al pulmón en un lóbulo superior y uno inferior.

A su vez, cada lóbulo pulmonar tiene diferentes segmentaciones que se estudian más adelante con la segmentación de las arterias pulmonares.

Mediante ellos se lleva a cabo el intercambio gaseoso de dióxido de carbono por oxígeno. Para llevar a cabo correctamente su función estos mismos están conectados a la tráquea y al corazón.

Asimismo, los pulmones están envueltos en una especie de saco que es la pleura. Las pleuras también son órganos pares, (una para cada pulmón) son membranas serosas que están en contacto con la parrilla costal (pleura parietal) y con los pulmones (pleura visceral).

Para facilitar el movimiento y expansión del pulmón, la pleura secreta un líquido de color transparente y ligeramente amarillento llamado líquido pleural, en promedio el volumen de líquido pleural que hay en la cavidad pleural es de igual o menor a 20 ml.

Figura 25

Vista anterior y posterior de los pulmones

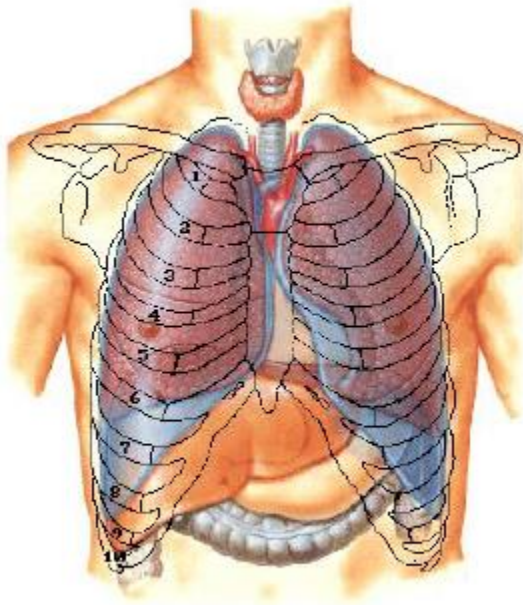
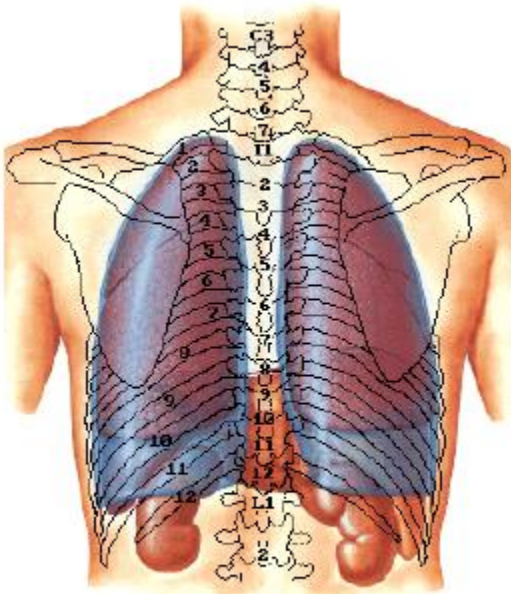


Figura 26

Vista anterior y posterior de los pulmones



Nota: Se observan los pulmones y el espacio que ocupan dentro de la caja torácica, asimismo se observan los recesos costodiafragmáticos (en azul) que forman parte de la pleura. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (pp. 369 y 370), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Figura 27

Pulmón derecho e izquierdo en vista medial



Nota: Se muestra la entrada del hilio pulmonar (flechas azules) y las cisuras (flechas negras) de cada uno de los pulmones, así como los lobulos. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 372), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Hilio pulmonar

Para que se lleve a cabo un adecuado intercambio de gases, los pulmones van conectados al corazón. De este modo se logra un adecuado cambio de sangre oxigenada por la no oxigenada.

El hilio pulmonar es bilateral, uno para cada pulmón. Es una depresión situada en la cara medial de ambos pulmones.

El hilio pulmonar es un conjunto de vasos sanguíneos, bronquios principales, nodos linfáticos y nervios.

Vascularización e inervación pulmonar

Para los pulmones existe una doble vascularización, lo que les permite tener una irrigación funcional y otra nutricia.

Irrigación funcional: es la sangre que viene de las cavidades derechas del corazón y en los pulmones se oxigena para posteriormente pasar a las cavidades izquierdas del corazón.

Irrigación nutricia: es la sangre que permite el aporte de nutrientes al tejido pulmonar. Es de origen aórtico.

Arterias pulmonares. Existen dos arterias pulmonares; derecha e izquierda. Son ramas terminales del tronco pulmonar, originado en el ventrículo derecho. Son arterias de circulación pulmonar.

Contienen sangre carbo-oxigenada. La sangre que circula en ellas va a baja presión. Poseen paredes delgadas y frágiles. Se pueden estudiar por angiocardiógrafa.

Pulmonar derecha. Las ramas segmentarias de esta arteria en el *lóbulo superior* son; a. segmentaria anterior, a. segmentarias apical y posterior.

En el lóbulo medio podemos encontrar a la a. lobar media, a su vez esta tiene las ramas; a. segmentaria medial, y a. segmentaria lateral.

En el lóbulo inferior se ramifican las arterias lobares inferiores que a su vez tienen a la a. segmentaria superior, a. subapical y a. segmentarias basales.

Arteria pulmonar izquierda. Recordemos que el pulmón izquierdo únicamente está dividido en dos lóbulos, por lo que la a. pulmonar izquierda únicamente ramifica en: arterias lobares superiores que a su vez se ramifican en a. segmentaria anterior, a. segmentarias apical y posterior, a. para la llingula puede presentarse de manera única o en dos ramas que son lingular superior y lingular inferior.

Arterias lobares inferiores: se segmenta en a. segmentaria basal anterior, a. basal lateral, a. basal posterior, y a. basal media.

Venas pulmonares. Las venas pulmonares, a diferencia del resto de las venas del cuerpo llevan sangre oxigenada, que también recogen sangre carboxigenada a partir de las venas bronquiales.

Las venas intersegmentarias forman las venas lobares, éstas a su vez y casi sin excepción llegan al atrio izquierdo del corazón.

Venas pulmonares derechas. Son dos: vena pulmonar superior derecha y vena pulmonar inferior derecha.

Yendo desde la parte superior del pulmón encontramos el lóbulo superior derecho que está drenado principalmente por tres venas que son: la v. apical, v. posterior y v. anterior cada una recibe la sangre del segmento del mismo nombre. En el lóbulo medio está drenado por la v. del lóbulo medio que se forma a partir de la unión de la porción lateral y la porción medial. En la parte inferior del pulmón en el lóbulo inferior encontramos que está drenado por la v. pulmonar inferior derecha que se compone de la v. superior y v. basal común.

Venas pulmonares izquierdas. Existen dos venas pulmonares izquierdas al igual que existen únicamente dos lóbulos.

Para el lóbulo superior está la v. pulmonar superior izquierda que se forma a partir de la reunión de las venas del culmen y de la llingula y a su vez forman dos troncos diferentes. Venas del culmen: v. apicoposterior y anterior, y v. lingular. Vena pulmonar inferior izquierda: se forma por una v. superior y v. basal común.

Circulación sistémica pulmonar

De acuerdo con Latarjet y Ruiz (2019) podemos agrupar la circulación pulmonar sistémica del siguiente modo:

Arterias bronquiales

Son las encargadas de la irrigación nutricia del pulmón y se oponen a los vasos de la circulación funcional. Pertenecen a la gran circulación o circulación mayor. y proporcionan al parénquima pulmonar y a las paredes bronquiales sangre oxigenada.

Arterias bronquiales derechas

Es única y en general, aproximadamente un 80% nace de un tronco común junto con la tercera a. intercostal aórtica derecha. Y también da ramas colaterales al esófago, pericardio, algunos nodos linfáticos y a la pleura parietal.

Arterias bronquiales izquierdas

En un 88% de los casos existen dos arterias izquierdas que se originan aisladamente de la aorta aproximadamente al nivel de la sexta vértebra torácica, y por detrás del bronquio principal izquierdo.

Drenaje venoso bronquial

De acuerdo con Zuckerkandl, Miller: *“existe un doble drenaje venoso de la sangre bronquial”*.

- A. La sangre venosa de los bronquios principales y lobares es drenada por vénulas de la circulación mayor, que terminan a la derecha en la v. ácigos y a la izquierda, en la v. hemiacigos en el tronco común de las venas intercostales superiores, afluente de la v. braquiocefálica. (Latarjet-Ruiz, 2019, p. 1103).

En cambio, el autor Ruiz (2019, p.1121) nos dice que:

“La sangre venosa distal (bronquios segmentarios y más allá de estos) es recogida por las venas pulmonares. Retorna pues al corazón izquierdo mezclada con sangre oxigenada, disminuyendo la saturación del oxígeno.”

Inervación del pulmón

Los pulmones tienen un complejo doble sistema de inervación autónoma que corresponde a inervación:

Parasimpática. Está dada por ramas del nervio vago. con ramos cortos: que se originan a la altura del bronquio principal. Constituyen el plexo nervioso pulmonar. Y ramos largos que se originan en los nervios laríngeos recurrentes, justamente por debajo de la a. subclavia de lado derecho, y del arco aórtico de lado izquierdo posteriormente forman el plexo pulmonar anterior.

Simpática. Se pueden distinguir tanto nervios directos como indirectos. Los **Directos.** Van desde el segundo al cuarto nodo torácico y llegan hasta la cara posterior de los bronquios principales. Forman el plexo pulmonar posterior. E **Indirectos.** que parten desde los nodos cervicotoracicos de manera bilateral. Y llegan al plexo cardíaco, se mezclan con las fibras largas del vago y en conjunto dan origen al plexo pulmonar anterior.

Tráquea

La tráquea tiene una trayectoria que inicia desde el cartílago cricoides y desciende aproximadamente hasta la cuarta y/o quinta vértebra torácica. De este modo en el adulto

promedio mide de 10-13 cm y tiene una media de 18-22 anillos, la tráquea está conformada por cartílago hialino. En general tiene un diámetro aproximado de 2.5 cm. La tráquea tiene una irrigación proveniente de la a. tiroidea inferior y la a. bronquial. Su drenaje venoso está dado por venas del plexo tiroideo inferior. Y su función es la de permitir el paso del aire desde la vía aérea superior a la vía aérea inferior.

Bronquios

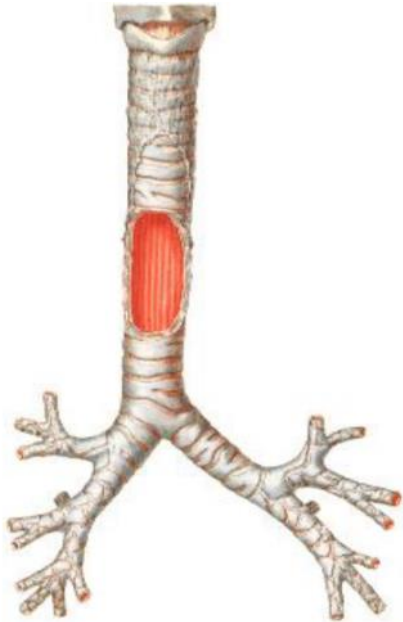
Existen dos bronquios principales: el derecho y el izquierdo. A su vez se dividen varias veces hasta formar los llamados bronquiolos, que tienen un calibre menor al bronquio principal. El bronquio principal derecho tiene un diámetro aproximado de 20-25 mm, está irrigado por raíces directas de la aorta torácica y de las a. intercostales. Su drenaje venoso está dado por las v. bronquiales profundas y v. ácigos y v. intercostales, está inervado por ramas del n. vago, n. laríngeo y plexo simpático. Y el bronquio principal izquierdo tiene un diámetro de 40 mm aproximadamente, está irrigado por aorta torácica y ramas de las intercostales, su drenaje venoso se da por v. bronquiales profundas y v. ácigos y v. intercostales. Su inervación se da por ramas del n. vago, n. laríngeo y plexo simpático.

Los dos bronquios principales se dividen en aproximadamente cinco bronquios lobares; a su vez estos se dividen en 19 bronquios segmentarios ; los bronquios segmentarios se dividen en 38 bronquios subsegmentarios; posteriormente se dividen en aproximadamente mil bronquios terminales, que continúan con treinta y cinco mil bronquiolos terminales; después se originan seis cientos treinta mil bronquiolos respiratorios y continúan con los conductos y sacos alveolares que son 4×10^6 ; para

finalmente terminan en los alvéolos que es donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso, el número de alvéolos es de 300x106. Ruiz- Latarjet, (2019).

Figura 28

Tráquea y bronquios principales



Nota: Observamos la tráquea de frente, desde su porción superior, hasta el ángulo de la carina y los bronquios principales derecho e izquierdo. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 375), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Segmentos pulmonares

Los segmentos pulmonares están dados por la distribución bronquial lobar. El pulmón derecho tiene diez segmentos y el pulmón izquierdo tiene solamente ocho segmentos, estos segmentos se dan a partir de las siguientes características:

1. Raíz broncovascular formada por su bronquio segmentario y arteria homóloga.
2. Forma piramidal con base periférica, cortical y con vértice hilar.
3. Tiene un drenaje venoso que se halla dispuesto en la periferia del segmento.

La división pulmonar por segmentos es de vital importancia porque nos ayuda a localizar con una mayor facilidad y asertividad las patologías en determinado segmento del pulmón.

El pulmón derecho tiene 3 lóbulos: superior, medio e inferior, a su vez el lóbulo superior tiene 3 segmentos que son el segmento apical (SI), segmento posterior (SII), segmento anterior (SIII); El lóbulo medio tiene el segmento lateral (SIV) y segmento medial (SV); finalmente el lóbulo inferior tiene 5 segmentos que son el segmento superior (SVI), segmento basal medial (cardíaco) (SVII), segmento basal anterior (SVIII), segmento basal lateral (SIX) y segmento basal posterior (X).

El pulmón izquierdo tiene únicamente 2 lóbulos, el superior y el inferior. El lóbulo superior tiene 4 segmentos pulmonares los cuales son el segmento apicoposterior (SI + SII), segmento anterior (SIII), segmento lingular superior (SIV) y el segmento lingular inferior (SV); el lóbulo inferior tiene 5 segmentos los cuales son el segmento superior (SVI), segmento basal medial (cardíaco) (SVII), segmento basal anterior (SVIII), segmento basal lateral (SIX) y segmento basal posterior (SX).

Figura 29

Vista anterior de segmentación pulmonar por colores

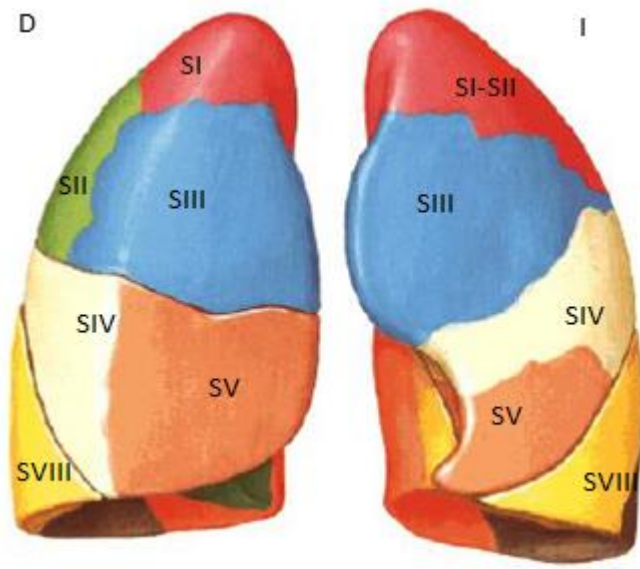
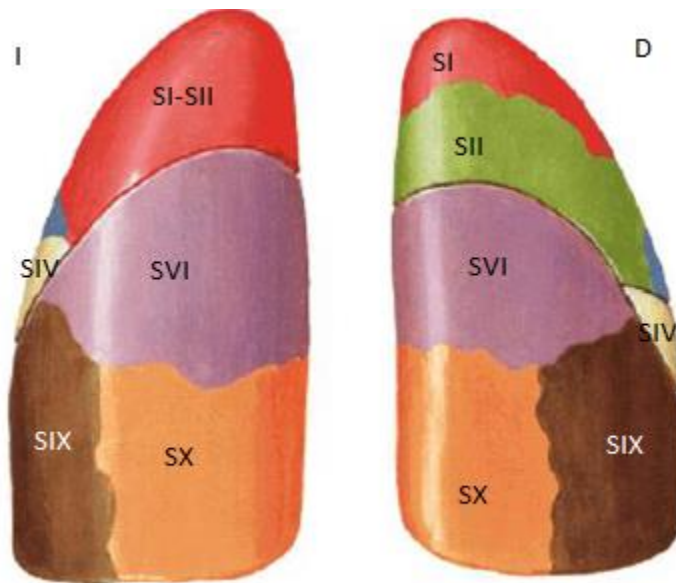


Figura 30

Vista anterior y posterior de segmentación pulmonar por colores



Nota: Podemos observar en la figura 29 una vista anterior de los pulmones, en la figura 30 una vista posterior, a su vez observamos pulmon derecho (D) y pulmon izquierdo (I)

ambos con la segmentación descrita en el subcapítulo *Segmentos Pulmonares*. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 373), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Figura 31

Vista medial de segmentación pulmonar a colores

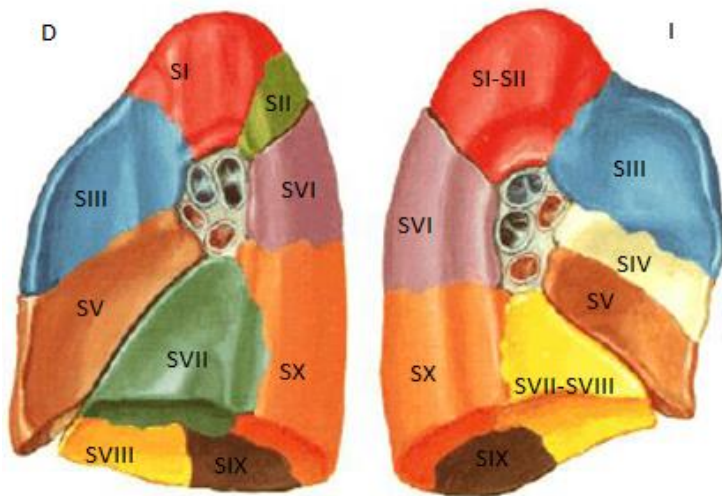
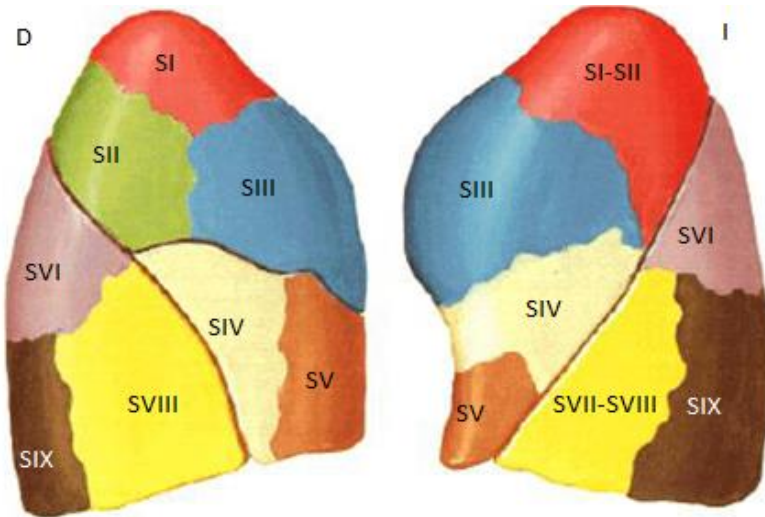


Figura 32

Vista medial y lateral de segmentación pulmonar a colores

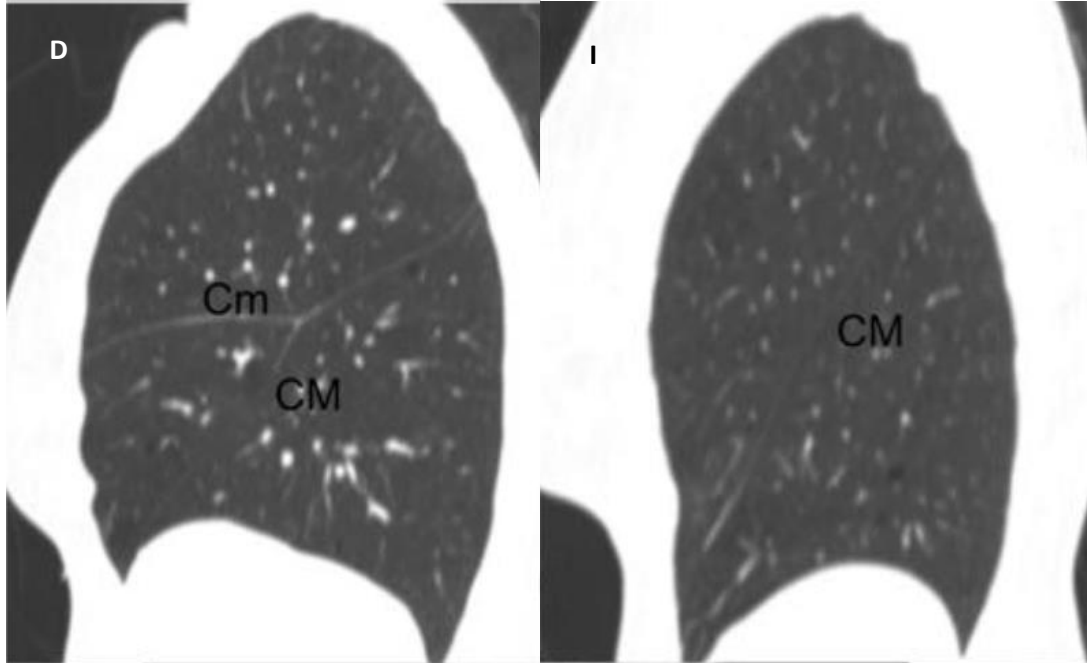


Nota: En la figura 31 observamos una vista medial y en la figura 32 una vista lateral, del pulmón derecho (D) y el pulmón izquierdo (I), de acuerdo con la segmentación descrita en el subcapítulo *Segmentos Pulmonares*. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 374), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

En una TC torácica con ventana de pulmón podremos distinguir los lóbulos pulmonares porque las cisuras se ven hiperdensas (color blanco), con un grosor aprox. De 2 cm que discurren oblicuamente desde la parte posterosuperior del pulmón hasta la parte anteroinferior, también se visualizan ambos campos pulmonares dentro de los cuales deberemos de distinguir los segmentos y demás anatomía descrita en el Capítulo II, Anatomía de Tórax apartado *pulmones*.

Figura 33

Cisuras pulmonares



Nota: Podemos observar el pulmón derecho (D) podemos observar sus cisuras y como recorren desde la parte posterior hacia la parte anterior del pulmón la cisura mayor se observa como CM y la cisura menor como Cm. El pulmón izquierdo se encuentra marcado con (I) y podemos observar su única cisura CM. Tomado de *Manifestaciones Radiológicas De La Patología Pleural*, por Vargas Díaz et al. 2018, SERAM.

Figura 34

Segmentación pulmonar en TC



Figura 35

Segmentación pulmonar en TC



Figura 36

Segmentación pulmonar en TC



Nota: TCAR toracica que muestra la segmentación pulmonar de ambos pulmones de acuerdo con la nomenclatura mostrada, a su vez se encuentra coloreado cada segmento para poder diferenciarlos adecuadamente. Tomado de *manual de tomografía para técnicos* (p. 133), por Costa y Soria, 2015, Elsevier España.

Mediastino

Es un espacio situado entre ambos pulmones que tiene relación superiormente con el estrecho torácico e inferiormente con la cúpula diafragmática; anteriormente se encuentra en relación con el esternón y posteriormente con la columna vertebral en su porción torácica.

El mediastino a su vez se divide en tres compartimentos que son: el mediastino anterior o prevascular que está detrás del esternón y delante de los grandes vasos; el mediastino

medio o visceral que va desde el límite posterior del mediastino anterior y hasta la cara posterior del pericardio; el mediastino posterior que está detrás del mediastino medio.

Mediastino anterior

Contiene al timo (en los niños) y restos del timo en los adultos; también contiene grasa mediastínica, vasos mamarios internos y ganglios linfáticos.

Mediastino visceral

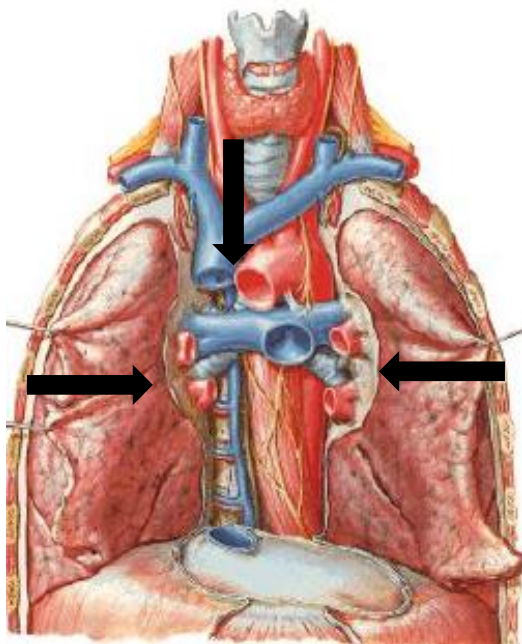
En este se encuentra el corazón, grandes vasos como la aorta ascendente y la v. cava superior, tráquea y bronquios principales junto con ganglios linfáticos.

Mediastino Posterior

Contiene al esófago que es parte del tubo digestivo, conducto torácico, aorta descendente y ganglios linfáticos.

Figura 37

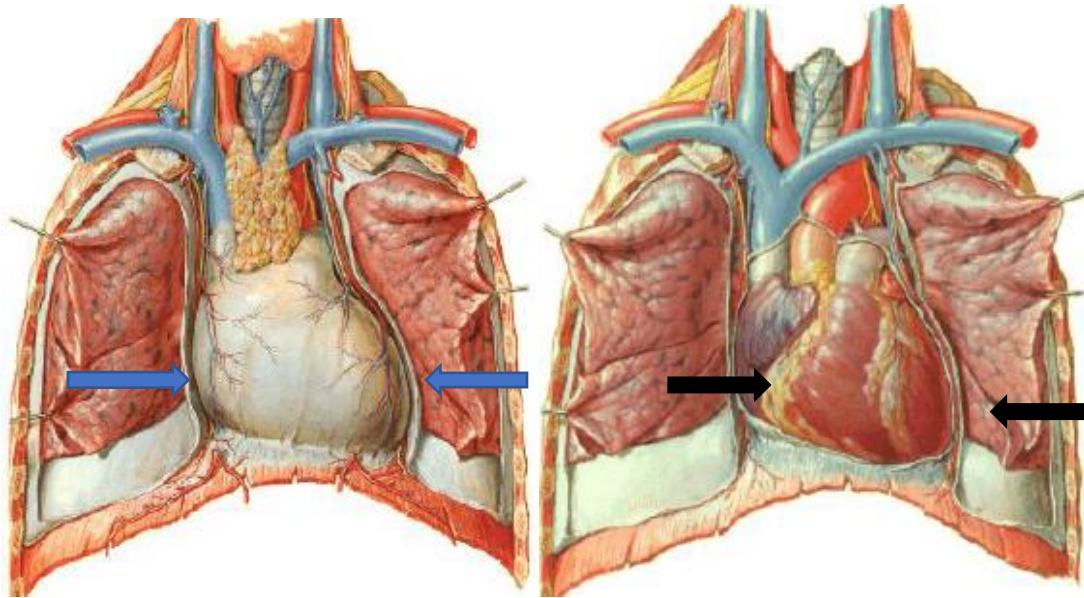
Mediastino vista anterior



Nota: Se observa el mediastino (flechas negras), exponiendo los grandes vasos. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (p. 377), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Figura 38

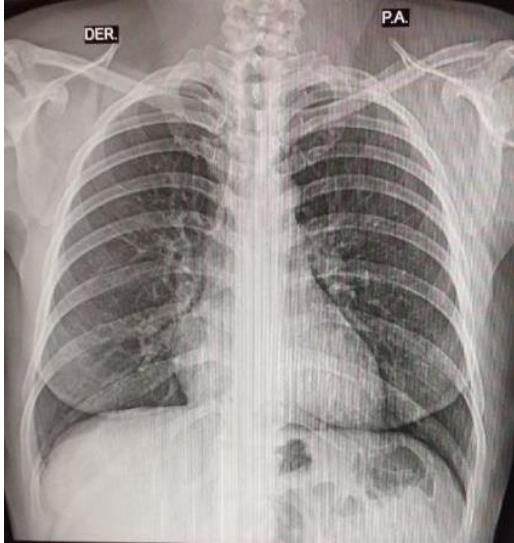
Corazón, vista anterior con pericardio y sin pericardio



Nota: Se observa en la figura 38 el pericardio envolviendo al corazón (flechas azules), y el corazón sin pericardio (flechas negras) y la relación que tiene dentro del mediastino. Tomado de *Atlas de Anatomía Humana* (pp. 383 y 384), por F. H Netter, 2019, Elsevier España.

Figura 39

Telerradiografía de tórax



Nota: Se observa una telerradiografía de tórax. Fotografía propia de paciente femenino complexión hiperesténica. Podemos ver los pulmones radiolúcidos (color negro) y el corazón radiopaco (blanco) y el espacio que ocupan dentro de la caja torácica.

Fisiología respiratoria

Para que el cuerpo humano pueda tener oxígeno que es básicamente lo que se necesita para el funcionamiento de muchos procesos, el sistema respiratorio lleva a cabo un intercambio gaseoso que es la función clave del pulmón, este proceso implica una ventilación alveolar y una perfusión pulmonar, que son proporcionadas para una adecuada captación de oxígeno (O₂) y eliminación de dióxido de carbono (CO₂).

Para que se pueda llevar adecuadamente este proceso de intercambio el pulmón integra otros procesos que son: ventilación pulmonar, difusión alveolocapilar de oxígeno, relación ventilación-perfusión, y transporte sistémico a los tejidos.

El desplazamiento de cualquier gas a lo largo del trayecto del árbol bronquial y en la zona de interfase alveolocapilar se desarrolla por difusión pasiva, esto quiere decir que va desde una zona de presión parcial superior a inferior.

Las moléculas de O₂ se transportan de dos formas a través de la sangre:

1. Unido a la oxihemoglobina (HbO₂), así se transporta un 97% del oxígeno.
2. Disuelta en el plasma, que solo representa un 3% del transporte del oxígeno.

Por otra parte, el CO₂ se desplaza de 3 formas distintas a través de la sangre:

1. En forma de bicarbonato, pues es el componente principal del CO₂, representa un 60%.
2. Disuelto en plasma, que representa un 10% del total.
3. Unido a la parte proteica de la hemoglobina, representa un 30% del transporte.

Los valores normales de presión de oxígeno en el alvéolo son de 80-110 mmHg.

La captación de O₂ está determinada por el gasto cardíaco y perfusión pulmonar, pero la eliminación de CO₂ depende únicamente de la ventilación alveolar. De este modo si la ventilación alveolar disminuye, la presión de CO₂ aumenta de manera proporcional y por consiguiente disminuye la presión de O₂ en el alvéolo lo que nos lleva a una hipoxemia. Una disminución de la ventilación alveolar puede verse ocasionada ya sea por alguna patología que afecta al sistema respiratorio o puede deberse a la función neuromuscular, esto de acuerdo con Torres (2016).

Para finalizar este capítulo, podemos concluir que conocer y describir la anatomía y fisiología de tórax es de suma importancia, porque al entender esta información el PAI puede ayudar a identificar si existe una patología y con ello orientar al médico radiólogo (MR) en su interpretación, describiendo eficazmente la anatomía humana de tórax.

Capítulo III. SARS-CoV2

Como ya hemos descrito en el capítulo I Antecedentes Históricos, la enfermedad SARS-CoV2 se originó en la ciudad de Wuhan, China en el año 2019 y rápidamente cobró víctimas mortales, por lo cual se realizaron investigaciones y avances de manera casi inmediata en el área médica respecto a esta enfermedad, dando una definición propia y estudiando su fisiopatología.

Definición del SARS-CoV-2

El virus del Síndrome Respiratorio Agudo Severo tipo 2, causante de COVID-19 pertenece a la familia taxonómica Coronaviridae. Esta familia se divide en cuatro géneros de los cuales la mayoría provocan enfermedades en animales domésticos, por lo tanto, son de gran interés para enfermedades en humanos.

Los coronavirus de interés humano pertenecen al grupo 1 y 2 que son llamados: Alphacoronavirus y Betacoronavirus, respectivamente. De esos dos grupos se destacan siete tipos de coronavirus que producen enfermedades en humanos.

Desde el punto de vista ecoepidemiológico los coronavirus están clasificados en dos: coronavirus adquiridos en la comunidad y zoonóticos. Aunque la presente investigación se centra en SARS-CoV2 que es de origen humano se ha encontrado que algunos tipos de coronavirus del género beta contienen información genética de origen zoonótico, para ser específicos de murciélagos. Aunque no se sabe con exactitud si el paso de animal a hombre se dio directamente o por medio de algún otro animal que podría servir como huésped para el coronavirus. La forma del coronavirus se asemeja a una esfera y su

tamaño es aproximadamente de 125 nm. Su genoma está constituido principalmente por ARN de cadena sencilla. Poseen una cápside de simetría helicoidal, constituida por la proteína de nucleocápside (N). Es la única proteína presente en el núcleo y se une al genoma viral en forma de “rosario”, por ello se cree que participa en la replicación del material genético una vez está en la célula. Los coronavirus tienen una envoltura lipídica constituida por tres capas: envoltura (E), membrana (M) y (S) que quiere decir espícula, del inglés *spike*. La espícula es lo que le da al coronavirus su característica Corona, a su vez es lo que permite la unión al receptor y posteriormente facilita su fusión con la membrana celular.

La Organización Mundial de la Salud, (2022) ha establecido las definiciones de los casos de COVID-19 de la siguiente forma:

Caso Sospechoso

Es el paciente con enfermedad respiratoria aguda o aguda severa, fiebre y al menos un síntoma de enfermedad respiratoria, o antecedentes de viaje a regiones con reporte de alto índice de contagios en los 14 días previos a presentar síntomas, o ya sea que haya estado en contacto con un caso confirmado de COVID-19.

Caso probable

Es un caso sospechoso con resultados no concluyentes en la PCR de SARS-CoV2. O ya sea que es un caso sospechoso y que no se ha realizado pruebas de laboratorio.

Caso confirmado

Es aquella persona con PCR de SARS-CoV2 positivo sin importar si presenta o no síntomas.

Con la finalidad de disminuir la diseminación del virus la OMS da las siguientes recomendaciones:

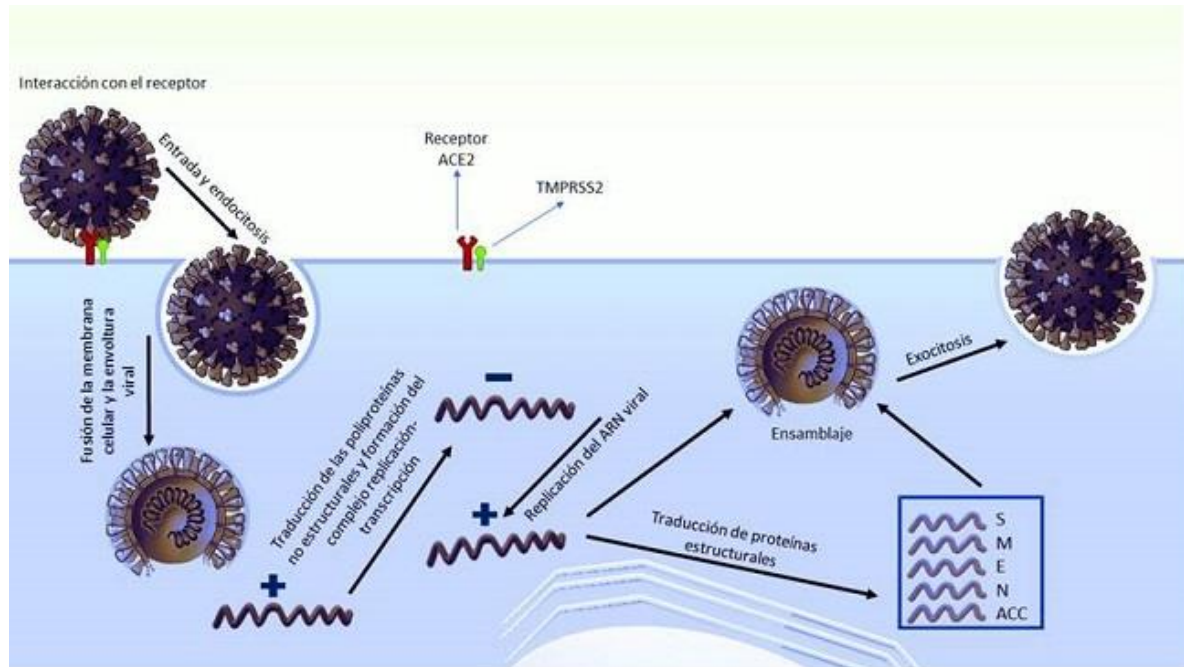
- Distanciamiento social
- Mantener una distancia de al menos 2 metros con otras personas o al menos las que presenten síntomas de enfermedad respiratoria.
- Lavado frecuente de manos o desinfección con alcohol.
- El periodo de incubación del COVID-19 va desde 2 hasta 7 días, aunque dependiendo del subtipo que sea puede llegar hasta las 2 semanas de incubación.

Fisiopatología del SARS-CoV2

El virus llega a la célula y primeramente lo que hace es buscar un receptor en la célula huésped. El receptor que utiliza el SARS-CoV2 es el ACE2 y se encuentra mayormente en las células que contiene el corazón, los riñones y/o los pulmones. Posteriormente pierde su envoltura y hace una réplica exacta de su información genética, hace un ensamblaje con las proteínas de la célula junto con sus componentes necesarios para vivir dentro del cuerpo, finalmente se libera para poder hospedarse en otras células y repetir este procedimiento.

Figura 40

Ciclo de Replicación Viral del SARS-CoV-2



Nota: Se observa la forma en que el virus hace interacción con el receptor de la célula hasta posteriormente hacer una réplica cuyo destino es el mismo receptor de otra célula. Tomado de “*Therapeutic alternatives for the management of COVID-19*” (p. 3) por J. Gómez et al, 2020, ciencias clínicas y patológicas.

En conclusión, del capítulo III podemos destacar que es importante comprender la sintomatología del SARS-CoV2 pues de ello dependen las precauciones que se deben tener en cuenta al momento de interactuar con un paciente, o con los compañeros dentro del área de trabajo.

Capítulo IV. Equipo de protección personal para atención del paciente con SARS-CoV2

El equipo de protección personal se define como “equipos, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades”, esto de acuerdo con Centro Nacional de Prevención de Desastres (2019).

Generalmente se piensa que un EPP es exclusivo de un trabajo de riesgo, todos lo hemos utilizado alguna vez ya sea en casa o en el trabajo. Ya sea desde usar unos guantes para tomar un objeto caliente o para evitar contaminarnos de alguna enfermedad, tal es el caso de los cubrebocas. Los EPP sirven para proteger de diversos riesgos que en general cuidan la cabeza, oídos, cara, ojos, vía respiratoria o miembros superiores e inferiores.

En nuestro país existen diversas normas oficiales que rigen y exigen el uso de estos equipos, a su vez estas normas están reguladas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Aunque el EPP nos proporciona cierto nivel de seguridad se debe tener en cuenta que se debe minimizar el riesgo antes, en el caso de contaminación por COVID-19 una buena medida para minimizar el riesgo es tener un lugar con adecuada ventilación y distanciamiento.

Además, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos a la hora de adquirir y utilizar un EPP:

- El EPP es exclusivamente personal.

- La talla debe ser la adecuada para cada individuo.
- Siempre utilizar el EPP en caso de riesgo o de entrar en una zona de riesgo.
- El EPP debe de estar en buenas condiciones, no debe de estar roto y debe cuidarse en medida de lo posible, pues garantiza nuestra protección.

En el caso del EPP que se emplea para el manejo de pacientes con sospecha o diagnóstico de COVID-19 los elementos que incluye el equipo son:

- Cubrebocas quirúrgico tricapa para la protección de nariz y boca.
- Respirador N95, FFP2 o su equivalente para la protección de nariz y boca.
- Goggles o careta para la protección ocular.
- Gorro desechable que puede ser opcional, aunque asegura una mejor protección para que nuestro cuerpo permanezca aislado de cualquier forma de contaminación de COVID-19.
- Bata de manga larga impermeable y desechable, al igual que el gorro permite mantenernos aislados del virus.
- Guantes de nitrilo o látex. Evitan tocar directamente al paciente y se deben desechar posteriormente.
- Protección para calzado: asegura que nuestro calzado permanezca libre de cualquier contaminación de COVID-19.

Tabla 4

Elementos del equipo de protección personal

| Cabeza | Tórax | Extremidades superiores | Extremidades inferiores |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
|  | | | |
|  | | | |
|  | | | |

Nota: En la tabla 4 se muestran los principales elementos del EPP de acuerdo con cada región anatómica del cuerpo.

El uso de EPP durante la pandemia de SARS-CoV2 ha sido de vital importancia pues con ello se redujo en gran medida el número de contagios y por ello es importante poder identificar y describir sus componentes y para que se utiliza cada uno de ellos, a continuación, en los siguientes capítulos se describe como se debe utilizar adecuadamente y como se debe retirar para posteriormente desechar o descontaminar.

Uso adecuado del equipo de protección personal para atención del paciente con diagnóstico de SARS CoV2

Como describen los autores (Ribas et al, (2020) Para la prevención y control de la enfermedad del SARS CoV2, se requiere implementar estrictas medidas para la atención de casos sospechosos o confirmados de esta enfermedad, debido a la transmisión de persona a persona o de trabajadores de la salud y durante procedimientos generadores de aerosoles, es importante limitar la diseminación de la enfermedad aplicando medidas para la atención a los pacientes.

Debido a que el profesional asociado en imagenología tiene contacto directo en la atención a pacientes diagnosticados con Covid-19 o sospecha de este, es importante que siga las medidas pertinentes de vestimenta para evitar contagios, pues al igual que la influenza y otras infecciones respiratorias como la tuberculosis pulmonar (TBP), cada gabinete debe promover acciones preventivas entre el personal y los usuarios para evitar la propagación de la enfermedad.

Tabla 5

Equipo de protección individual utilizado por el profesional asociado en imagenología en la atención de a pacientes con diagnóstico (Dx) de Covid-19

| MATERIAL | SECTOR COVID-19 | SECTOR NO COVID-19 |
|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Mascarilla (FFP2) | Si | Si |
| Mascarilla quirúrgica | Si | Si |
| Guantes | Si | Si |
| Doble guante | Si | No |
| Bata | Si | Si |
| Bata impermeable (overol) | Si | No |
| Protección ocular | Si | No |
| Protección de calzado | Si | No |
| Gorro | Si | Opcional |

Nota: descripción de los EPI utilizados de acuerdo con cada circuito. Recuperado de (Ribas, del Riego, & Perendreu, 2020).

En la tabla 4, se identifica el material apropiado a utilizar por el Profesional Asociado en Imagenología en la sala de tomografía para pacientes con el diagnóstico de Covid-19, a continuación, describiremos la colocación preestablecida que asegura la utilización del EPP de manera adecuada, la cual minimizará los riesgos de exposición y que no afecta la realización de los procesos de atención por parte del PAI.

- Realizar técnica completa de higiene de manos, con agua y jabón al ingresar a su área de trabajo y previo a la colocación del EPP
- El EPP debe colocarse antes de iniciar la atención del paciente
- Utilizar uniforme quirúrgico
- Utilizar calzado cerrado y antiderrapante.
- En caso de usar lentes fijarlos antes de colocarse los googles.
- Verificar que el equipo de protección esté completo y en buen estado antes de iniciar la colocación, así como los puntos de fijación o amarre a la colocación del EPP.
- Verificar la integridad del EPP (overol, bata, guantes, N95, etcétera.)
- Las partes del EPP más contaminadas son aquellas que tienen mayor contacto con el paciente, como son la cara anterior del EPP junto con mangas y guantes para dar las que deberá existir especial atención y cuidado durante su colocación y retiro.
- La cara (mucosa oral, nasal y conjuntiva) es la zona de mayor exposición que tiene el personal de salud, de ahí la importancia de no tocarla una vez colocado el EPP.
- El retiro de los elementos de protección facial debe realizarse en la fase final del EPP.

- Es necesario realizar entrenamiento al personal que brinda la atención y requiere colocarse un EPP, teniendo periódicamente un refrescamiento sobre la técnica de colocación y retiro de este, para asegurar la secuencia que se debe seguir.
- Queda estrictamente prohibido presentarse con maquillaje y todo artículo personal (collares, aretes, alhajas, pulseras, relojes, celulares, lapiceros, llaves, etcétera.)
- Todas las acciones se deberán realizar con cautela para evitar accidentes y poner en riesgo su salud.
- Restringir el ingreso a las áreas COVID a trabajadores de la salud que no estén directamente involucrados con la atención del paciente con Dx. de Covid-19.
- Al término de la jornada laboral dejar limpio y en orden el área de retiro del EPP
- Mujeres y hombres con cabello recogido.
- Hombres sin barba o patillas.
- Realizar sus necesidades fisiológicas antes de colocarse el EPP (miccionar o defecar).

De acuerdo con Lara Hernández, (2020) los pasos a seguir para la colocación del EPP son los siguientes:

Paso 1.- Lavarse las manos con agua y jabón durante 40-60 segundos.

Paso 2.- Lavarse las manos con alcohol-gel durante 20 a 30 segundos.

Paso 3.- Colocar el primer par de guantes con técnica abierta.

Paso 4.- Colocar la mascarilla N-95.

Coloque el respirador en la palma de la mano con la parte que se coloca sobre la nariz presionando con los dedos la banda metálica que va en la nariz. Tomar el cubrebocas en la palma de la mano (con la mano ahuevada), dejando que las bandas caigan sobre la mano. Sosteniendo debajo de la barbilla con la parte que se coloca sobre la nariz mirando hacia arriba La banda superior (en cubrebocas de banda única o doble banda) se coloca sobre la cabeza, descansando en el área superior de la parte de atrás de la cabeza. La banda inferior se coloca alrededor del cuello y debajo de las orejas. No cruzar las bandas una sobre la otra. Colocar la punta de los dedos de ambas manos en la parte superior del gancho de metal que cubrir la nariz (si tiene gancho). Deslizar hacia abajo la punta de los dedos por ambos lados del gancho de metal que cubre la nariz para moldear el área y que tome la forma de la nariz. Revisión de ajuste: colocar ambas manos sobre el respirador y aspirar un poco de aire para revisar si el respirador se ajusta totalmente a la cara. Si el aire se filtra alrededor de la nariz, reajustar la pieza de la nariz según lo indicado. Si el aire se filtra por los lados de la mascarilla, reajustar las bandas a lo largo de la cabeza hasta obtener un ajuste adecuado.

Paso 5.- Colocarse los lentes de plástico o los goggles.

Paso 6.- Colocarse el primer gorro desechable (no obstaculizar la visión), tomando en cuenta que se debe cubrir ambas orejas y cubrir perfectamente el cabello.

Paso 7.- Colocación del overol (se debe recordar asegurar el cierre, teniendo precaución de no romper los guantes con el mismo cierre.

Paso 8.- Colocar la bata o mandil de plástico teniendo en cuenta que en primer lugar se debe realizar el nudo a un costado, seguido de asegurarse de cubrir todo el tórax y finalmente cuidar de no traccionar el cinturón con demasiada fuerza para evitar romperlo.

Paso 9.- Colocación de la careta a la altura de la coronilla

Paso 10. Colocación del segundo gorro desechable cubriendo la parte superior de la careta.

Paso 11.- Colocar el segundo par de guantes sobre los puños de la bata y fijarlos con Micropore sin exponer la piel.

Paso 12.- Colocar las botas desechables, asegurando que las cintas queden bien ajustadas (pueden ser plásticas).

Paso 13.- Verificar los siguientes puntos asegura que el EPP es de la talla adecuada del personal, por lo que debemos asegurar esto levantando los brazos 90 grados girar 360° lentamente, intentar tocar puntas de pies, levantar al aire ambas manos.

Paso 14.- Ingreso al área de tomografía.

Paso 15.- Lavado de manos con alcohol-gel.

Retiro adecuado del equipo de protección personal después de haber atendido a un paciente con diagnóstico de SARS-CoV 2

Es importante que una vez terminada la atención al paciente con Covid-19, se proceda a retirar el EPP con mucha precaución y cautela, pues se considera que al haber tenido contacto directo con el paciente, es un fómite capaz de transmitir el virus a otra persona o área, por lo tanto se debe dirigir el PAI a una zona destinada al retiro seguro del EPP, en la que de ser posible se contará con un observador para auxiliar al PAI a supervisar el proceso de retiro apoyándose de una lista de instrucciones, comandos verbales y verificación visual para la realización adecuada de cada uno de los pasos. El observador tendrá la tarea de leer en voz alta la secuencia del retiro del EPP y llevar el conteo de estos. Al término de la actividad, se deberá realizar el lavado de manos con alcohol-gel. Nunca se debe distraer durante el proceso de retiro del EPP, ya que es un procedimiento de mucha seriedad que evitará el contagio.

De acuerdo con Lara Hernandez (2020) los pasos a seguir para el retiro del EPP son:

Paso 1.- Desinfección. Realizar cloración de todo el overol, con técnica aséptica (de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda) haciendo énfasis en los pliegues

Paso 2.- Retiro del gorro externo. Desde la parte posterior e inclinando la cabeza ligeramente hacia delante, retirar el gorro, realizarlo en un solo movimiento.

Paso 3.- Desinfección de guantes externos. Desinfectar los guantes externos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 4.- Retiro de la careta. En un solo movimiento hacia delante desde la parte posterior, tomarla, retirarla, colocarla y soltarla dentro de un recipiente con agua clorada (evitando salpicaduras).

Paso 5.- Desinfección de guantes externos. Desinfectar los guantes externos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 6.- Retiro de la bata o mandil de plástico. Deshacer el nudo de un costado, después traccionar hacia delante la bata o mandil desde el pecho hacia delante con una fuerza ligera, de arriba hacia abajo y de afuera hacia dentro y de manera envolvente ir retirando lentamente, finalmente desechar en el tánico con bolsa roja de residuo peligroso biológico infeccioso (RPBI).

Paso 7.- Desinfección de guantes externos. Desinfectar los guantes externos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 8.- Realizar cloración del tórax hasta las rodillas todo el overol, con técnica aséptica (de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda) haciendo énfasis en los pliegues.

Paso 9.- Retiro de par de botas. Desanudar las cintas de ambas botas, retirar la primera bota y colocar el pie en el área clorada, después hacer el mismo procedimiento con la otra bota, el zapato descubierto toca solo el área clorada, finalmente desechar las botas en el tánico o bote de RPBI.

Paso 10.- Desinfección de guantes externos. Desinfectar los guantes externos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 11.- Retirar el segundo par de guantes en técnica de pico.

Paso 12.- Inspección de guantes internos buscando roturas o signos de contaminación.

Paso 13.- Desinfección de guantes internos. Desinfectar los guantes internos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 14.- Retiro del overol. Bajar todo el cierre, tomar el gorro por la parte posterior y bajarlo en un solo movimiento rotatorio de adentro hacia afuera hasta los pies, sin tocar la esponja clorada, primero sacar los pies del overol y después las manos, luego quitar el overol de manera envolvente de adentro hacia afuera, realizando todo esto dentro del área clorada.

Paso 15.- Colocar el overol en un perchero especial y volver a desinfectarlo, o entregar overol al observador si está para que él lo realice.

Paso 16.- Desinfectar los guantes internos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 17.- Retiro del gorro. Desde la parte posterior e inclinando la cabeza ligeramente hacia delante, retirar el gorro en un solo movimiento.

Paso 18.- Desinfección de guantes internos. Desinfectar los guantes internos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 19.- Retiro de los goggles o lentes. Inclinar ligeramente la cabeza hacia delante, tomar la correa, levantarla ligeramente y retirar de un solo movimiento de atrás hacia delante desde la parte posterior, una vez retirados, soltarlos dentro de un recipiente con agua clorada evitando salpicaduras.

Paso 20.- Desinfección de guantes internos. Desinfectar los guantes internos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 21.- Retiro del cubrebocas N-95. Quitarse el cubrebocas jalando la banda inferior sobre la parte de atrás de la cabeza haciendo lo mismo con la banda superior sin tocarlo.

Paso 22.- Desinfección de guantes internos. Desinfectar los guantes internos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 23.- Pasar al área limpia. En una misma acción, tomar con la mano dominante el atomizador con cloro, y con la otra mano los googlees o lentes y careta, luego alzar el pie derecho y atomizar el zapato o bota y colocar ese pie en área limpia, después ya con estabilidad, atomizar los googlees o lentes y careta, finalmente alzar el pie izquierdo y atomizar el zapato y colocar ese pie en área limpia.

Paso 24.- Colocar los goggles, lentes y careta dentro de un recipiente dentro del área limpia para su lavado y posteriormente volver a utilizar.

Paso 25.- Desinfección de guantes internos. Desinfectar los guantes internos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

Paso 26.- Retirar guantes en técnica de pico y desechar en bolsa de RPBI.

Paso 27.- Desinfección de manos. Desinfectar las manos con alcohol-gel o clorhexidina de 20 a 30 segundos.

PASO 28.- Puede salir del área limpia para dirigirse a baño de regadera.

NOTA: en varias ocasiones se menciona la desinfección de guantes externos e internos pues éstos no se retiran hasta haber realizado el retiro de todo el demás EPP, finalmente se retiran guantes internos en el paso 24.

Para finalizar este capítulo podemos concluir que es de suma importancia comprender el uso correcto del EPP pues de ello depende en gran medida que el PAI o cualquier otro profesional de la salud pueda contaminarse en el momento de atender a un paciente con SARS-CoV2.

Capítulo V. Resultados

A continuación, se describen los componentes que tiene un equipo de TC y la función de cada uno de ellos para poder obtener las imágenes que buscamos en el Protocolo de Tórax, esto de acuerdo con el trabajo del autor Costa y Soria (2015). Cabe mencionar que si uno de los componentes falta o falla la obtención de imágenes sería imposible. Debemos destacar que en cada equipo pueden variar la forma o el tamaño de cada componente, pero finalmente tiene la misma función o similar de los que se describen a continuación.

Asimismo, describiremos el protocolo a seguir para la obtención de imágenes del tórax y los patrones radiológicos que se observan en un paciente con SARS-CoV2.

Componentes de un tomógrafo

Gantry

En su interior se disponen diversos componentes como lo son el tubo de Rx, la matriz de detectores, un generador de alta tensión, sistema de refrigeración del tubo de Rx, el sistema de adquisición de datos (DAS) y colimadores, y algunos soportes mecánicos que sostienen a los elementos antes mencionados; a la vez cada uno de los sistemas que se encuentran en el Gantry son controlados mediante ordenes electrónicas que son transmitidas desde la consola del técnico radiólogo.

Lateralmente, en la carcasa del Gantry se encuentra un sistema de botones que permiten el control de la camilla, ya sea para subir, elevar y centrar al paciente; para centrar al paciente el equipo de TC emplea un sistema de láseres y se utilizan puntos anatómicos externos para que el centraje sea posible. Estos botones también permiten una cierta

angulación al equipo que es de 30°, esto varía dependiendo de la marca y modelo del equipo, en algunos puede ser más o menos.

El gantry es un equipo con forma de dona y está cubierto por una carcasa generalmente de plástico que permite el paso de los rayos X. En el Gantry se introduce la camilla en la que se encuentra el paciente.

Tubo de rayos X

Es el encargado de producir los fotones que producen radiación ionizante que atraviesa al paciente, estos fotones atraviesan al paciente durante los 360° que rota el tubo alrededor del paciente. En teoría este tubo es similar al de rayos x convencional, pues los rayos que produce se generan al colisionar electrones de alta energía contra un material con alto punto de fusión.

El tubo de Rx consta de un filamento (cátodo) que es en el que se producen los electrones y estos electrones viajan en un vacío hacia la zona de impacto que es el ánodo. Al igual que en Rx convencional el cátodo posee carga negativa y el ánodo tiene una carga positiva. En el filamento se genera un calentamiento que produce una nube de electrones que viajan a una zona en específico del ánodo, esta zona es el foco.

El filamento mide alrededor de 0.2 mm, opone una cierta resistencia al paso de la corriente esto es lo que hace que se produzca ese calentamiento, cuando alcanza cierta temperatura es cuando los electrones se vuelven volátiles y rodean al cátodo.

El ánodo mide alrededor de 1 mm, es giratorio y dispone de un sistema que le permite disipar el calor que se libera al proyectar los electrones provenientes del cátodo. Al impactar éstos en el ánodo se libera un 1% de rayos X y un 99% de calor.

Para el caso de un equipo de TC el tubo de Rx debe ser capaz de generar un haz de radiación de entre 110-150 kilovolt (kV), para lograr esto el equipo lleva filtros de aluminio cuya finalidad es eliminar los haces de radiación de menor energía. A su vez, el equipo de TC requiere intensidades muy altas para lo que maneja aproximadamente 1,000 miliampere/segundo (mAs) por ello, el ánodo debe soportar temperaturas muy altas y disipar de manera eficaz el calor generado para que esto sea posible el ánodo gira a 16,000 revoluciones por minuto.

Generador

En TC un generador es el equipo eléctrico encargado de suministrar la energía requerida por el equipo de Rx.

En los equipos actuales el generador se instala dentro del Gantry, esto para evitar que haya más componentes y cables externos que puedan interferir con el trabajo del PAI o con la movilidad del paciente.

Detectores

En TC es cualquier medio capaz de captar radiación ionizante, recogen los rayos X que atraviesan al paciente para posteriormente transformarlos en corriente eléctrica y a la vez, esa corriente es transformada en imágenes por medio de la computadora.

Existen tres tipos de detectores:

- Detectores de cristal o centelleo.
- Detectores gas o cámara de ionización.
- Detectores solidos o semiconductores.

Los detectores más utilizados en TC han sido los de gas Xenón, al menos hasta la llegada de la TC helicoidal donde se sustituyeron por semiconductores, esto en el año de 1980. (Costa y Soria, 2015).

Sistema de adquisición de datos (DAS)

Es el mecanismo de interfase entre los Rayos X y la unidad que se encarga de la reconstrucción de la imagen.

Su función es recibir la señal electrónica que procede de cada uno de los detectores, convierte dicha señal en formato digital para poder procesarla en la computadora y transmite la señal a la unidad central, se amplifica de manera logarítmica, se almacena en un circuito y estos circuitos la transfieren a un convertidor análogo y éste último convierte esa señal en digital para que el ordenador pueda hacer automáticamente la reconstrucción. (Costa y Soria, 2015).

Colimadores

Al igual que en radiología convencional el colimador es el conjunto de medios técnicos que permiten limitar el área donde haz de Rx incide en el paciente y en este caso a los detectores. Existen dos colimadores en TC: colimador prepaciente: se encuentra en la carcasa del tubo o próximo a ella, influye en el grosor de corte y en la dosis recibida por

el paciente; y colimador predetector: está situado en la matriz de detectores, mejora la nitidez en la imagen.

De acuerdo con Costa y Soria (2015), los colimadores tienen dos funciones:

La primera disminuye la dosis de radiación que incide en el cuerpo del paciente.

La segunda es que reduce la radiación dispersa, por lo tanto, hay una mejora en el contraste de la imagen.

Cabe resaltar en este punto, que cada detector cuenta con su propio colimador, y su alineamiento debe ser exacto para poder obtener una imagen de buena calidad y sin interferir con los otros detectores.

Mesa de Exploración en Tomografía

Es la mesa es donde se coloca al paciente. La mesa se puede mover con los botones que se encuentran en el Gantry. Está fabricada con materiales de bajo número atómico, esto con el fin de que sea lo más radiotransparente posible, generalmente el material de la mesa es fibra de carbono, pues es un material resistente que soporta al menos 200 kg y de bajo número atómico.

El movimiento de la mesa en el momento de la exploración se sincroniza con el tubo de Rx, el ordenador y el Gantry, a su vez también está diseñada para realizar movimientos en automático con cada barrido que realiza el equipo.

Ordenador

Es la computadora que nos permite realizar las reconstrucciones y generar el protocolo para el estudio requerido. Como toda computadora requiere de ciertos componentes

físicos (hardware) y componentes digitales (software), que permiten el funcionamiento correcto.

Además, también nos permite guardar los estudios, esto con ayuda de una memoria de disco duro.

Consola de Control

Es una especie de torre de control desde la que se ejecuta el protocolo. En la consola de control es donde se elige cada parámetro que permite realizar el protocolo adecuado para cada paciente, parámetros como grosor de corte, kilovoltaje (kV), miliamperaje (mA), tiempo de estudio, administración de contraste.

Algunos equipos tienen dos consolas de control; una para el PAI y otra para el Médico Radiólogo (MR).

Almacenamiento de Datos

Los estudios se pueden guardar de dos formas distintas; la primera es en la computadora por medio de un disco duro, donde únicamente se almacenan de forma temporal ya que si se guardan demasiados estudios en el ordenador éste podría volverse lento a la hora de adquirir estudios, y la segunda es en un sistema PACS, por sus siglas en inglés Picture Archiving and Communications System y este método nos permite almacenar de forma permanente en la internet. Costa y Soria (2015).

A la vez este modelo de almacenamiento no solo nos permite guardar imágenes tomográficas, sino que también de las distintas modalidades de imagen radiológica.

A su vez el sistema PACS funciona por medio de un protocolo que es el llamado protocolo DICOM (Digital Imaging Communication on Medicine), este sistema nos permite hacer el intercambio de exámenes médicos pensado para el manejo, visualización, almacenamiento, impresión y transmisión.

Ahora que ya hemos descrito cada uno de los componentes de un tomógrafo, a continuación, se presentan imágenes que relacionan cada uno de los componentes con el texto anteriormente descrito.

Figura 41

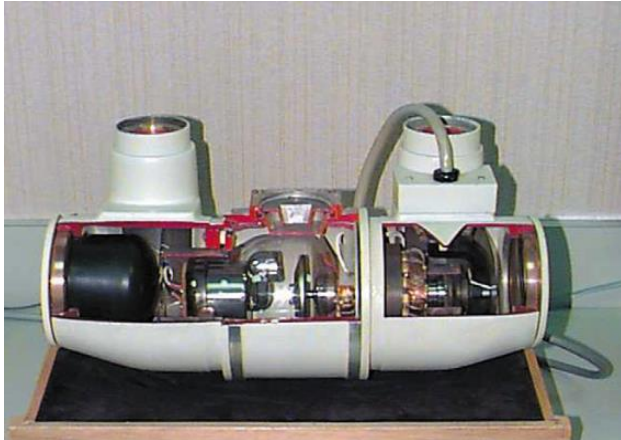
Foto de un Gantry



Nota: Se muestra el Gantry, visto desde la consola de control. Fotografía de autoría propia.

Figura 42

Fotografía de un tubo de rayos X



Nota: Tubo de Rx de un equipo de TC helicoidal. Tiene un ánodo de 15 cm de diámetro y 5 cm de grosor por lo que su capacidad para soportar el calor es muy alta. (Bushong, 2010, p. 373).

Figura 43

Fotografía de la consola de mando de tomografía computarizada



Nota: Se observa una fotografía de la consola de mando de una TC, fotografía propia.

Preparación y posicionamiento del paciente para una tomografía de tórax

En el siguiente apartado describiremos la preparación que requiere el paciente para una TC torácica de acuerdo con el trabajo de Costa y Soria (2015) y Guerreiro (2004) y posteriormente abordaremos la forma en que se debe posicionar al paciente, pues de ello dependerá la facilidad con la que el PAI realice su trabajo.

Aunque para este estudio generalmente el paciente no requiere preparación alguna, (a menos que se requiera la inyección de medio de contraste) es de suma importancia conocer el manejo que el PAI conozca el trato que se debe dar al paciente.

En pacientes pediátricos o adultos mayores se indica un ayuno de 6-8 horas respectivamente en caso de que se requiera la administración de anestesia para controlar al paciente.

Paso 1. Recepcionar al paciente y autenticar sus datos, e indicarle en dónde se ubica la sala en donde se le realizará el estudio. Posteriormente se le indica que debe esperar en la sala de espera a que sea llamado.

En el paso 1 debemos aclarar que la indicación de aguardar en la sala de espera es para pacientes ambulatorios, estables y que no tienen sospecha de SARS-CoV2. En el caso de pacientes con sospecha o confirmación de COVID-19 se deben realizar el procedimiento para colocación de EPP descrito en el capítulo 3, apartado “3.2 Uso adecuado del equipo de protección personal para atención del paciente con diagnóstico de SARS CoV2” y “3.3 Retiro adecuado del equipo de protección personal después de haber atendido a un paciente con diagnóstico de SARS CoV2”.

Paso 2. Usualmente, algunos de los pacientes pueden tener temor en momentos previos al estudio, por lo que es necesario identificarse (mencionar nuestro nombre y cargo) con el paciente y darle confianza y hacerlo sentir seguro, sobre todo en pacientes pediátricos y geriátricos. Debemos tratar al paciente con tranquilidad y comprensión, si el paciente tiene alguna duda acerca del estudio se debe atender siempre. La comunicación con el paciente es esencial para su cooperación. Una vez que se han verificado datos del paciente, se le debe explicar en qué consiste el estudio, riesgos y beneficios, así como indicaciones respiratorias que se le darán más adelante.

Paso 3. En caso de ser una paciente en edad fértil o cualquier sospecha de embarazo, se debe preguntar “si existe la probabilidad de que se encuentre embarazada”.

Paso 4. Realizar cuestionario para saber si está en ayuno (en caso de ser necesario), si tiene alguna enfermedad o condición de importancia, que medicamentos toma y también se debe preguntar sobre cualquier alergia que pueda existir.

Paso 5. En caso de que esté indicado la administración de medios de contraste el paciente debe firmar un consentimiento informado, además del que se menciona de forma oral en el Paso 2.

Paso 6. Se debe verificar e informar al Médico Radiólogo (MR) cualquier padecimiento del paciente e informar si existe la posibilidad de embarazo para tomar las precauciones pertinentes. En caso de que se requiera uso de MC se deben revisar estudios de laboratorio con niveles de creatinina en un rango promedio (0.5 – 1.3 mg/dL) ello con la finalidad de no comprometer la función renal.

Paso 7. Una vez que el radiólogo indica que se proceda con el inicio del estudio. Se le indica al paciente que se retire cualquier objeto metálico que lleve en el cuerpo y que pudiera interferir con el estudio, se le proporciona una bata y se le indica que se retire la ropa de la cintura hacia arriba. En el caso de pacientes mujeres se debe hacer énfasis en retirar el sostén, pues muchas veces éstos contienen varillas que interfieren en el área a explorar.

Una vez que se han realizado todos los pasos anteriores se procede a la siguiente parte que es el posicionamiento.

Posicionamiento

1. Se le indica al paciente que se recueste en la camilla del tomógrafo en decúbito supino, (o dorsal) con los brazos extendidos sobre la cabeza. Se debe hacer énfasis al paciente mencionando que la respiración será profunda y la debe de mantener en el momento que se le indique, así como se le debe aclarar que no realice ningún movimiento durante el movimiento de la camilla y durante la exploración.

Nota: se debe hacer énfasis al momento de indicar la respiración profunda pues de ello dependerá la adecuada expansión y visualización del parénquima pulmonar.

2. Se verifica que no haya objetos metálicos que puedan generar artefactos en el estudio.

3. En caso de que el paciente cuente con una canalización para la administración de MC, se debe corroborar que tenga permeabilidad la vía y que no quede con algún pliegue que impida el paso de éste.

4. En caso de que el paciente requiera inmovilización (pacientes pediátricos o con algún padecimiento que impida controlar los movimientos voluntarios) se deben utilizar dispositivos de inmovilización que incluyan lo siguiente:

- Utilizar únicamente dispositivos diseñados para la inmovilización.
- Utilizar dispositivos acolchonados para evitar lesiones en la piel.
- Colocar dispositivos que se puedan quitar fácilmente en caso de ser necesario.
- Utilizar dispositivos que no comprometan la circulación o la respiración del paciente.

Los puntos anteriores deben de realizarse correctamente para que el estudio se realice de forma adecuada, pues sin una posición correcta del paciente podría obtenerse un estudio de baja calidad, además de que con un posicionamiento adecuado evitamos repetir el estudio, con lo que ayudaríamos a que el paciente reciba la dosis más baja de radiación.

Protocolo de Tomografía de Tórax en SARS-CoV2

A continuación, se describe de forma detallada el protocolo empleado para tomografía de tórax a pacientes con sospecha o caso confirmado de COVID-19, pues existen diversos protocolos para el tórax, esto varía de acuerdo con la indicación médica que tenga el paciente. Por lo tanto, debemos aclarar que el protocolo descrito en la siguiente investigación es un protocolo de TC de tórax de Alta Resolución (TCAR), en un tomógrafo de 16 cortes.

De acuerdo con Costa (2015, p. 123):

La TCAR se ha vuelto el protocolo de elección para el diagnóstico de las patologías pulmonares difusas. La TCAR puede emplear la técnica convencional secuencial con cortes axiales múltiples que a su vez puede emplear la técnica helicoidal o multidetector.

Indicaciones Médicas para TCAR

- Fibrosis pulmonar.
- Enfisema pulmonar.
- Bronquiectasia.

- Neumonía.
- Etapificación de masas tumorales y seguimiento de éstas.
- Nódulos.

Posicionamiento

Se menciona en el apartado **4.2.2 Posicionamiento**.

Referencia anatómica para centraje

Articulación esterno-clavicular

Indicaciones al paciente

Inspiración profunda y mantener hasta que se le indique nuevamente que respire.

Scout view

Se realiza en anteroposterior (AP) desde encima de los hombros hasta el polo superior de los riñones para abarcar los ángulos costofrénicos de los pulmones.

FOV

De 300 a 350 mm.

Tabla 6

Protocolo de TCAR en un equipo de 16 cortes

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Factores técnicos | |
| kV | 120 |
| mAs | 350 |
| Tiempo de rotación | 0.75 s |
| Colimación | 1 mm |
| Grosor de corte | 1mm/5mm |
| PITCH | 1.5 |
| Ventanas | Mediastino/ pulmonar |
| Reconstrucción | En los 3 planos; MIP, MPR y 3D |

Nota: en la tabla 5 se describen los parámetros técnicos sugeridos para la realización de la TCAR, cada parámetro puede cambiar dependiendo de la cantidad de detectores del equipo.

El uso de contraste I.V. en la TCAR no es necesario, pues la indicación principal para este estudio es inspiración profunda, lo cual favorece aportando una adecuada expansión pulmonar y un medio de contraste natural que es el aire.

Reconstrucción y ventanas de una tomografía de tórax para el diagnóstico de SARS- Cov2

Es de suma importancia revelar en cuál de los segmentos pulmonares se encuentra una lesión, pues de este modo el MR puede evaluar la afección total que tiene el o los pulmones, por lo que el PAI debe enviar las ventanas adecuadas junto con sus

respectivas reconstrucciones. De acuerdo con Costa y Soria, (2015) se envían únicamente dos ventanas que son la mediastínica y la pulmonar con sus respectivas reconstrucciones en MIP, MPR, volumétrica y miniMIP, con imágenes en los 3 planos.

Ventana mediastino

La ventana de mediastino se utiliza en cualquier exploración torácica, los autores Costa y Soria, (2015) nos sugieren abarcar desde ápices pulmonares hasta ambas hemidiafragmas en donde se envíen cortes a los siguientes niveles:

Nivel Supra Aórtico. Donde se visualiza la tráquea que debe de ser ovalada y un diámetro aproximado de 2 cm, inmediatamente posterior a esta se debe visualizar el esófago que por lo general se verá cargado ligeramente a la derecha y aplanado, aunque a veces puede contener un poco de aire. Las estructuras vasculares más importantes que se deben visualizar a este nivel son la Vena Cava Superior (VCS) que se dirige al tronco braquiocefálico, y el tronco braquiocefálico derecho que se dirige a la arteria carótida primitiva izquierda.

Figura 44

Anatomía tomográfica a nivel supra aórtico

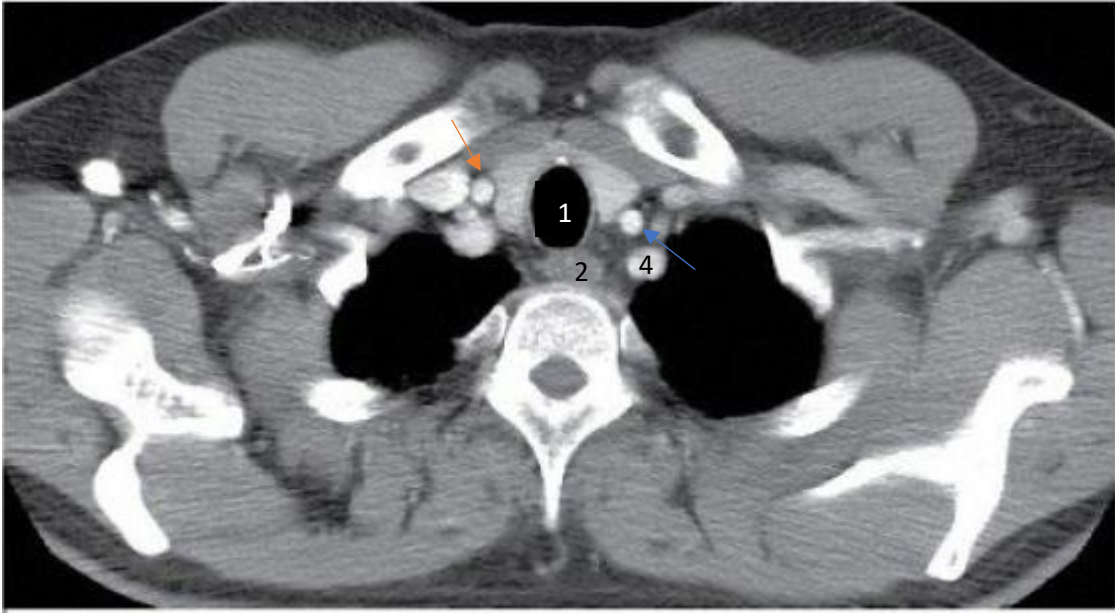


Figura 45

Anatomía tomográfica a nivel supra aórtico

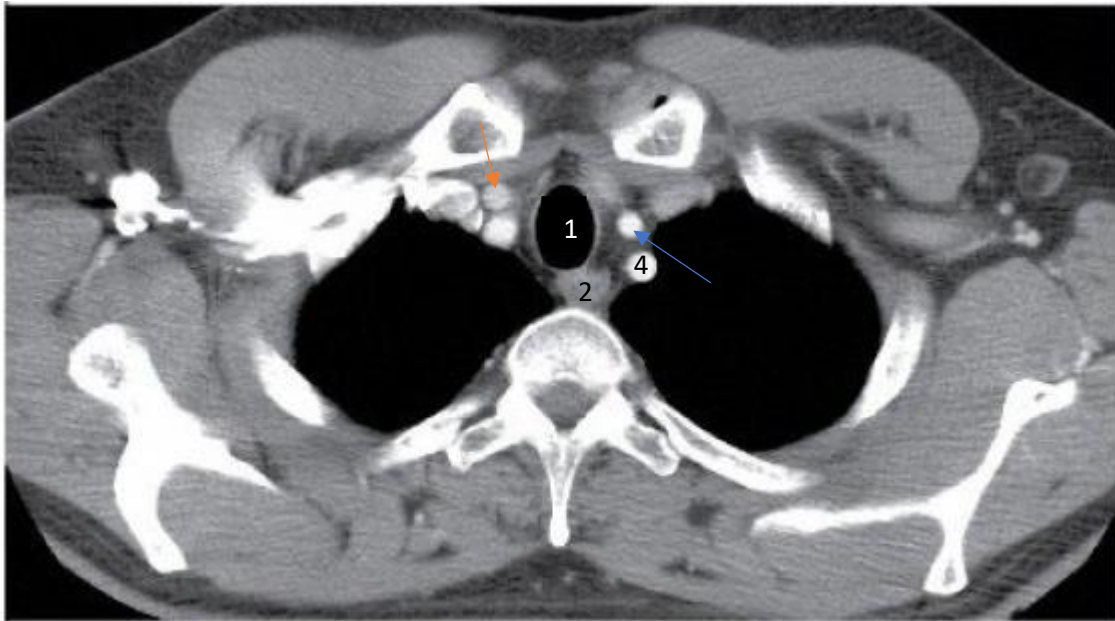
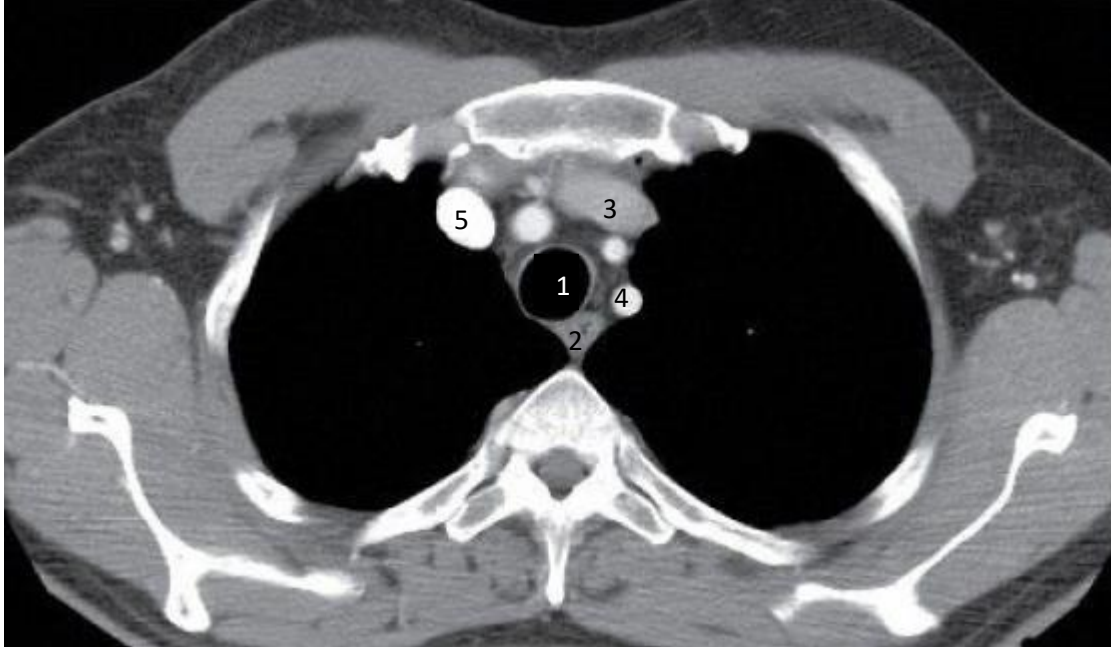


Figura 46

Anatomía tomográfica a nivel supra aórtico

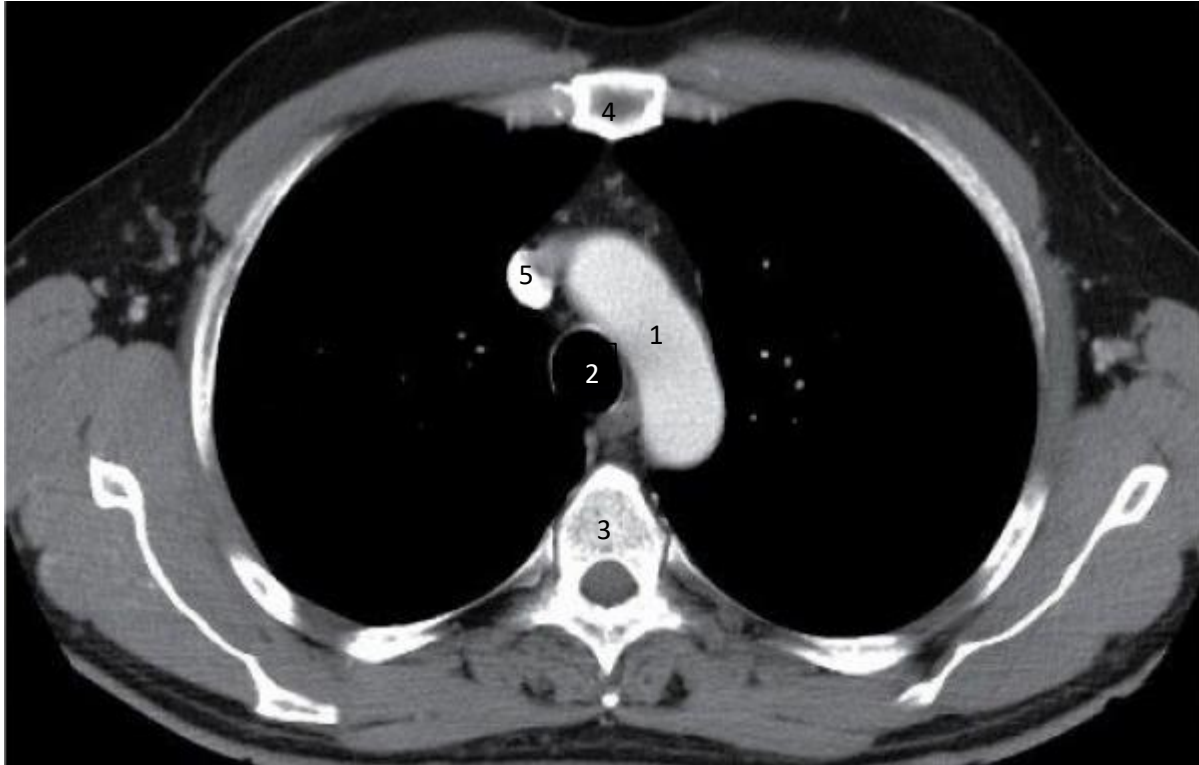


Nota: en las figuras 44-46 se visualiza la anatomía de una TC torácica en corte axial a nivel supra aórtico con ventana de mediastino reconstrucción miniMIP, visualizamos tráquea (1), a. carótida izquierda (flechas azules), a. carótida derecha (flechas anaranjadas), esófago (2), v. braquiocefálica izquierda (3), a. subclavia izquierda (4), v. braquiocefálica derecha (5). Tomado de *manual de tomografía dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico* (p. 129), por Costa y Soria, 2015, Elsevier España.

Nivel del Cayado Aórtico. El cayado o arco aórtico es una estructura que se visualiza con forma tubular y en U invertida. A la derecha de la tráquea se encuentra la VCS y esta se une de atrás hacia adelante a la vena ácigos.

Figura 47

Anatomía tomográfica a nivel del cayado aórtico.



Nota: visualizamos una TC toracica en corte axial, ventana de mediastino con reconstrucción miniMIP que muestra el cayado aórtico (1), tráquea (2), cuerpo de vértebra torácica (3), cuerpo esternón (4), vena braquiocefálica derecha (5). Tomado de *manual de tomografía dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico* (p. 130), por Costa y Soria, 2015, Elsevier España.

Nivel de la arteria pulmonar. Se debe visualizar el tronco de la a. pulmonar principal, las arterias pulmonares derecha e izquierda, los bronquios principales de ambos lados y el bronquio intermediario. La arteria pulmonar izquierda generalmente se visualiza más superior que la a. pulmonar derecha.

Figura 48

Anatomía tomográfica a nivel de la arteria pulmonar.

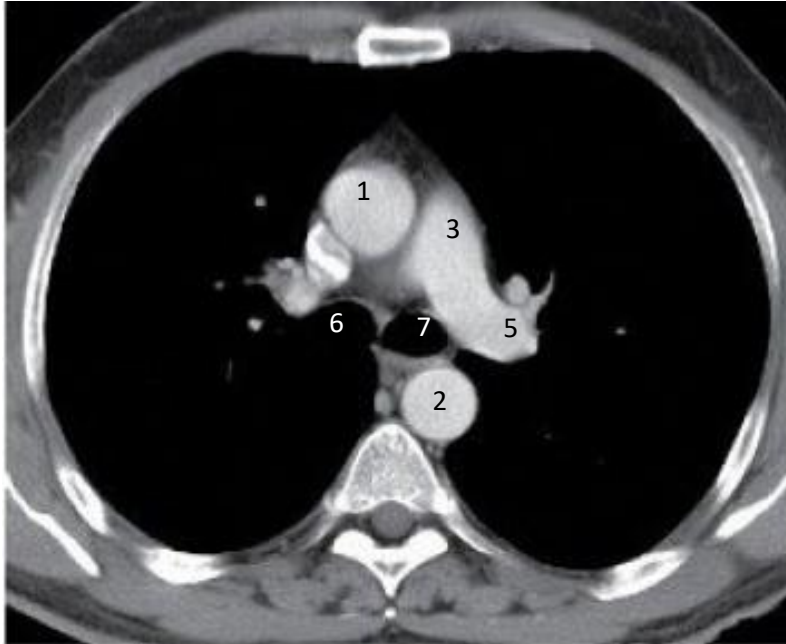


Figura 49

Anatomía tomográfica a nivel de la arteria pulmonar.

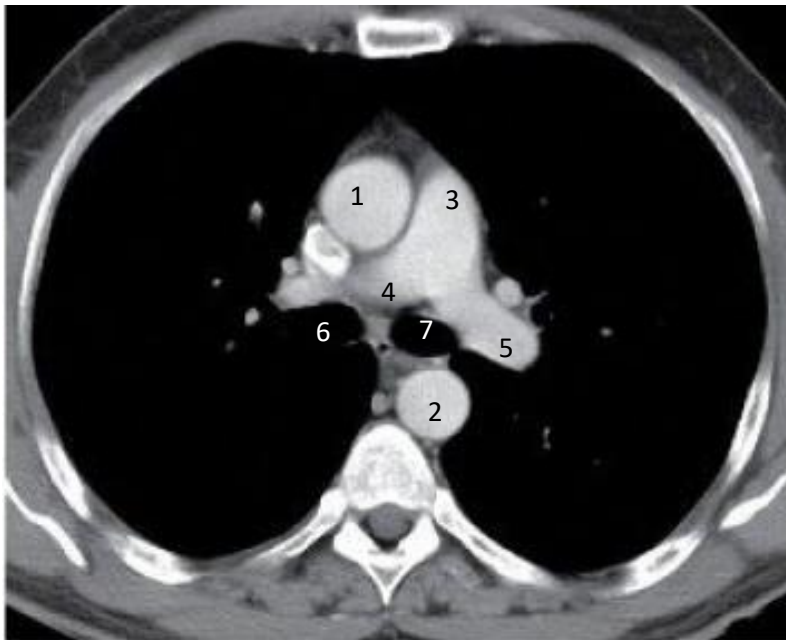
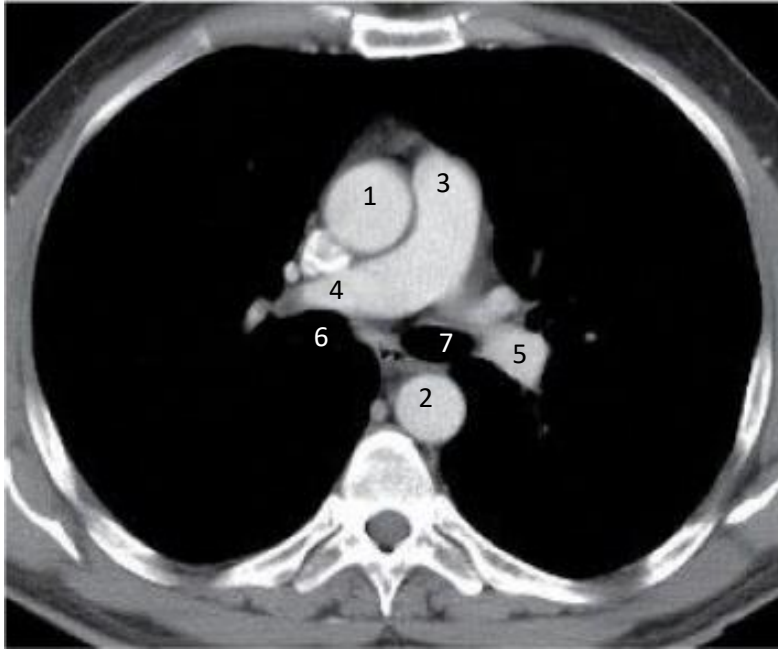


Figura 50

Anatomía tomográfica a nivel de la arteria pulmonar.



Nota: podemos visualizar una ventana de mediastino con reconstrucción miniMIP a nivel de la arteria pulmonar donde observamos la aorta ascendente (1), aorta descendente (2), tronco de la arteria pulmonar principal (3), a. pulmonar derecha (4), arteria pulmonar izquierda (5), bronquio principal derecho (6) y bronquio principal izquierdo (7). Tomado de *manual de tomografía dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico* (p. 131), por Costa y Soria, 2015, Elsevier España.

Nivel cardíaco. A este nivel se identifica la aurícula derecha del corazón, así como el ventrículo derecho, el pericardio y el tabique interventricular. También debemos visualizar la aurícula izquierda que ocupa la parte posterior y central del corazón; pueden

identificarse venas pulmonares que entran en la aurícula izquierda. La aurícula derecha ocupa el borde cardíaco derecho. El ventrículo derecho ocupa el espacio que está anterior al esternón.

Figura 51

Anatomía tomográfica a nivel cardíaco.

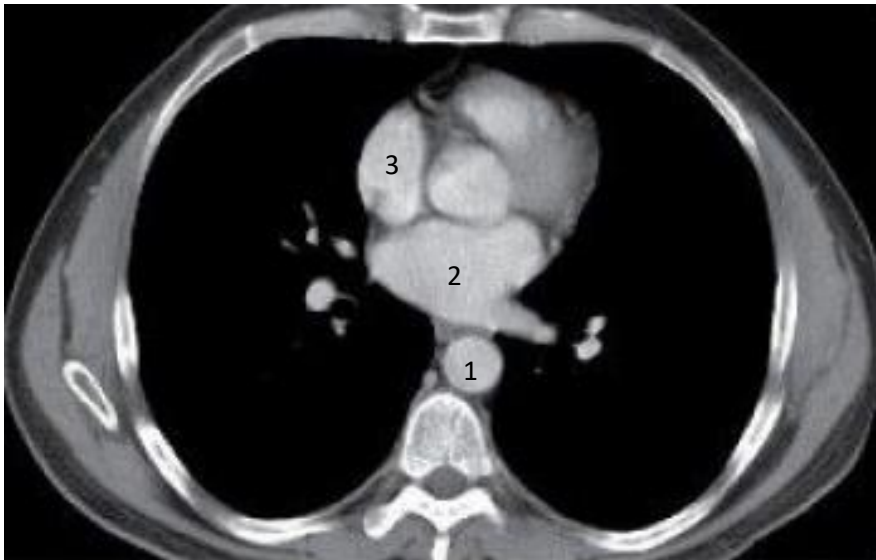


Figura 52

Anatomía tomográfica a nivel cardíaco.

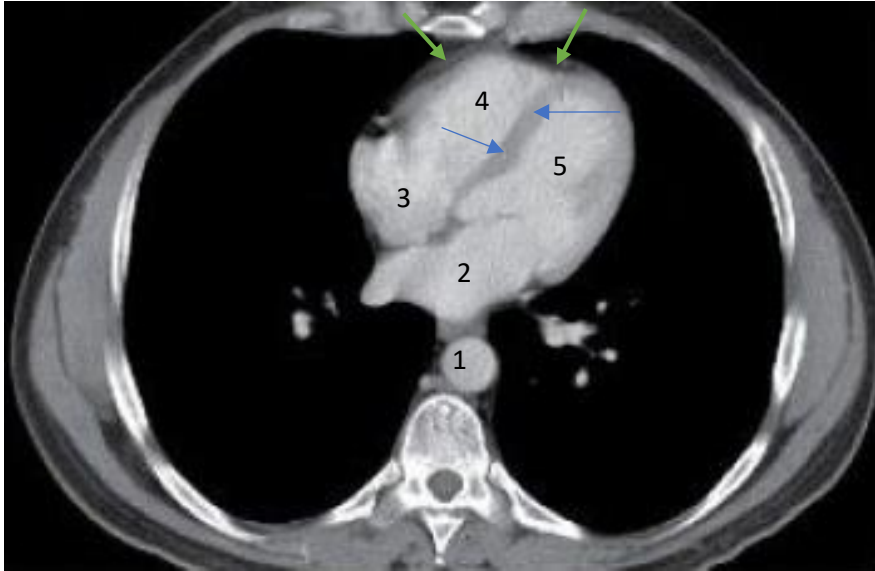
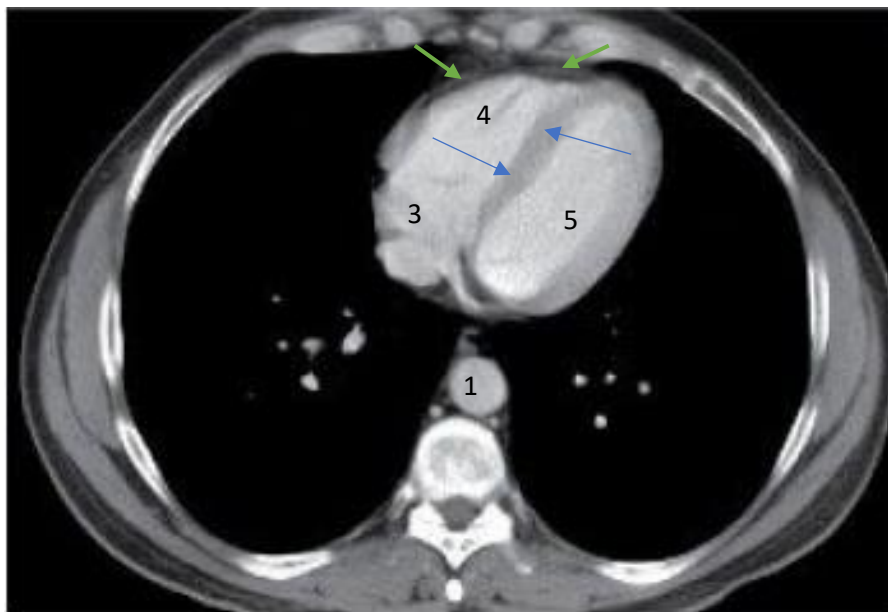


Figura 53

Anatomía tomográfica a nivel cardíaco.



Nota: TC toracica con ventana de mediastino y cortes axiales con reconstrucción miniMIP en la que podemos observar aorta descendente (1), aurícula izquierda (2), aurícula derecha (3), ventrículo derecho (4), ventrículo izquierdo (5), tabique interventricular (flechas azules), pericardio (flechas verdes). Tomado de *manual de tomografía dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico* (p. 132), por Costa y Soria, 2015, Elsevier España.

Ventana pulmonar.

En la presente investigación es de suma importancia la ventana pulmonar pues con ello estudiamos los pulmones, que son los órganos más afectados por el SARS-CoV2. En el protocolo de TCAR toracica, estudiaremos los segmentos pulmonares y con ello el PAI colabora interdisciplinariamente enviando las imágenes correctas para que el MR pueda dar un correcto diagnóstico y posteriormente el médico tratante pueda realizar un adecuado tratamiento para el paciente con SARS-CoV2.

Reconstrucciones bidimensionales (2D) para TCAR

Reconstrucción multiplanar (MPR). Con esta reconstrucción podemos obtener imágenes en cualquier plano (axial, sagital o coronal u oblicuo), con la mejor resolución posible, esto con ayuda de algoritmos que el ordenador ya trae preconfigurados para identificar las estructuras torácicas esto permite el PAI obtener las imágenes en tiempo real, por lo que esta técnica aumenta la confiabilidad y sensibilidad.

Proyección de máxima intensidad (MIP). Sus siglas en inglés son Maximum Intensity Projection. Con esta reconstrucción el ordenador utiliza los píxeles de mayor atenuación, de este modo cuando el ordenador realiza la suma de un grupo de varios cortes consecutivos se permite que haya una mejor discriminación de estructuras nodulares respecto a las tubulares. Esto en la TCAR nos permite distinguir de mejor manera la distribución del árbol vascular, aunque este tipo de reconstrucción nos ayuda y tiene una mejor sensibilidad para los pequeños nódulos pulmonares. Este tipo de reconstrucción nos permite obtener cortes de 10-15 mm de espesor.

Proyección de Mínima Intensidad (miniMIP). Las siglas en inglés son Minimum Intensity Projection (miniMIP). Con la ayuda de esta reconstrucción obtenemos el vóxel de menor atenuación por lo que es de gran utilidad para las patologías en las que el parénquima pulmonar tiene una densidad disminuida, en otras palabras, nos permite ver alteraciones de la vía aérea, enfisema y también zonas en donde el parénquima pulmonar tiene una destrucción.

Reconstrucciones tridimensionales (3D)

Representación volumétrica (VR). Con la ayuda de esta configuración en el ordenador podemos obtener imágenes que tienen una gran aproximación con los órganos tal como son en realidad, por ello es de gran utilidad para realizar planificaciones quirúrgicas, pero sobre todo al estudiar la vascularización pulmonar.

Reconstrucción de superficie sombreada (SSD). Generalmente se emplea en la broncoscopia virtual y como su nombre lo dice nos permite visualizar una representación

tridimensional y no invasiva del árbol bronquial, tiene una gran visión anatómica y además no existen complicaciones al ser un método no invasivo, nos ayuda a realizar planificaciones quirúrgicas para intervenciones de la vía respiratoria.

Figura 54

Reconstrucciones 3D

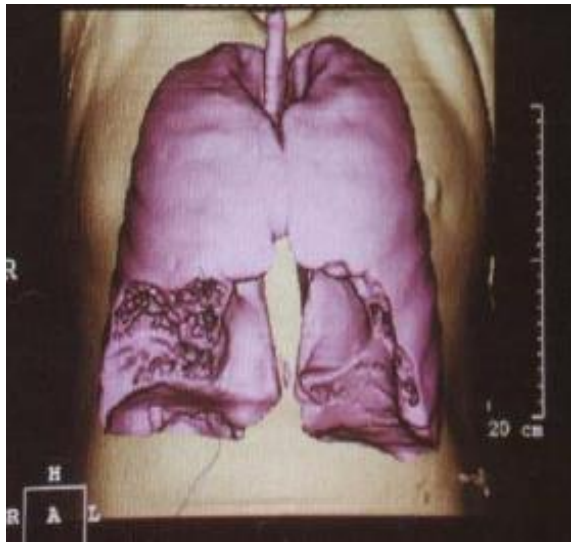
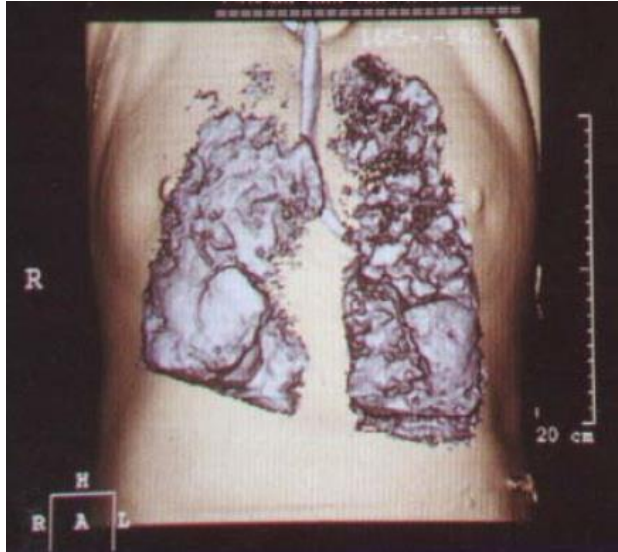


Figura 55

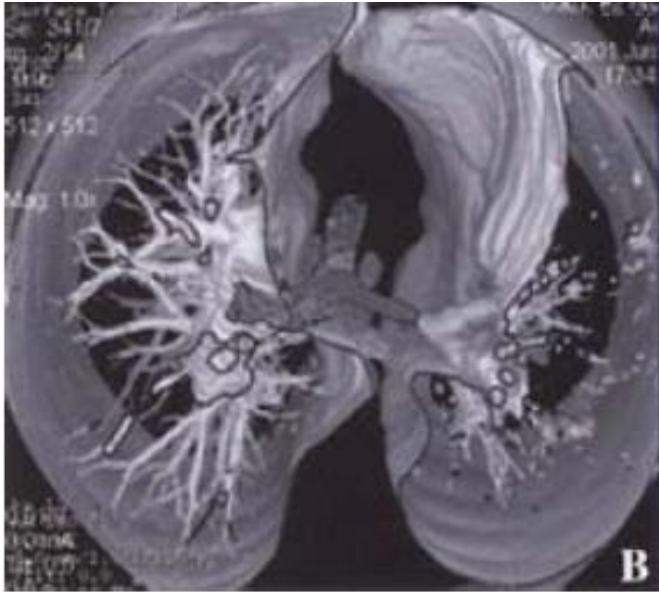
Reconstrucciones 3D



Nota: en las figuras 57 y 58 se muestra una reconstrucción VR que nos muestra el gran parecido anatómico que nos permite realizar el equipo de TC. La figura de la derecha nos muestra como se ve un pulmón sano y la figura de la izquierda nos muestra un pulmón con patología. Tomado de *tomografía axial computada en el diagnóstico de patologías pulmonares* (pp. 22 y 32), por M. G. Martins, 2004, universidad nacional general de San Martín.

Figura 56

Reconstrucción 3D de superficie sombreada



Nota: podemos observar cómo se ve una broncoscopia virtual obtenida a partir de la reconstrucción SSD. Tomado de *Broncoscopia Virtual: Alternativa Diagnóstica en Patología de la Vía Aérea*, (p. 6), por R. Pefaur et al, 2001, Clínica las Condes.

Patrones radiológicos

De acuerdo con Costa y Soria (2015) en TCAR existen 4 patrones radiológicos que son los básicos, por el contrario, Giménez y Franquet (2013), añaden un patrón radiológico, por lo que describiremos en la presente investigación 5 patrones radiológicos, y a partir de ellos el MR puede orientarse para dar una descripción adecuada de la patología que presenta el paciente.

Por otra parte, es importante saber que las enfermedades infiltrativas difusas no presentan un patrón único, es decir que presentan patrones mixtos. Con esto podemos entender que el tipo de patrón radiológico y la distribución anatómica de las lesiones nos

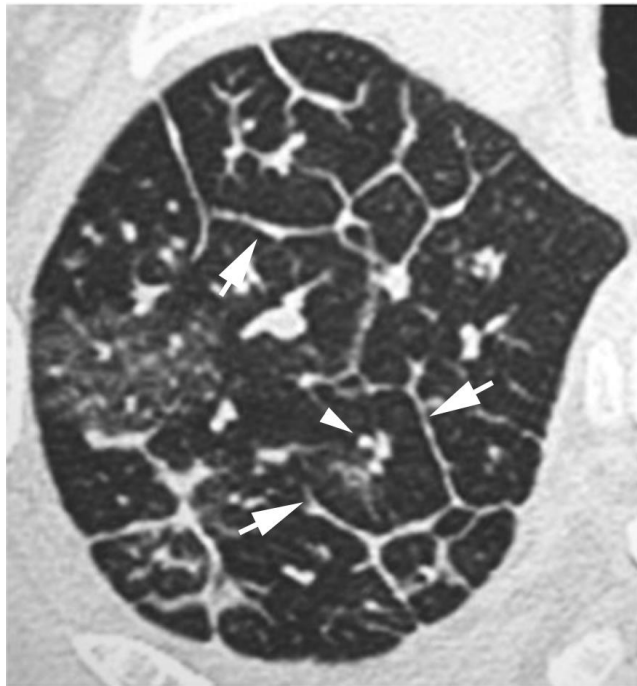
indican el diagnóstico de la enfermedad infiltrativa difusa. Los 5 patrones radiológicos que podemos encontrar en la TCAR son:

Patrón lineal-reticular

Es un engrosamiento intersticial a nivel de los septos interlobulares, por lo que se observa en la TCAR como imágenes de varios centímetros, se hallan en la periferia de los pulmones y perpendiculares a la superficie pleural, esto da origen a las denominadas líneas B de Kerley. El engrosamiento septal puede ser liso que se produce generalmente en el engrosamiento intersticial pulmonar, y/o nodular que se produce en el linfoma y sarcoidosis.

Figura 57

TCAR con patrón lineal-reticular



Observamos una TCAR MPR corte axial, donde las flechas blancas señalan un engrosamiento septal interlobulillar de tipo liso. Tomado de patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial, (p. 99), por A. Giménez y T. Franquet, 2013, Seminarios de la fundación Española de reumatología, 14, (4).

Figura 58

TCAR con patrón lineal-reticular

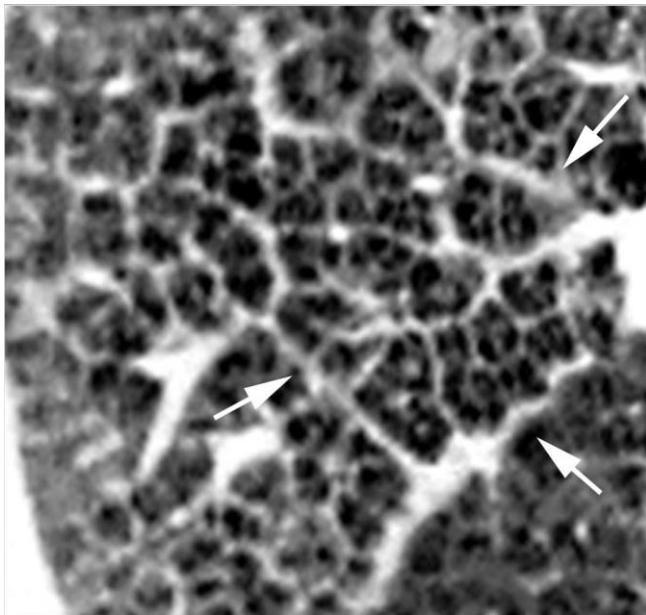


Figura de TCAR, localizada en el pulmón derecho, corte axial y MPR, donde visualizamos un patrón reticular (flechas blancas), con engrosamiento del intersticio intralobular. Tomado de patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial, (p. 99), por A. Giménez y T. Franquet, 2013, Seminarios de la Fundación Española de Reumatología, 14, (4).

Patrón Nodular

En este patrón radiológico los nódulos pueden clasificarse como de pequeño tamaño que son menores a 2 milímetros (<2mm), o miliares que abarcan de 1 a 2 mm. También es frecuente hallar un patrón micronodular que se relaciona con patologías como la sarcoidosis, enfermedades granulomatosas o tuberculosis. En este patrón es de gran importancia prestar atención a la localización anatómica de los nódulos pues de acuerdo con la localización es el diagnóstico sugestivo.

Si la localización es perilinfática entonces es una imagen sugestiva de sarcoidosis, silicosis o linfagitis carcinomatosa; una distribución aleatoria es sugestiva de tuberculosis miliar o metástasis; los nódulos centrolobulillares son sugestivos de patología inflamatoria o infecciosa de la vía aérea o del espacio peribronquiolar.

Figura 59

TCAR con patrón nodular

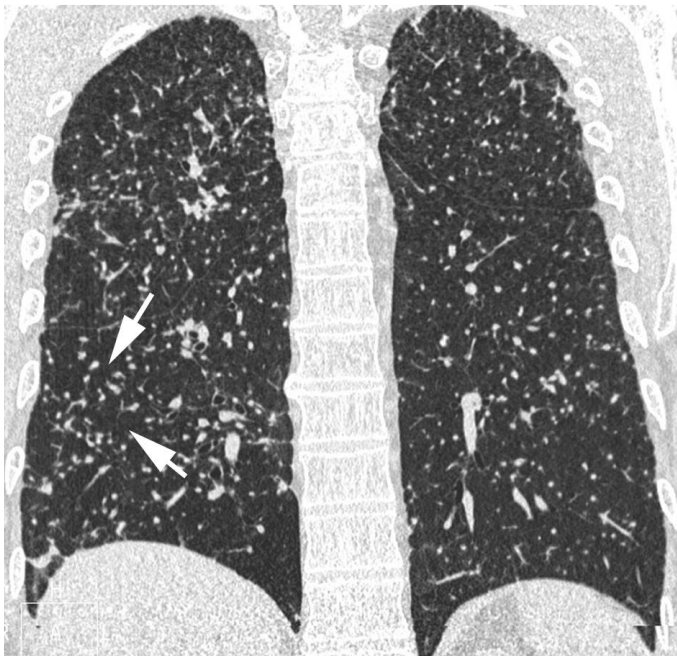


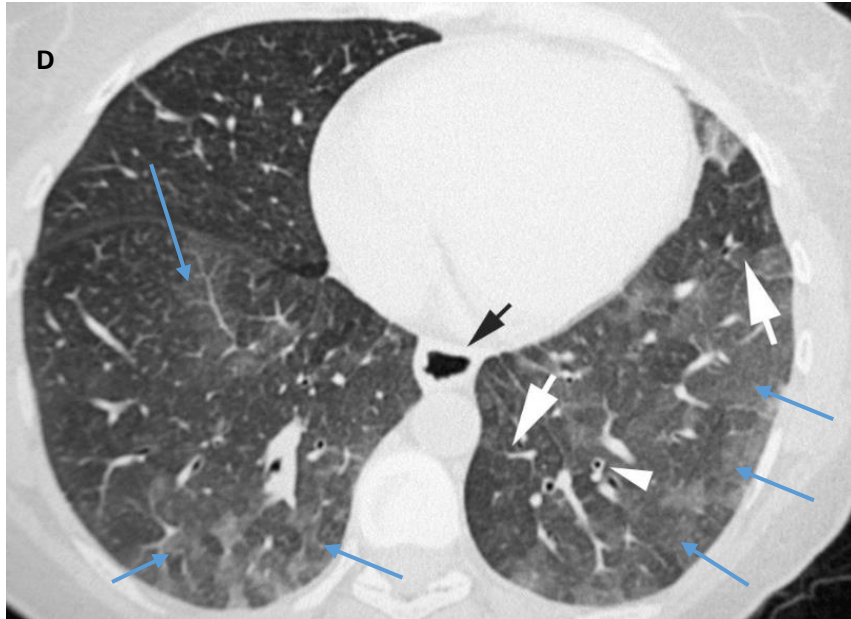
Figura de una TCAR MPR, corte coronal que nos muestra múltiples nodulillos pulmonares (flechas blancas) de distribución aleatoria, correspondiente a un patrón miliar. Tomado de patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial, (p. 99), por A. Giménez y T. Franquet, 2013, seminarios de la fundación Española de reumatología, 14, (4).

Patrón en vidrio deslustrado

Como su nombre lo indica, este patrón radiológico se asemeja al vidrio deslustrado o despulido, da un aspecto *borroso* en la TCAR. Aunque no borra las estructuras anatómicas si aumenta la densidad pulmonar que esta circundante a las estructuras vasculares. Es un patrón inespecífico asociado a enfermedades alveolares, intersticiales o mixtas, tales como son proteinosis alveolar, neumonía lipoidea exógena, hemorragia alveolar y en la infección por *Pneumocystis jiroveci*. Aunque las imágenes que observamos con este patrón radiológico parecen muy graves generalmente la mayoría de las patologías que nos indica son potencialmente tratables.

Figura 60

TCAR con patrón en vidrio deslustrado



Observamos una TCAR con MPR en corte axial, donde las flechas blancas nos indican engrosamiento de las paredes bronquiales, las flechas azules muestran el área de vidrio deslustrado dentro de los pulmones, la letra D nos indica que es el pulmón derecho. Tomado de patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial, (p. 99), por A. Giménez y T. Franquet, 2013, seminarios de la fundación Española de reumatología, 14, (4).

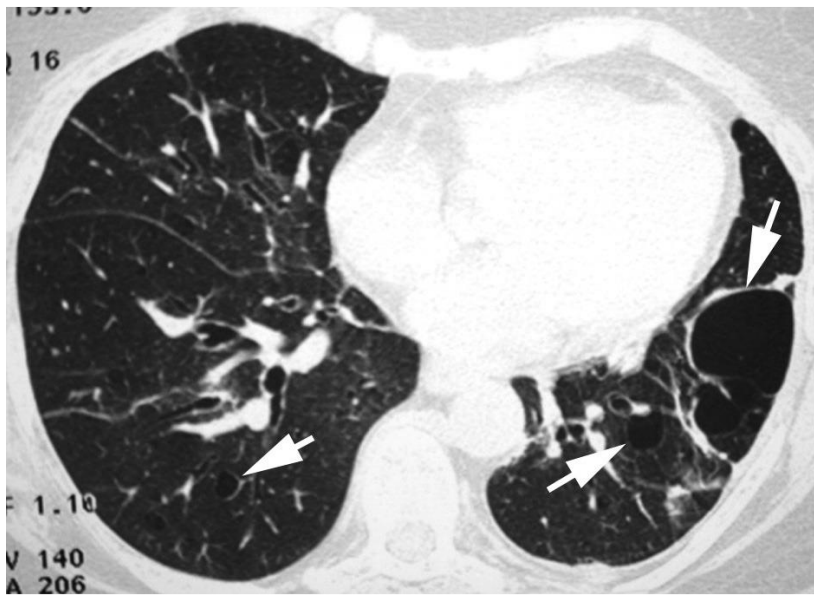
Patrón quístico

Este patrón radiológico está caracterizado por tener imágenes redondeadas con paredes finas que van desde 1-3 mm de grosor, forma redondeada y bien definida con aire en su interior. A su vez, estos quistes pueden presentar áreas de panalización, neumatoceles y/o bronquiectasias quísticas. A este patrón radiológico se asocian enfermedades pulmonares crónicas como la fibrosis pulmonar idiopática, neumonía intersticial linfocítica, histiocitosis, pulmonar de las células de Langerhans y linfangioleiomiomatosis.

Como resultado de una afectación pulmonar en estadio final este patrón se puede ver modificado y presentar el patrón de panal que como su nombre lo dice, se asemeja a un panal de abejas, este patrón de panal generalmente se ha descrito en enfermedades como la sarcoidosis, asbestosis, neumonía intersticial no específica, fibrosis pulmonar secundaria al consumo de fármacos y en la alveolitis alérgica.

Figura 61

TCAR con patrón quístico



Nota: Se muestra una TCAR MPR, corte axial a nivel de lóbulos inferiores en donde las flechas blancas nos señalan múltiples imágenes relacionadas a patrón quístico. Tomado de patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial”, (p. 100), por A. Giménez y T. Franquet, 2013, seminarios de la fundación Española de reumatología, 14, (4).

Patrón de condensación o consolidación

Este patrón radiológico está caracterizado porque es apreciable un aumento de la atenuación pulmonar, por lo que se observa como un borramiento del contorno de vasos. Se ha identificado que también presenta el signo del broncograma aéreo este patrón radiológico. Es un patrón que se observa mayormente en infecciones por lo que se asocia a enfermedades alveolares, neumonía intersticial aguda, neumonía organizada y en la alveolitis alérgica, esto de acuerdo con Giménez y Franquet (2013).

Figura 62

TCAR con patrón de consolidación



Nota: observamos una TCAR con MPR en corte coronal que nos muestra áreas de condensación pulmonar en ambas bases pulmonares, presentan una morfología arqueada (flechas blancas), en algunas de ellas se presenta broncograma aéreo (flechas azules).

Los patrones radiológicos nos ayudan a diferenciar ciertas características de una patología mediante imágenes, por lo que conocer los patrones descritos en el Capítulo V es de vital importancia para el PAI, pues de ello dependerá mucho el aporte que realice interdisciplinariamente con el MR y con esto llegar juntos a un diagnóstico más preciso.

Conclusión

La investigación realizada nos permitió percatarnos de los factores en los cuales el profesional asociado en imagenología debe de adquirir más conocimientos respecto a la descripción y ejecución adecuada del protocolo de tomografía computarizada de alta resolución y el correcto uso del equipo de protección personal puesto que no son protocolos exclusivos del diagnóstico de SARS-CoV2. De acuerdo con los autores Costa y Soria, (2015) que fueron mencionados en nuestra investigación hay otras indicaciones médicas que pueden requerir el uso de la tomografía computarizada de alta resolución, por ello es importante para el profesional asociado en imagenología describir los patrones radiológicos exclusivos del SARS-CoV2.

Asimismo, es crucial describir completamente la anatomía del tórax ya que de ello depende que el profesional asociado en imagenología pueda adquirir imágenes adecuadas utilizando el protocolo mencionado en nuestra investigación relacionado a esto se debe comprender que la enfermedad SARS-CoV2 es un virus que afecta mayormente a los pulmones, radiológicamente hablando, este virus produce imágenes focales unilaterales o bilaterales en vidrio deslustrado, infiltrados micronodulares en parche, zonas de consolidación y/o derrame pleural, aunque estos patrones radiológicos también pueden sugerir otras patologías.

Con respecto a las nuevas variables del SARS- CoV2 nuestro trabajo hace una descripción completa de los conocimientos que el profesional asociado en imagenología requiere para ejecutar adecuadamente el protocolo de tomografía en la patología pulmonar además de la forma correcta de protegerse ante esta enfermedad.

Finalmente, podemos mencionar que este trabajo es un complemento no solo para el profesional asociado en imagenología sino también para cualquier profesional de la salud que requiera atender a pacientes con el diagnóstico de SARS-CoV2, puesto que es necesario el emplear adecuadamente el equipo de protección personal, su uso y deshecho, además de mantener en constante actualización la anatomía ya que es un conocimiento que profesional asociado visualizará durante toda su vida profesional.

Abreviaturas y definiciones

Inspiración

Es un proceso activo, que se produce por la contracción de los músculos inspiratorios, generando un gradiente diferencial de presión entre la atmósfera y los alvéolos provocando flujo de aire entre ambos.

Espiración

Es la fase pasiva del ciclo ventilatorio, condicionada por la simple relajación de los músculos respiratorios y la retracción elástica del pulmón provocando una menor negatividad.

Intercambio gaseoso

El intercambio gaseoso es la función clave del pulmón e implica una ventilación alveolar y una perfusión pulmonar.

Hipoxemia

Se define hipoxemia a la inadecuada captación de oxígeno en el pulmón que se manifiesta con una presión de oxígeno por debajo de 60 mmHg o una saturación de oxígeno por debajo de 90%.

PACS

PACS, es un sistema computarizado de archivado y distribución digital de imágenes médicas.

DICOM

El sistema DICOM fue desarrollado para permitir el intercambio de imágenes médicas y la información del paciente, estableciendo una serie de normas que deben respetar todos los fabricantes.

PITCH

Es la relación entre el movimiento de la camilla y el grosor de corte. $\text{Movimiento de la camilla en mm} \times \text{giro (segundo)} / \text{Grosor de corte}$.

Scout View

También llamado "Topograma" es el diámetro del corte que podemos ampliar o reducir dependiendo del área de interés, cuanto más amplio sea el scout view más pequeña se verá la imagen en el monitor de la computadora.

FOV

Es el área de superficie de corte a estudiar, que se puede ampliar o reducir en función de la zona de interés. Está determinado por la colimación y se expresa en cm.

Píxel

Es la unidad básica que compone la matriz de la imagen.

Voxel

Volumen de un tejido del organismo y viene determinado por el grosor de corte de la imagen, multiplicado por el píxel (mm).

Referencias

Latarjet M, y Ruiz A. L, (2019). *Anatomía humana*. (5a ed.). Vol. 2. Editorial médica panamericana S.A.C.F.

Escudero, X, Guarner, J, Galindo-Fraga A, Escudero-Salamanca M, Alcorner-Gamba M.A, & del Rio C, (2020). *La pandemia de coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México*. Permanyer.

Costa, J. & Soria, J.A. (2015). *Tomografía Computarizada Dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico*. Elsevier España.

Díaz-Castrillón, F. J., & Toro-Montoya, A. I. (2020). SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Medicina y Laboratorio*, 24(3), 183–205. <https://doi.org/10.36384/01232576.268>

García Cartaya, P. (2008). *Principios técnicos de la tomografía axial computarizada*. La Habana. Editorial Ciencias Médicas.

López-Ponce de León, J. D., Cárdenas-Marín, P. A., Giraldo-González, G. C., & Herrera-Escandón, L. (2020). *Coronavirus – COVID 19: Más allá de la enfermedad pulmonar, qué es y qué sabemos del vínculo con el sistema cardiovascular*. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(3), 142-152. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2020.04.006>

Meza Calvache, J. M., Estrada Rodríguez, A. D., Chabusa Martínez, C. B., & Velasco Paucar, V. A. (2020). *Utilidad de Pruebas de cadena de polimerasa, pruebas rápidas y Tomografías en pacientes con Covid-19*. *Journal of American Health*, 3(2), 32–39. <https://doi.org/10.37958/jah.v3i2.28>

Mojica-Crespo, R., & Morales-Crespo, M. M. (2020, 16 abril). *Pandemia COVID-19, la nueva emergencia sanitaria de preocupación internacional: Una revisión*. Medicina de Familia. SEMERGEN. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1138359320301714>

Orellana López, D. M., & Sánchez Gómez, M. C. (2006). *Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa*. Revista de Investigación Educativa, 24(1), 205–222. <https://revistas.um.es/rie/article/view/97661>

Salgado Lévano, A. C. (2007). *Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos*. Liberabit. 13(13), 71-78. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272007000100009&lng=es&tlng=es

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias*. RH Sampieri, Metodología de la Investigación, 22.

Solé, M. (2001). El protocolo y la empresa (1st ed.). Planeta.

(2010). *ANATOMIA HUMANA*. Maria de Lourdes Eriksen Persson. Unidad III. Tronco. Fascículo I. Tórax. Universidad Nacional Autónoma de México.

A. Morton, D., Bo Foreman, K., & H. Albertine, K. (2018). *Anatomía macroscópica: Un panorama general*. (1a edición.). Editorial LANGE.

Torres, M. (2016). *Pneumorepaso 1.0: programa integrado de formación en neumología*. Colegio de Médicos de Santiago de Compostela. Sogapar www.sogapar.info https://www.sogapar.info/wp-content/uploads/2016/12/Tema_1_Dra_Maria-Torres.pdf

Herrera Jofré, A., & Bertrand Navarrete, P. (2022). *Fisiología Respiratoria Hipoxemia*. *Neumología Pediátrica*, 17(3), 76–79. <https://doi.org/10.51451/np.v17i3.497>

Díaz-Castrillón, F.J. & Toro-Montoya, A.I. (2020). *SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia*. *Editora Médica Colombiana.*, Vol. 24(Número 3.). <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/05/1096519/covid-19.pdf>

¿Sabes qué es el Equipo de Protección Personal (EPP)? (2019, 11 junio). Gobierno de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres. <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/sabes-que-es-el-equipo-de-proteccion-personal-epp>

Bushong, S.C. (2017). *Manual De Radiología Para Técnicos*. (Undécima Edición.). Elsevier España.

Guerreiro Martins, M. (2004). *Tomografía Axial Computada En El Diagnóstico De Patologías Pulmonares*. Universidad Nacional de General San Martín.

Netter, F. H. (2019). *Atlas de Anatomía Humana* (7a edición). Elsevier España.

Gómez Tejeda, J. J., Dieguez Guach, R. A., & Pérez Abreu, M. R. (2020). *Therapeutic alternatives for the management of COVID-19*. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, 19(1). <https://www.redalyc.org/journal/1804/180465399004/html/>

Vargas Díaz, A. M., Fernandez Cisneros, V., Oliva Fonte, C., Grasa Díaz, J., Sibaja Castro, C. E., & González De La Huebra Labrador, T. (2018). *Manifestaciones Radiológicas De La Patología Pleural*. SERAM.

Pefaur, R., G.Otero, C., & Cortés, J. M. (1999). *Broncoscopia Virtual: Alternativa Diagnóstica en Patología de la Vía Aérea*. Elsevier,12(4).

Giménez Palleiro, A., & Franquet, T. (2013). *Patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial*. Seminarios de la Fundación Española de Reumatología, 14(4).