

EXPLORANDO FRONTERAS MÉDICAS: UN VIAJE A TRAVÉS DE LAS ESPECIALIDADES VOLUMEN X



TÍTULO DEL LIBRO

**EXPLORANDO FRONTERAS MÉDICAS: UN VIAJE A TRAVÉS DE LAS
ESPECIALIDADES VOLUMEN X**

Quito - Ecuador

La reproducción completa o parcial de esta obra está estrictamente prohibida por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, sin la autorización previa y escrita de los titulares.

Cada uno de los artículos e información aquí descrita son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Quito Copyright 2024

ISBN: 978-9942-665-00-3

<http://doi.org/10.58927/vitalfam.27052024>

Editorial VitalFam



EVALUACIÓN POR PARES ACADEMICOS CIEGOS

Fecha de evaluación: 20/04/2024

Títulos Académico de los pares evaluadores: Cuarto nivel en el Campo de la Salud

	Alto	Medio	Bajo
a. El tema es pertinente y brinda aportes a su área de conocimiento.	X		
b. Calidad de la argumentación y solvencia en la escritura.	X		
c. Calidad de la sustentación teórico-conceptual. Grado de documentación.	X		
d. Metodología pertinente y adecuada para el objetivo propuesto.		X	
e. Fuentes bibliográficas actualizadas	X		

Declaración de confidencialidad: Entiendo que tendré acceso a información confidencial, por lo cual no se podrá hacer uso de la información a la que tenga acceso (como divulgación de resultados previo a su publicación, o divulgación de los conceptos elaborados) para beneficio personal, darla a conocer o ponerla en disposición del beneficio de cualquier otra persona y organización. **Normas de ética en investigación:** Declaro que conozco y acepto los estándares internacionales de publicación científica, en particular los referentes al manejo del plagio y el proceso de revisión de pares externos:

http://publicationethics.org/files/International%20standard_editors_for%20website_11_Nov_2011.pdf

AUTORES

❖ **Armas Villacis Paola Alejandra**

correo electrónico:

paolaalejandraarmas@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-1354-3843>

❖ **Correa Auqui Luis Fabricio**

correo electrónico:

fabri-correa@hotmail.com

❖ **Flores Droira Sebastian Rene**

correo electrónico:

sefloresdr@uide.edu.ec

❖ **García Chávez Frank Sebastián**

correo electrónico:

sebastiank03@hotmail.com

❖ **Morejón Brazales Josselyn Lizeth**

correo electrónico:

josselyn.morejon@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4145-4083>

❖ **Puchi Timbe Andrés Geovanny**

correo electrónico:

andres.puchi15@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-6421-6073>

❖ **Rodriguez Casa Johanna Carolina**

correo electrónico:

carojrc@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-5543-9581>

DESARROLLO DE CONTENIDO

⊕ **Armas Villacis Paola Alejandra**

DERMATOLOGIA / ACNE

Médico- Instituto de la tiroides

⊕ **Correa Auqui Luis Fabricio**

GINECOLOGIA/ANTICONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN FAMILIAR

Dr. Fabricio Correa (Facultad Ciencias Médicas UCE)

⊕ **Flores Droira Sebastián Rene**

IMAGENOLOGIA/ ECOGRAFÍA BÁSICA

Medico (Quito, Ecuador)

⊕ **García Chávez Frank Sebastián**

IMAGENOLOGIA/ LA TOMOGRAFIA: PRINCIPIOS BASICOS

Médico residente Clínica Novocorpo

⊕ **Morejón Brazales Josselyn Lizeth**

GASTROENTEROLOGIA/ ACALASIA

Médica Residente, Hospital Oncológico Solón Espinosa Ayala, Solca, Núcleo de
Quito, Ecuador

⊕ **Puchi Timbe Andrés Geovanny**

CIRUGÍA GENERAL / APENDAGITIS

Médico General

⊕ **Rodríguez Casa Johanna Carolina**

ANESTESIOLOGIA/ TIPOS DE ANESTESIA

Médico General Hospital de la Policía N1

PROLOGO

¡Bienvenidos a la novena entrega de la serie "Explorando Fronteras Médicas: Un Viaje a través de las Especialidades volumen X" En este nuevo volumen, continuamos nuestro emocionante viaje por el vasto y dinámico mundo de la Medicina. Este libro no solo pretende informar, sino también inspirar. Exploraremos las disciplinas Médicas con temas destacados.

Tabla de Contenido

PROLOGO	7
1. ACNE	12
CAPÍTULO 1. ACNE.....	13
1.1 Definición.....	13
1.2 Epidemiología.....	13
1.3 Etiología	13
1.4 Factores de Riesgo.....	14
1.5 Prevención.....	15
1.6 Clínica	16
1.7 Clasificación por severidad.....	18
1.8 Diagnóstico	19
1.9 Tratamiento	20
1.10 Complicaciones.....	21
1.11 Bibliografías.....	23
2. APENDAGITIS.....	24
CAPÍTULO 2. APENDAGITIS	25
2.1 Definición.....	25
2.2 Epidemiología.....	26
2.3 Etiología	27
2.4 Factores de Riesgo.....	27
2.5 Fisiopatología.....	28
2.6 Clínica	28
2.7 Clasificación por severidad.....	29
2.8 Diagnóstico	30
2.9 Tratamiento	31
2.10 Pronóstico.....	32
2.11 Complicaciones.....	33
2.12 Bibliografía	34
3. LA TOMOGRAFIA: PRINCIPIOS BASICOS.....	35

CAPÍTULO 3. LA TOMOGRAFIA: PRINCIPIOS BASICOS	36
3.1 Introducción	36
3.2 Historia	37
3.3 Evolución	38
3.3.1. Primera Generación.....	39
3.3.2 Segunda Generación	41
3.3.4 Cuarta Generación.....	45
3.3.5 Quinta Generación	47
3.4 Principios Físicos.....	48
3.4.1 Indicaciones	52
3.4.2 Complicaciones	53
3.4.3 Relevancia Médica	54
3.4.4 Aplicaciones	56
3.5 Bibliografía	58
4. ANTICONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN FAMILIAR.....	62
CAPÍTULO 4. ANTICONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN FAMILIAR	63
4.1 Métodos anticonceptivos.....	63
4.1.1 Efectividad.....	63
4.1.2 Nuevos métodos	64
4.2 Planificación familiar	65
4.3 Interrupción voluntaria del embarazo.....	67
4.3.1 Indicaciones.....	68
4.3.2 Contraindicaciones.....	68
4.3.3 Penalizaciones	69
4.4 Actualidad en el Mundo y Latinoamérica	70
5.- Bibliografías	71
5. ACALASIA	72
CAPÍTULO 5. ACALASIA.....	73
5.1 Definición.....	73
5.1.1 Fases de la deglución	73
5.1.2 Coordinación Neurofisiológica	74
5.2 Epidemiología	75
5.3 Etiología	75

5.3.1 Etiología Primaria	75
5.3.2 Etiología Secundaria	76
5.4 Factores de Riesgo.....	76
5.5 Fisiopatología.....	77
5.6 Clínica	77
5.7 Clasificación por severidad.....	78
5.7.1 Clasificación Clínica	79
5.7.2 Clasificación según Hallazgos Endoscópicos y Manométricos	79
5.7.3 Clasificación Radiológica	80
5.8 Diagnóstico	80
5.8.1 Diagnóstico Diferencial	81
5.9 Tratamiento	82
5.10 Complicaciones.....	83
5.11.- Bibliografía.....	84
6. TIPOS DE ANESTESIA	86
CAPÍTULO 6. TIPOS DE ANESTESIA	87
6.1 Antecedentes Históricos.....	87
6.1.1 Conceptos fundamentales de anestesiología.....	88
Tipos de Anestesia	89
La clasificación ASA.....	89
6.2 Anestesia General	90
6.2.1 Beneficios.....	91
6.2.2 Contraindicaciones.....	92
6.3 Anestesia Regional.....	94
6.3.1 Beneficios.....	95
6.3.2 Contraindicaciones.....	96
6.4 Anestesia Local	97
6.4.1 Beneficios.....	99
6.4.2 Contraindicaciones.....	99
6.5 Anestesia Tópica	100
6.5.1 Beneficios	102
6.6.- Bibliografía.....	103
7. ECOGRAFÍA BÁSICA.....	104

CAPÍTULO 7. ECOGRAFÍA BÁSICA.....	105
7.1 Definición.....	105
7.2 Descubrimientos y Desarrollo Temprano del Ultrasonido	105
7.2.1 Avances Tecnológicos y Aplicaciones Bécicas	106
7.3 Principios Básicos De La Ecografía.....	108
7.3.1 <i>Principios Fundamentales de la Ecografía</i>	108
7.3.2 Diferencias entre Ecografía (Ultrasonido) y Rayos X (Radiología).....	109
7.3.3 Bases Físicas de la Ecografía	109
7.4 El Ecógrafo	110
7.4.1 El Transductor	111
7.4.2 Creación de la Imagen	112
7.5 Procesador De Información	113
7.6 Semiología Ecográfica	114
7.6.1 Ecogenicidad	114
7.6.2 Tipos de Imágenes Ecográficas.....	114
7.7 Aplicaciones de los Modos de Imagen.....	116
8.8.- Bibliografía.....	116

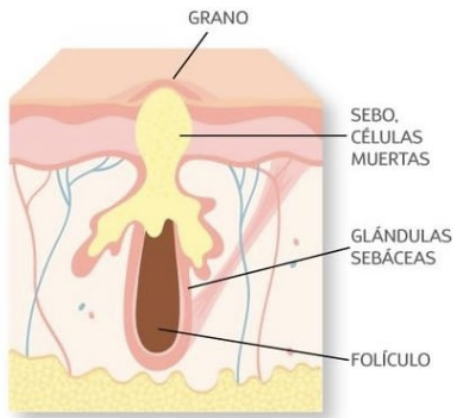
DERMATOLOGIA

1. ACNE

Armas Villacis Paola Alejandra

Médico- Instituto de la tiroides

CAPÍTULO 1. ACNE



1.1 Definición

El acné es una enfermedad de la piel que se caracteriza por la obstrucción de los folículos pilosebáceos con sebo y células muertas de la piel, lo que da lugar a la formación de comedones (puntos negros y espinillas), lesiones inflamatorias como pápulas y pústulas, y en casos más severos, nódulos y quistes. (1)

1.2 Epidemiología

La epidemiología del acné analiza su distribución y los factores de riesgo asociados, cruciales para prevenir y tratar esta afección. Es una de las afecciones cutáneas más comunes globalmente, afectando principalmente a adolescentes y adultos jóvenes, aunque puede persistir en la edad adulta. (2-3) La prevalencia varía según la edad, sexo y ubicación geográfica, estimándose que alrededor del 85% de las personas entre 12 y 24 años experimentan acné, mientras que en adultos afecta alrededor del 40-50% de las mujeres y 20-40% de los hombres.(3)

1.3 Etiología

La etiología del acné se refiere a las causas y los factores subyacentes que contribuyen al desarrollo de esta afección cutánea. Aunque la etiología exacta del acné aún no está completamente comprendida, se reconoce que varios elementos interactúan para desencadenar y mantener esta enfermedad. (3)



Producción excesiva de sebo: Las glándulas sebáceas en la piel producen sebo, una sustancia aceitosa que ayuda a mantener la piel lubricada. En el acné, hay una producción excesiva de sebo debido a la estimulación hormonal, especialmente de los andrógenos. Este sebo adicional puede obstruir los poros y contribuir al desarrollo de lesiones acnéicas. (3)

Obstrucción de los folículos pilosos: Los poros de la piel están conectados a folículos pilosos que contienen cabello y glándulas sebáceas. Cuando los poros se obstruyen con sebo y células muertas de la piel, se forman comedones, que pueden ser puntos negros (comedones abiertos) o espinillas (comedones cerrados).

Proliferación bacteriana: La bacteria *Propionibacterium acnes*, que normalmente se encuentra en la piel, puede proliferar en los poros obstruidos y desencadenar una respuesta inflamatoria. Esta bacteria contribuye a la formación de lesiones inflamatorias características del acné, como pápulas, pústulas y nódulos. (3)

Respuesta inflamatoria: Cuando las bacterias se multiplican en los folículos obstruidos, el sistema inmunológico responde generando una inflamación localizada. Esto causa enrojecimiento, hinchazón y sensibilidad en las lesiones acnéicas inflamatorias.

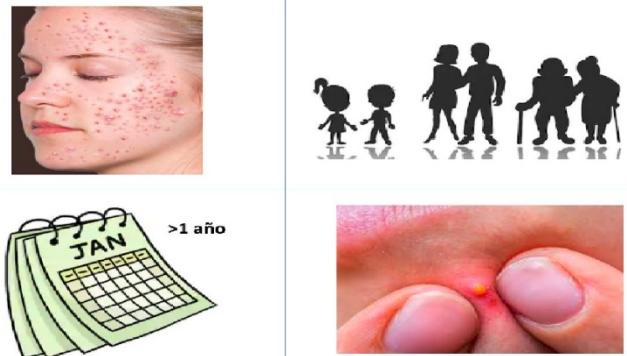
Cambios hormonales: Los cambios hormonales desempeñan un papel crucial en el desarrollo del acné. Durante la pubertad, hay un aumento en la producción de andrógenos, como la testosterona, que estimulan las glándulas sebáceas y aumentan la producción de sebo. Las fluctuaciones hormonales también pueden ocurrir durante el ciclo menstrual, el embarazo o en condiciones como el síndrome de ovario poliquístico (SOP).

Factores genéticos: La predisposición genética puede influir en la susceptibilidad de una persona al acné. Las personas con antecedentes familiares de acné severo pueden tener mayor probabilidad de desarrollar la enfermedad. (3)

Factores ambientales y estilo de vida: Factores como la exposición a ciertos productos químicos, el estrés, la dieta (algunos estudios sugieren una

asociación entre alimentos con alto índice glucémico y lácteos y el acné), el uso de ciertos productos cosméticos y la falta de higiene adecuada de la piel también pueden desempeñar un papel en el desarrollo del acné. (3-4)

1.4 Factores de Riesgo



- **Edad y Pubertad:** El acné es más común durante la adolescencia debido a los cambios hormonales que estimulan la producción de sebo. Sin embargo, puede persistir en la edad adulta en algunos casos.
- **Sexo:** Los hombres tienen una mayor prevalencia de acné en la adolescencia y tienden a experimentar formas más severas y persistentes. En las mujeres, el acné es más común en la edad adulta debido a fluctuaciones hormonales como las que ocurren durante el ciclo menstrual o el embarazo. (4)
- **Factores Hormonales:** Los cambios en los niveles de hormonas, como andrógenos (p. ej., testosterona), estrógenos y

progesterona, pueden estimular la producción de sebo y aumentar el riesgo de acné. Esto es especialmente relevante durante la pubertad, el embarazo, la menstruación y en condiciones como el síndrome de ovario poliquístico (SOP). (2-4)

- **Antecedentes Familiares:** Existe una predisposición genética al acné. Las personas con familiares cercanos que han tenido acné severo tienen mayor riesgo. (4)
- **Factores Genéticos:** La genética juega un papel en la susceptibilidad al acné. Variaciones genéticas pueden influir en la respuesta de la piel a los cambios hormonales, la producción de sebo y la inflamación, todos los cuales son factores clave en el desarrollo del acné.



- **Estilo de Vida y Factores Ambientales:** Factores como la exposición a la contaminación, el estrés, la dieta (alimentos con alto índice glucémico o lácteos en algunos casos), el uso de ciertos productos cosméticos o el contacto con productos químicos

irritantes pueden aumentar el riesgo de acné. (4)

- **Hábitos de Cuidado de la Piel:** La falta de una rutina de cuidado de la piel adecuada, como una limpieza inadecuada o el uso de productos comedogénicos, puede contribuir a la obstrucción de los poros y el desarrollo del acné.
- **Uso de Medicamentos:** Algunos medicamentos, como los esteroides, los anticonceptivos hormonales, los antidepresivos y ciertos medicamentos antiepilépticos, pueden influir en la actividad de las glándulas sebáceas y aumentar el riesgo de acné como efecto secundario. (4)

1.5 Prevención

La prevención del acné implica tomar medidas para reducir la probabilidad de desarrollar esta afección cutánea o minimizar su gravedad y frecuencia. Para lograrlo, se recomienda mantener una buena higiene cutánea mediante la limpieza facial dos veces al día con un limpiador suave para eliminar el exceso de sebo, células muertas de la piel e impurezas, evitando la fricción que podría irritarla. (4) Es crucial también optar por productos no comedogénicos en el cuidado de la piel, maquillaje y protector solar, para prevenir la acumulación de sebo y la obstrucción de los poros. Se aconseja moderar el uso de productos cosméticos y retirarlos completamente antes de acostarse, ya que el

exceso de maquillaje o productos capilares con ingredientes comedogénicos puede contribuir al desarrollo del acné.

procedimientos dermatológicos o cambios en el estilo de vida para controlar el acné de manera efectiva.



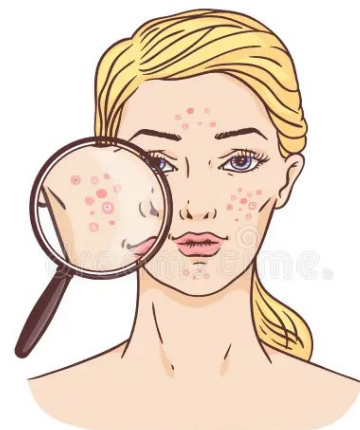
Además, es fundamental evitar manipular o exprimir las lesiones acnéicas, pues esto podría agravar la inflamación, causar cicatrices y diseminar la infección, optando por dejar que el acné cicatrice naturalmente o buscando tratamiento dermatológico adecuado. Seguir una dieta equilibrada rica en frutas, verduras, granos enteros y proteínas magras, y limitar el consumo de alimentos con alto índice glucémico y lácteos si se observa un empeoramiento del acné, también puede contribuir a mantener una piel más saludable. (4-5)

Por último, es importante evitar la exposición excesiva al sol y usar protector solar no comedogénico, ya que, si bien la exposición moderada al sol puede mejorar temporalmente el acné debido a sus propiedades antiinflamatorias, el exceso puede empeorar la inflamación y aumentar el riesgo de daño cutáneo. (5)

Adoptando estas medidas preventivas y manteniendo una rutina de cuidado de la piel adecuada, es posible reducir significativamente la incidencia y gravedad de las lesiones acnéicas, promoviendo una piel más saludable y clara.

Asimismo, reducir el estrés mediante técnicas de manejo del estrés como la meditación, el yoga, el ejercicio regular y el tiempo de relajación, puede ayudar a mantener el equilibrio emocional y la salud de la piel. Consultar a un dermatólogo ante antecedentes familiares de acné severo, brotes persistentes o preocupaciones con la piel, permite obtener recomendaciones específicas y un plan de tratamiento individualizado que incluya medicamentos tópicos, orales,

1.6 Clínica



Lesiones dermatológicas que aparecen como variantes en el acné:



Comedón: Un comedón es una lesión no inflamatoria que se forma cuando un folículo piloso se obstruye con sebo y células muertas de la piel. Puede ser un punto negro (comedón abierto) si la obstrucción está en la superficie de la piel y se oxida, o una espinilla (comedón cerrado) si la obstrucción está cubierta por una capa de piel. (5-6)

Pápula: Una pápula es una lesión inflamatoria pequeña y elevada en la piel que se presenta como una protuberancia roja, pero no contiene pus. Las pápulas son comunes en el acné y son causadas por la inflamación de los folículos pilosebáceos. (6)

Pústula: Una pústula es una lesión inflamatoria similar a una pápula, pero contiene pus en su interior.

Aparece como una protuberancia blanca o amarilla en la piel y es el resultado de la infección de los folículos pilosebáceos por bacterias como *Propionibacterium acnes*. (6)

Nódulo: Un nódulo es una lesión inflamatoria grande, sólida y dolorosa que se forma cuando la inflamación y la infección afectan a los tejidos más profundos de la piel, como el tejido conectivo. Los nódulos son más graves que las pápulas y pústulas y pueden dejar cicatrices.

Quiste: Un quiste es una lesión inflamatoria similar a un nódulo, pero contiene pus y líquido en su interior. Los quistes son más grandes, dolorosos y profundos que las pústulas y pueden requerir drenaje por parte de un profesional de la salud. (6)

1.7 Clasificación por severidad

La clasificación por severidad del acné se utiliza para determinar la gravedad de la afección y guiar el tratamiento adecuado. Existen varios sistemas de clasificación, pero uno de los más utilizados es el sistema de clasificación de Grado I a Grado IV, que se basa en la cantidad y tipo de lesiones acnéicas presentes. (6-7)



Grado I - Acné leve:

Caracterizado por la presencia de comedones (puntos negros o espinillas) en pequeñas cantidades, generalmente en la zona T (frente, nariz y barbilla).

Pocas lesiones inflamatorias, como pápulas o pústulas.

Ausencia de nódulos o quistes.

Puede haber hiperpigmentación postinflamatoria después de la resolución de las lesiones.

Grado II - Acné moderado:

Mayor cantidad de comedones, tanto abiertos como cerrados. (7)

Presencia de lesiones inflamatorias como pápulas y pústulas en mayor número y extensión en comparación con el Grado I.

Puede haber algunos nódulos, pero no son tan prominentes ni numerosos como en formas más severas de acné.

Puede haber hiperpigmentación postinflamatoria y cicatrices superficiales.

Grado III - Acné moderadamente severo:

Presencia de numerosos comedones, tanto abiertos como cerrados, en múltiples áreas del rostro y posiblemente en el cuello, el pecho o la espalda.

Lesiones inflamatorias como pápulas y pústulas abundantes y extensas. (7)

Pueden estar presentes nódulos más grandes y dolorosos.

Mayor probabilidad de hiperpigmentación postinflamatoria y cicatrices, especialmente si se manipulan las lesiones. (7)

Grado IV - Acné severo:

Presencia de una gran cantidad de comedones, lesiones inflamatorias (pápulas y pústulas) y lesiones más profundas como nódulos y quistes.

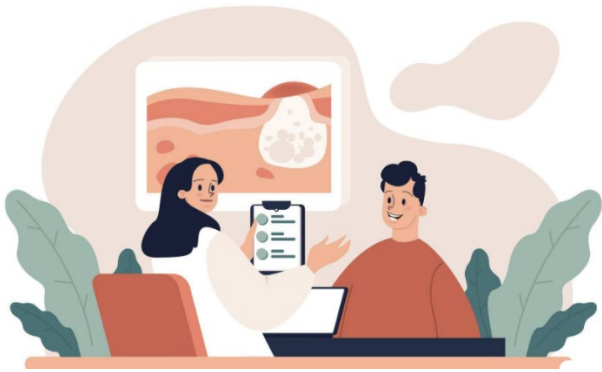
Extensa afectación de múltiples áreas del rostro, cuello, pecho y espalda. (6-7)

Nódulos y quistes dolorosos y prominentes.

Mayor riesgo de cicatrices hipertróficas o atróficas y hiperpigmentación postinflamatoria.

1.8 Diagnóstico

El diagnóstico del acné se basa principalmente en la evaluación clínica de la piel y las lesiones acnéicas. (7)



Historia Clínica:

El médico comienza recopilando información detallada sobre los síntomas del paciente, incluyendo cuándo comenzaron las lesiones, su ubicación, el tipo de lesiones presentes (comedones, pápulas, pústulas, nódulos, quistes), tratamientos previos, factores desencadenantes y cualquier otra información relevante. (7)

Examen Físico:

Se realiza un examen físico de la piel para observar las lesiones acnéicas y evaluar su tipo, tamaño, distribución y severidad. Esto puede incluir la inspección de la cara, el cuello, el pecho, la espalda y otras áreas afectadas.

Clasificación de Severidad:

Basándose en la evaluación clínica, el médico clasifica la severidad del acné utilizando sistemas de clasificación como el de Grado I a

IV, que describen la cantidad y tipo de lesiones. (7-8)

Descarte de Otras Afecciones:

El médico puede descartar otras afecciones cutáneas que pueden presentar síntomas similares al acné, como la rosácea, la dermatitis seborreica, la foliculitis, entre otras. (8) Esto se hace mediante la observación de características específicas de cada afección y, en algunos casos, se pueden realizar pruebas adicionales si es necesario.

Evaluación de Factores Contribuyentes:

Se evalúan los factores que pueden contribuir al desarrollo o empeoramiento del acné, como los cambios hormonales, el uso de ciertos medicamentos, la dieta, el estrés, la genética y los hábitos de cuidado de la piel.

Análisis de Laboratorio (Opcional):

En algunos casos, se pueden realizar pruebas adicionales, como análisis de sangre para evaluar los niveles hormonales (especialmente en mujeres con acné hormonal), cultivos bacterianos para identificar la presencia de bacterias como *Propionibacterium acnes*, o pruebas de sensibilidad a medicamentos en casos de acné resistente. (8)

Diagnóstico Diferencial:

Se realiza un diagnóstico diferencial para distinguir el acné de otras afecciones similares. Esto implica comparar las características

clínicas, la distribución de las lesiones y otros hallazgos para llegar a un diagnóstico preciso.

1.9 Tratamiento

El tratamiento del acné varía según la gravedad de la afección, la edad del paciente, los factores desencadenantes y otros aspectos individuales. Aquí te presento una visión general de las opciones de tratamiento disponibles para el acné: (7-9)



1. Cuidado de la piel

- Limpieza suave: Lavarse la cara dos veces al día con un limpiador suave puede ayudar a eliminar el exceso de grasa y las células muertas de la piel. (8)

- Uso de productos no comedogénicos: Utilizar productos de cuidado de la piel, maquillaje y protector solar etiquetados como "no comedogénicos" puede prevenir la obstrucción de los poros.
- Evitar la manipulación: No tocar ni exprimir las lesiones acnéicas puede prevenir la inflamación y la propagación de la infección. (8)

2. Medicamentos tópicos:

- Retinoides: Como el ácido retinoico, adapaleno o tretinoína, que ayudan a destapar los poros, reducir la inflamación y prevenir la formación de nuevos comedones.
- Peróxido de benzoilo: Tiene propiedades antimicrobianas que ayudan a matar las bacterias causantes del acné y a reducir la inflamación.
- Ácido salicílico: Ayuda a eliminar las células muertas de la piel y a destapar los poros.
- Antibióticos tópicos: Como la clindamicina o eritromicina, que se utilizan para reducir la población bacteriana en la piel y controlar la inflamación. (8)

3. Medicamentos orales:

- Antibióticos: Como la doxiciclina, la minociclina o la tetraciclina, se utilizan en casos de acné moderado a severo para

reducir la inflamación y combatir las bacterias. (8)

- Anticonceptivos hormonales (en mujeres): Algunos anticonceptivos que contienen estrógeno y progestina pueden regular las hormonas y mejorar el acné en mujeres con acné hormonal.
- Isotretinoína (Accutane): Un medicamento oral muy efectivo para el acné severo y resistente, pero con efectos secundarios potenciales. Requiere supervisión médica estricta.

4. Procedimientos dermatológicos:

- Terapia con láser o luz: Puede ayudar a reducir la inflamación y matar las bacterias causantes del acné. (8)
- Peelings químicos: Utilizan ácidos como el ácido glicólico o salicílico para exfoliar la piel y destapar los poros.
- Drenaje de quistes y nódulos: Un dermatólogo puede drenar lesiones más grandes y dolorosas para aliviar el malestar y reducir la inflamación. (8)

5. Tratamientos complementarios:

- Terapias hormonales: En casos de acné hormonal, se pueden usar medicamentos como la espironolactona para regular las hormonas. (9)
- Suplementos nutricionales: Algunos estudios sugieren que ciertos suplementos como el zinc, el ácido nicotínico o los

probióticos pueden ayudar a mejorar el acné.

- Terapias alternativas: Algunas personas encuentran alivio con tratamientos naturales como el aceite de árbol de té, el aceite de jojoba o el aloe vera. Sin embargo, es importante consultar con un profesional de la salud antes de probar estos enfoques. (8-9)

1.10 Complicaciones

El acné puede llevar a varias complicaciones, especialmente cuando no se trata adecuadamente o cuando se manipulan las lesiones de manera inapropiada. Algunas de las complicaciones más comunes asociadas con el acné:



❖ Cicatrices:

- La manipulación incorrecta de las lesiones acnéicas, como apretar o exprimir las espinillas, puede provocar la ruptura de folículos pilosos y la propagación de la infección. (9)
- Las lesiones inflamatorias severas, como nódulos y quistes, tienen un mayor riesgo

de dejar cicatrices, especialmente si no se tratan adecuadamente.

- Las cicatrices de acné pueden ser de tipo atrófico (depresiones en la piel) o hipertrófico (elevaciones sobre la piel) y pueden afectar significativamente la apariencia y la textura de la piel. (8-10)

❖ **Hiperpigmentación Postinflamatoria:**

- Después de que las lesiones de acné se resuelven, es posible que queden manchas oscuras en la piel, conocidas como hiperpigmentación.
- Estas manchas pueden persistir durante meses o incluso años y pueden ser más pronunciadas en personas con tonos de piel más oscuros. (10)

❖ **Infecciones Secundarias:**

- La manipulación inapropiada de las lesiones de acné también aumenta el riesgo de infecciones secundarias, especialmente cuando las lesiones se infectan con bacterias u otros patógenos.
- Las infecciones secundarias pueden causar un empeoramiento de la inflamación, dolor, enrojecimiento y requieren tratamiento con antibióticos. (10)

❖ **Impacto Psicológico y Emocional:**

- El acné puede tener un impacto significativo en la autoestima, la confianza y el bienestar emocional de las personas afectadas. (10)
- La apariencia visible de las lesiones de acné puede llevar a problemas de imagen corporal, baja autoestima, ansiedad, depresión y dificultades sociales.

❖ **Acné Quístico y Nódulos:**

- Las formas más severas de acné, como los quistes y nódulos, pueden ser dolorosas y pueden dejar cicatrices permanentes si no se tratan adecuadamente. (10)
- Estas lesiones también pueden afectar la calidad de vida de las personas debido al malestar físico y emocional asociado.

❖ **Manchas Oscuras o Claras:**

- Además de la hiperpigmentación postinflamatoria, el acné severo puede causar cambios en la pigmentación de la piel, resultando en manchas oscuras o claras que pueden ser permanentes. (10)

❖ **Efectos Psicológicos a Largo Plazo:**

- En casos severos o persistentes de acné, especialmente cuando afecta a personas jóvenes en etapas cruciales de desarrollo emocional, el impacto psicológico puede

ser duradero y afectar la calidad de vida a largo plazo.

1.11 Bibliografías

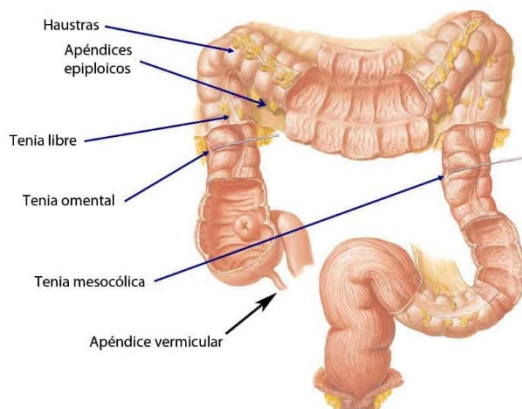
1. Vaglio, R. F., & Céspedes, N. P. (2020). Acné vulgaris: actualizaciones en fisiopatología y tratamiento. *Revista Ciencia y Salud Integrando Conocimientos*, 4(4), ág-52.
2. Pena, I. (2022). Acné en la adolescencia. *ADOLESCERE*, 10(1), 5-14.
3. Heng, A. H. S., & Chew, F. T. (2020). Systematic review of the epidemiology of acne vulgaris. *Scientific reports*, 10(1), 5754.
4. Bonet, M. B., Corball, M. V., Garay, I. S., Valente, E., & Ruiz-Lascano, A. (2023). Epidemiología e impacto en la calidad de vida de los pacientes con acné juvenil. *Piel*, 38(2), 83-88.
5. Stamu-O'Brien, C., Jafferany, M., Carniciu, S., & Abdelmaksoud, A. (2021). Psychodermatology of acne: psychological aspects and effects of acne vulgaris. *Journal of cosmetic dermatology*, 20(4), 1080-1083.
6. Muñoz, C. A. J., Salazar, B. T. F., Pillajo, V. A. L., & Vergara, B. A. C. (2022). Acné clasificación, diagnóstico y tratamiento. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(8), 2258-2274.
7. Dréno, B., Dagnelie, M. A., Khammari, A., & Corvec, S. (2020). The skin microbiome: a new actor in inflammatory acne. *American journal of clinical dermatology*, 21(Suppl 1), 18-24.
8. Castro Morón, E. (2022). El acné: tratamiento farmacológico y nuevas líneas terapéuticas.
9. González, M. S., Villarreal, L. S., Baez, C. E. F., & Moreno, K. M. E. (2023). Acné Vulgar, Innovaciones en su Tratamiento. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 9806-9816.
10. Eichenfield, D. Z., Sprague, J., & Eichenfield, L. F. (2021). Management of acne vulgaris: a review. *Jama*, 326(20), 2055-2067.

2. APENDAGITIS

Puchi Timbe Andrés Geovanny

Médico General

CAPÍTULO 2. APENDAGITIS



2.1 Definición

También conocida como apendicitis epiploica, es una inflamación aguda de los apéndices epiploicos, pequeñas estructuras de grasa adheridas a la serosa del colon. Estos apéndices epiploicos pueden torcerse sobre sí mismos, comprimiendo los vasos sanguíneos y provocando isquemia e inflamación localizada.

(1)

El epiplón, también conocido como omento, es una estructura del peritoneo, la membrana serosa que recubre la cavidad abdominal y sus órganos internos. Se compone de dos porciones principales: el epiplón mayor (omentum mayor) y el epiplón menor (omentum menor), cada uno con características, funciones e irrigación distintas. (1)

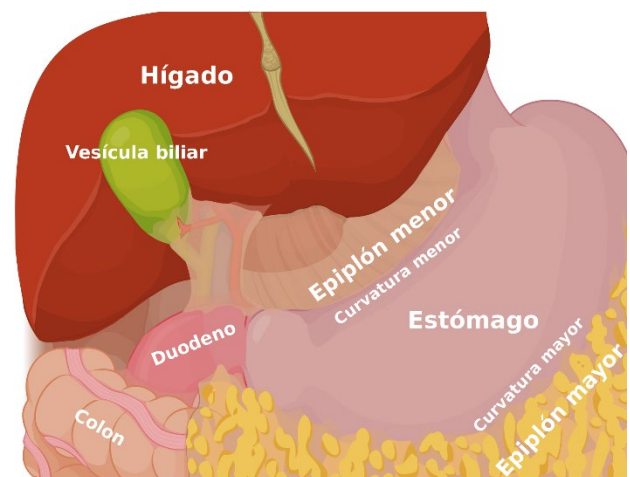
Epiplón Mayor (Omentum Mayor)

- Características

Es una estructura en forma de delantal que cuelga desde la curvatura mayor del estómago y el duodeno hacia abajo sobre los órganos intraabdominales. (1-2)

Está compuesto por tejido adiposo, vasos sanguíneos, nervios y tejido linfático.

Tiene una apariencia arrugada y pliegues característicos que le dan flexibilidad y capacidad de movimiento. (2)



- Funciones

Aislamiento y protección: El epiplón mayor actúa como una capa aislante que ayuda a proteger los órganos intraabdominales de lesiones y cambios de temperatura.

Reserva de grasa: El tejido adiposo del epiplón mayor sirve como una reserva de energía y ayuda en el metabolismo lipídico. (1-2)

Defensa inmunológica: Contiene tejido linfático que participa en la respuesta inmunológica del cuerpo, ayudando a combatir infecciones y procesos inflamatorios locales.

Reparación y cicatrización: El epiplón mayor tiene la capacidad de migrar hacia áreas lesionadas o inflamadas en la cavidad abdominal para facilitar la reparación de tejidos. (2)

- Irrigación

El epiplón mayor recibe irrigación sanguínea de varias arterias abdominales, incluyendo la arteria gastroepiploica derecha e izquierda, la arteria esplénica y la arteria gastrocólica.

Estas arterias proporcionan nutrientes y oxígeno al tejido del epiplón mayor, asegurando su función adecuada y su capacidad de respuesta a las demandas metabólicas y de reparación. (2)

Epiplón Menor (Omentum Menor)

- Características

Es una estructura más pequeña que se encuentra entre la cara visceral del hígado y la curvatura superior del duodeno. (2)

Está compuesto principalmente por tejido adiposo, vasos sanguíneos y nervios.

- Funciones

Sujeción y soporte: El epiplón menor ayuda a sostener el hígado en su posición anatómica y a mantener la curvatura superior del duodeno en su lugar. (2)

Participación en la circulación porta: Actúa como un puente entre el hígado y otras estructuras abdominales, contribuyendo a la circulación portal que transporta nutrientes y

productos metabólicos desde el intestino al hígado. (2)

Respuesta a procesos patológicos: Al igual que el epiplón mayor, el epiplón menor puede movilizarse hacia áreas inflamadas o lesionadas para ayudar en la reparación de tejidos y en la respuesta inmunológica local.

- Irrigación

La irrigación proviene principalmente de la arteria gastroduodenal y de ramas de la arteria esplénica. (2)

Estas arterias proporcionan sangre oxigenada al tejido del epiplón menor, asegurando su función adecuada en la circulación portal y otras funciones mencionadas.

2.2 Epidemiología

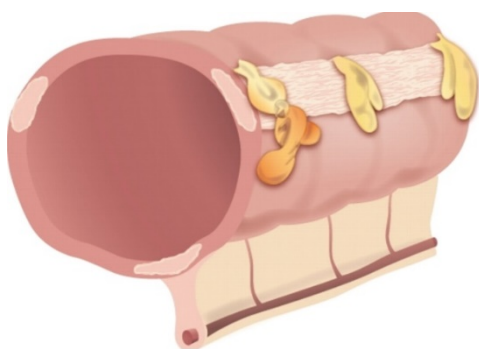
La epidemiología de la apendagitis es un campo que aún no está completamente definido debido a la rareza de esta condición. Se estima que la apendagitis representa aproximadamente el 1% de todos los casos de dolor abdominal agudo que se presentan en servicios de urgencias. (2-3)

Esta afección tiende a afectar más a adultos de mediana edad, con una ligera predilección por hombres sobre mujeres. Sin embargo, puede presentarse en personas de cualquier grupo de edad. Algunos estudios sugieren que la apendagitis puede estar asociada con enfermedades inflamatorias intestinales y obesidad, aunque se necesita más investigación

para establecer relaciones definitivas con estos factores de riesgo. (3)

2.3 Etiología

Implica la inflamación o torsión de los apéndices epiploicos, pequeñas estructuras de grasa que se encuentran adheridas a la serosa del colon. Aunque la causa exacta puede variar, se consideran varios factores contribuyentes: (3)



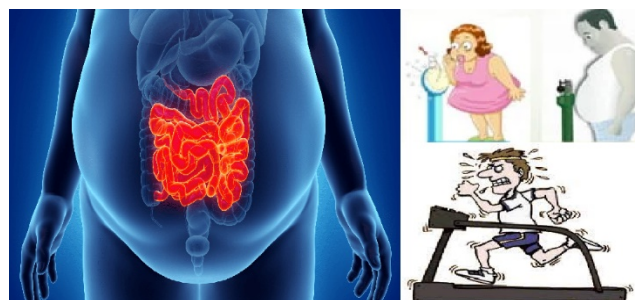
- Torsión de los apéndices epiploicos: La torsión puede ocurrir debido a movimientos bruscos, traumatismos abdominales, actividad física intensa o cambios rápidos de peso. Esta torsión puede comprometer la irrigación sanguínea y provocar isquemia e inflamación. (3)
- Obesidad: La presencia de exceso de tejido adiposo en la cavidad abdominal puede aumentar la incidencia de apendagitis al predisponer a la torsión de los apéndices epiploicos.
- Enfermedades inflamatorias intestinales: Algunos estudios sugieren que la

apendagitis puede estar asociada con enfermedades inflamatorias intestinales como la enfermedad de Crohn o la colitis ulcerosa, aunque la relación precisa aún no está completamente definida. (3-4)

- Diverticulitis: La presencia de divertículos en el colon, especialmente en el colon sigmoide, puede aumentar el riesgo de apendagitis al alterar la anatomía local y predisponer a la inflamación de los apéndices epiploicos.
- Trauma abdominal: Lesiones o traumatismos en la región abdominal pueden desencadenar eventos que conducen a la torsión o inflamación de los apéndices epiploicos. (4)

2.4 Factores de Riesgo

Los factores de riesgo asociados con la apendagitis incluyen:



Obesidad: La presencia de un índice de masa corporal elevado aumenta la probabilidad de desarrollar apendagitis debido a la mayor cantidad de tejido adiposo en la cavidad

abdominal, lo que puede predisponer a la torsión de los apéndices epiploicos. (4)

Edad: Aunque la apendagitis puede ocurrir en cualquier grupo de edad, es más común en adultos de mediana edad, con un pico de incidencia alrededor de los 40-50 años.

Sexo: Aunque la apendagitis puede afectar a ambos sexos, algunos estudios sugieren que los hombres tienen una mayor predisposición a desarrollar esta condición en comparación con las mujeres. (4)

Enfermedades inflamatorias intestinales: Pacientes con enfermedades inflamatorias intestinales, como la enfermedad de Crohn o la colitis ulcerosa, tienen un mayor riesgo de desarrollar apendagitis debido a la inflamación crónica y las alteraciones anatómicas asociadas.

Diverticulosis: La presencia de divertículos en el colon, especialmente en el colon sigmoide, aumenta el riesgo de apendagitis al predisponer a la inflamación o torsión de los apéndices epiploicos adyacentes. (4)

Actividad física intensa: Realizar actividades físicas vigorosas que involucren movimientos bruscos o traumatismos en la región abdominal puede aumentar el riesgo de torsión de los apéndices epiploicos y, en consecuencia, de apendagitis. (4)

Cambios rápidos de peso: Variaciones significativas en el peso corporal, como ganancia o pérdida de peso rápida, pueden alterar la

distribución del tejido adiposo en la cavidad abdominal y aumentar la probabilidad de torsión de los apéndices epiploicos.

Historial de trauma abdominal: Antecedentes de lesiones o traumatismos en la región abdominal pueden predisponer a la torsión o inflamación de los apéndices epiploicos, aumentando así el riesgo de apendagitis. (4)

2.5 Fisiopatología

El epiplón, compuesto por el epiplón mayor y menor, actúa como una capa protectora y funcional en la cavidad abdominal. El epiplón mayor, colgando desde el estómago, resguarda y aísla los órganos, acumula grasa y desempeña funciones inmunológicas y de reparación. Por otro lado, el epiplón menor, situado entre el hígado y el duodeno, proporciona soporte estructural al hígado, participa en la circulación portal y también responde a procesos inflamatorios o patológicos. Ambas partes reciben irrigación sanguínea de arterias abdominales como la gastroepiploica y esplénica, asegurando su vitalidad y contribución a la homeostasis abdominal. (4-5)

2.6 Clínica

La presentación clínica de la apendagitis puede variar según la severidad de la inflamación y la presencia de complicaciones asociadas. Sin embargo, típicamente se manifiesta con los siguientes síntomas y signos: (4)



✚ **Dolor Abdominal Agudo:** El dolor abdominal es el síntoma principal y característico de la apendagitis. Por lo general, el dolor es repentino, intenso y localizado en la región inferior derecha del abdomen, similar al dolor de la apendicitis aguda. Este dolor puede ser constante o intermitente. (5)

✚ **Sensibilidad a la Palpación:** Al examinar el abdomen, se puede notar sensibilidad y dolor a la palpación en el área donde se localiza el apéndice epiploico inflamado, generalmente en el cuadrante inferior derecho.

✚ **Náuseas y Vómitos:** Muchos pacientes experimentan náuseas y, en algunos casos, vómitos, como parte de la respuesta inflamatoria del cuerpo ante la condición. (5)

✚ **Fiebre:** La presencia de fiebre, aunque no siempre está presente, puede ser

indicativa de una respuesta inflamatoria sistémica asociada con la apendagitis.

✚ **Cambios en los Movimientos Intestinales:** Algunos pacientes pueden experimentar cambios en los movimientos intestinales, como estreñimiento o diarrea, aunque esto puede variar. (5)

✚ **Signos Vitales:** Los signos vitales pueden mostrar un aumento en la frecuencia cardíaca (taquicardia) y, en casos severos, una elevación de la temperatura corporal.

2.7 Clasificación por severidad

1. Apendagitis Leve o Grado I:

- Caracterizada por dolor abdominal agudo en el cuadrante inferior derecho, sensibilidad a la palpación y posiblemente fiebre baja. (5)
- Los síntomas suelen ser autolimitados y pueden resolverse con tratamiento conservador, como analgésicos y reposo.
- Hallazgos radiológicos como la presencia de un apéndice epiploico inflamado sin evidencia de complicaciones significativas. (5-7)

2. **Apendagitis Moderada o Grado II:**

- Incluye síntomas más pronunciados como dolor abdominal intenso, náuseas, vómitos y fiebre.
- Puede haber signos de inflamación más extensa en los apéndices epiploicos y posiblemente la presencia de edema y congestión en estudios de imagen como la ecografía o la tomografía computarizada (TC). (6)
- Es posible que se requiera tratamiento más agresivo con analgésicos más potentes, antiinflamatorios y vigilancia estrecha para detectar complicaciones. (6)

3. **Apendagitis Severa o Grado III:**

- Se caracteriza por la presencia de complicaciones como abscesos, perforación de los apéndices epiploicos, peritonitis localizada o desarrollo de una masa inflamatoria.
- Los síntomas pueden ser muy intensos y potencialmente amenazantes para la vida, con dolor abdominal intenso, fiebre alta, signos de irritación peritoneal y alteraciones en los signos vitales. (6)
- Se requiere una evaluación y manejo quirúrgico urgente para abordar las

complicaciones y evitar la progresión a una peritonitis generalizada.

2.8 Diagnóstico



○ **Historia Clínica**

El médico recopila información detallada sobre los síntomas del paciente, como el inicio y la naturaleza del dolor abdominal, presencia de náuseas, vómitos, fiebre y cambios en los movimientos intestinales. (6-7)

Se indaga sobre antecedentes médicos previos, como enfermedades inflamatorias intestinales, diverticulosis o traumatismos abdominales. (7)

○ **Examen Físico**

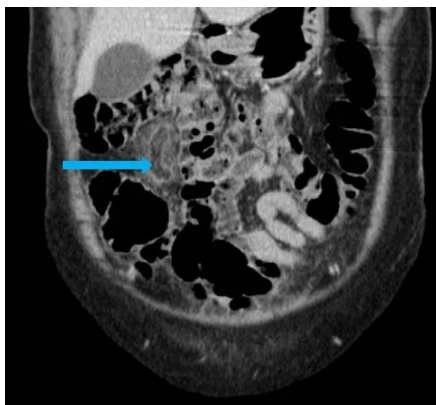
Se realiza un examen abdominal completo para evaluar la presencia de sensibilidad a la palpación, localización del dolor (generalmente en el cuadrante inferior derecho), signos de irritación peritoneal y otros hallazgos relevantes.

○ **Pruebas de Laboratorio**

Se pueden realizar análisis de sangre para evaluar los niveles de leucocitos (recuento de

glóbulos blancos) y la velocidad de sedimentación globular (VSG), que pueden estar elevados en presencia de inflamación aguda. (7)

○ Pruebas de Imagen



La ecografía abdominal es una herramienta útil para detectar la presencia de inflamación en los apéndices epiploicos y descartar otras condiciones, como la apendicitis aguda. Se pueden observar hallazgos como la presencia de una masa hipoeoica adyacente al colon. (7-8)

La tomografía computarizada (TC) abdominal con contraste es el método de imagen más sensible y específico para el diagnóstico de la apendagitis. Permite visualizar la inflamación de los apéndices epiploicos, edema, congestión, y la presencia de complicaciones como abscesos o perforaciones. (8)

○ Diagnóstico Diferencial

Es importante diferenciar la apendagitis de otras condiciones que pueden causar dolor abdominal agudo, como la apendicitis aguda, la diverticulitis, la enfermedad inflamatoria

intestinal, entre otras. La combinación de la historia clínica, el examen físico y las pruebas de imagen ayuda a realizar un diagnóstico diferencial preciso.

2.9 Tratamiento

El tratamiento de la apendagitis depende de la severidad de la inflamación y la presencia de complicaciones. En general, se pueden considerar las siguientes estrategias terapéuticas:

a) Apendagitis Leve (Grado I)



- Reposo y cuidados generales en casa.
- Analgésicos de venta libre, como paracetamol o ibuprofeno, para aliviar el dolor y la inflamación. (8)
- Puede ser útil aplicar compresas frías en el área abdominal para reducir la inflamación local.

b) Apendagitis Moderada (Grado II)



- Analgésicos más potentes, como opioides leves, si el dolor es intenso y no responde a medicamentos de venta libre.
- Antiinflamatorios no esteroides (AINEs) para reducir la inflamación.
- Reposo y dieta suave para evitar la irritación adicional del tracto gastrointestinal. (7-8)

c) Apendagitis Severa (Grado III) con Complicaciones

- Tratamiento hospitalario con monitoreo cercano de signos vitales y síntomas.
- Administración de analgésicos intravenosos y líquidos intravenosos para mantener la hidratación.
- Antibióticos intravenosos si hay evidencia de infección o se sospecha una perforación con riesgo de peritonitis.
- Consideración de intervención quirúrgica urgente si hay complicaciones graves como abscesos, perforación o peritonitis localizada. (8)

Seguimiento y Evaluación



Después del tratamiento inicial, se realiza un seguimiento clínico para evaluar la respuesta al tratamiento y la resolución de los síntomas.

En casos severos o complicados, se pueden requerir estudios de imagen de seguimiento, como una TC, para evaluar la evolución de la inflamación y la presencia de complicaciones residuales. (8-9)

2.10 Pronóstico

El pronóstico de la apendagitis varía según la severidad de la inflamación y la presencia de complicaciones asociadas, así como la respuesta al tratamiento.

En casos de apendagitis leve (Grado I), se espera un pronóstico excelente con un manejo conservador que incluya reposo y tratamiento en casa. La resolución completa de los síntomas suele ocurrir en pocos días a una semana. (9)

Para la apendagitis moderada (Grado II), que requiere analgésicos y antiinflamatorios, la mayoría de los pacientes se recuperan sin complicaciones graves, aunque el tiempo de recuperación puede ser más prolongado que en casos leves.

En cuanto a la apendagitis severa (Grado III) con complicaciones como abscesos o perforaciones, el pronóstico es más reservado y la intervención quirúrgica urgente es necesaria para abordar las complicaciones y prevenir una peritonitis generalizada. El pronóstico también puede depender de la gravedad de las complicaciones y

la respuesta al tratamiento quirúrgico. Aunque la apendagitis se considera una condición benigna y autolimitada en la mayoría de los casos, la presencia de complicaciones puede requerir una gestión más agresiva y afectar el pronóstico a corto plazo. (9)

Es fundamental seguir las recomendaciones médicas, realizar un seguimiento clínico adecuado y someterse a estudios de imagen para evaluar la evolución y la resolución de la condición.

2.11 Complicaciones

Algunas complicaciones comunes incluyen:



Absceso Epiploico

La inflamación severa de los apéndices epiploicos puede llevar a la formación de un absceso epiploico, que es una colección de pus localizada. (9)

Los síntomas pueden incluir aumento del dolor abdominal, sensibilidad a la palpación, fiebre y signos de irritación peritoneal.

El tratamiento puede requerir drenaje del absceso y, en algunos casos, administración de antibióticos.

Perforación de los Apéndices Epiploicos

En casos graves, la inflamación aguda puede causar la perforación de los apéndices epiploicos, lo que permite la salida de su contenido al abdomen. (9)

Esto puede conducir a una respuesta inflamatoria más intensa, peritonitis localizada y síntomas graves como dolor abdominal intenso, fiebre alta y signos de shock.

El tratamiento urgente incluye cirugía para reparar la perforación, drenaje del contenido abdominal y administración de antibióticos intravenosos. (9)

Peritonitis Localizada

La perforación de los apéndices epiploicos o la presencia de abscesos pueden causar una respuesta inflamatoria localizada en la cavidad peritoneal, conocida como peritonitis localizada.

Los síntomas pueden incluir dolor abdominal intenso, sensibilidad a la palpación, fiebre, taquicardia y signos de irritación peritoneal.

El tratamiento requiere manejo médico y, en algunos casos, intervención quirúrgica para abordar la fuente de la inflamación y drenar las colecciones. (9)

Es importante tener en cuenta que si bien la apendagitis es generalmente una condición benigna y autolimitada, las complicaciones pueden ocurrir, especialmente en casos severos o cuando hay retraso en el diagnóstico y tratamiento (9)

2.12 Bibliografía

1. Gómez, C. A. (2024). Manifestaciones Radiológicas de la Apendagitis Epiploica: Un Caso Ilustrativo. *Revista Médico Científica UNACHI*, 1(1), 79-82.
2. Dias, C., Manzo, C., & Gutierrez, J. (2022). Apendagitis: etiología poco frecuente de abdomen agudo médico. *Revista GEN*, 76(1), 32-34.
3. Díaz, S. V., Boronat, A. G., López-Gay, J. M., Bártulos, A. V., Bermejo, M. Á. G., & Huertas, M. H. (2021). MÁS ALLÁ DE LA APENDICITIS: OTRAS CAUSAS DE DOLOR EN LA FOSA ILÍACA DERECHA (FID). *Seram*, 1(1).
4. Castelblanque, M. G., Serrano, M. D., Hernández, I. M., Serrano, L. G., Bernardos, A. B., & Royo, R. D. (2023). Apendagitis aguda, diagnóstico en urgencias de dolor abdominal. *Revista Sanitaria de Investigación*, 4(3), 116.
5. De Haro, I. B. G., Garnés, N. B., Caturla, S. I., Ferrando, M. J. F., Fuente, M. Á. G., & González, C. M. B. (2021). Dolor en fosa iliaca derecha y su diagnóstico diferencial. *Seram*, 1(1).
6. Martinez, C. M., Márquez, I. G., & Sánchez, E. O. (2021). Apendagitis epiploica: una lesión infrecuente del tejido adiposo intraabdominal. *Revista andaluza de patología digestiva*, 44(3), 124-125.
7. Centurión, V. R. L., Diaz, M. A. R., Kim, R., & Theys, L. M. (2024). Epiploitis Abscedado: Complicación de Epiploitis Aguda: Causa Inusual de Abdomen Agudo Quirúrgico. Revisión de caso. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 7249-7257.
8. Montes Arcón, P. S., Pérez Montiel, C. A., Redondo de Oro, K. T., & Hernández Pinilla, K. V. (2023). Apendagitis aguda como causa infrecuente de abdomen agudo quirúrgico. Reporte de caso. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 66(1), 47-52.
9. Ballabriga, J. M., Ferrer, N. S., Álvarez, L. M., & Albiol, J. M. E. (2023). Apendagitis epiploica: un caso clínico. *Revista Sanitaria de Investigación*, 4(4), 31.

3. LA TOMOGRAFIA: PRINCIPIOS BASICOS

García Chávez Frank Sebastián

Médico residente Clínica Novocorpo

CAPÍTULO 3. LA TOMOGRAFIA: PRINCIPIOS BASICOS



3.1 Introducción

La tomografía computarizada (TC), comúnmente conocida como tomografía axial computarizada (TAC), constituye un estudio de imágenes radiológicas de vital importancia en el campo médico. Desarrollada por el físico Allan MacLeod Cormack y el ingeniero eléctrico Godfrey Hounsfield, esta tecnología revolucionaria fue galardonada con el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1979. (Patel & De Jesus, 2021)

Los primeros escáneres de TC se instalaron en 1974, marcando el inicio de una era de avances tecnológicos continuos y refinamientos matemáticos que han permitido la obtención de imágenes detalladas en dos dimensiones. (Patel & De Jesus, 2021)



Ilustración 1 Valores de atenuación para diferentes tejidos humanos (Ramírez, Aboleda & McCollough, 2008)

La TC implica el uso de rayos X, donde una serie de haces de rayos se rotan alrededor de una región anatómica específica del cuerpo, generando imágenes transversales computarizadas. Estas imágenes ofrecen una ventaja significativa sobre los rayos X convencionales al proporcionar una representación detallada y sin superposiciones de una sección transversal particular del cuerpo. Esta precisión se traduce en una correlación clínico-patológica excepcional para enfermedades sospechadas. (Patel & De Jesus, 2021)

El empleo de la TC amplía la capacidad diagnóstica del médico, permitiendo una evaluación precisa de la enfermedad del paciente. Además, las TC de dosis baja están demostrando ser valiosas herramientas en medicina preventiva y detección temprana de cáncer. Inicialmente denominada TAC por "tomografía axial computarizada", esta técnica originalmente requería el movimiento de la mesa de exploración después de cada imagen axial. (Patel & De Jesus, 2021)

En un escaneo en espiral o helicoidal, la mesa de exploración se desplaza de manera continua mientras la fuente de rayos X y los detectores giran. Esta técnica reduce considerablemente el tiempo necesario para el estudio, lo que resulta fundamental en situaciones de emergencia al proporcionar resultados de manera rápida y eficiente. Rápidamente, este enfoque reemplazó a la angiografía cerebral en la detección de traumatismos craneoencefálicos y masas cerebrales, ofreciendo una alternativa extremadamente fiable y rápida. (Patel & De Jesus, 2021)

La adquisición de las imágenes en tomografía computarizada es realizada por un técnico radiológico, mientras que la interpretación y el informe de los resultados son llevados a cabo por un radiólogo experto. (Patel & De Jesus, 2021)

3.2 Historia

El descubrimiento de la tomografía marcó un hito en el campo del diagnóstico médico al superar las limitaciones de la radiología convencional. Estas limitaciones incluían la incapacidad para visualizar ciertas estructuras debido a superposiciones, lo que dificultaba la representación completa de eventos tridimensionales en una imagen bidimensional. Además, la radiología convencional no permitía una diferenciación precisa de ciertos tejidos blandos ni la ponderación de las densidades tisulares. (Lechón, Itás, & Leines, 2017)

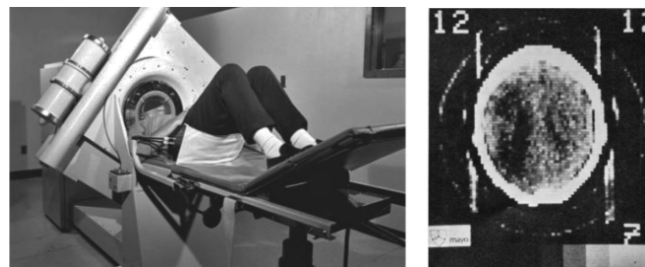


Ilustración 2 Tomógrafo EMI MARK1 (Ramírez & Clavijo, 2008)

La historia de la tomografía se remonta a 1917, cuando Johann Radón demostró mediante cálculos matemáticos que era posible reconstruir un objeto bidimensional o tridimensional si se conocían todas sus proyecciones. A pesar de este avance, sus trabajos quedaron en gran medida olvidados durante aproximadamente 50 años. (Lechón, Itás, & Leines, 2017)

En 1960, el Dr. William H. Oldendorf, profesor de Neurología y Psiquiatría, fue pionero al adoptar los principios y hardware utilizados por los tomógrafos vanguardistas. Se le reconoce como uno de los fundadores originales de los principios de la tomografía computarizada.

En 1963, el físico estadounidense Allan Cormack formuló algoritmos matemáticos basados en los resultados de Radón para su aplicación en medicina. Cormack concluyó que podía desarrollar los coeficientes de absorción de una estructura plana y medir las variaciones de intensidad de los haces transmitidos. (Lechón, Itás, & Leines, 2017) Este avance le permitió detectar pequeñas diferencias de densidad y proponer la reconstrucción por computación.

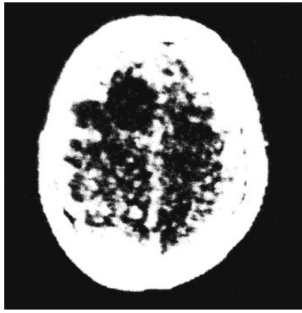


Ilustración 3 Primera imagen clínica obtenida con tomógrafo computado prototipo. (Bosch, 2004)

El ingeniero Godfrey Hounsfield inició su carrera en EMI (Electro Musical Industries), la compañía grabadora de The Beatles, donde se dedicó al desarrollo de sistemas de radar y armas teledirigidas. Reconociendo la naturaleza arriesgada y cambiante del negocio musical, el director de EMI, John Read, brindó a Hounsfield libertad para explorar sus ideas innovadoras al establecer un fondo de investigación para financiar sus proyectos. (Lechón, Itás, & Leines, 2017)

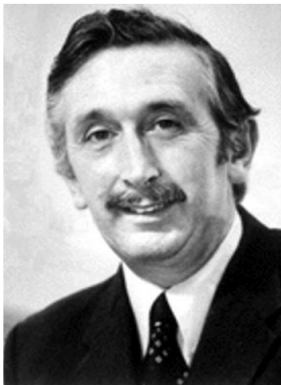


Ilustración 4 Sir Godfrey N. Hounsfield (1919-2004). (Bosch, 2004)

En 1967, Hounsfield completó su primer escáner cerebral de rayos X, denominado EMI MARK I, marcando el inicio de su dedicación al perfeccionamiento de este prototipo. Esta labor

culminó en 1971 con el nacimiento de la revolucionaria técnica conocida como tomografía computarizada. (Lechón, Itás, & Leines, 2017) La primera prueba de esta técnica en un paciente tuvo lugar en el Hospital Atkinson Morley en Londres, donde se reveló la presencia de un enorme quiste circular en el lóbulo frontal. Cada rotación del tubo emisor de radiación requería 4 minutos y medio para completarse, además de 60 segundos adicionales para la reconstrucción de la imagen. El reconocimiento a su innovador trabajo llegó en 1979, cuando Godfrey Hounsfield recibió el Premio Nobel de Medicina junto con Allan Cormack. (Lechón, Itás, & Leines, 2017)

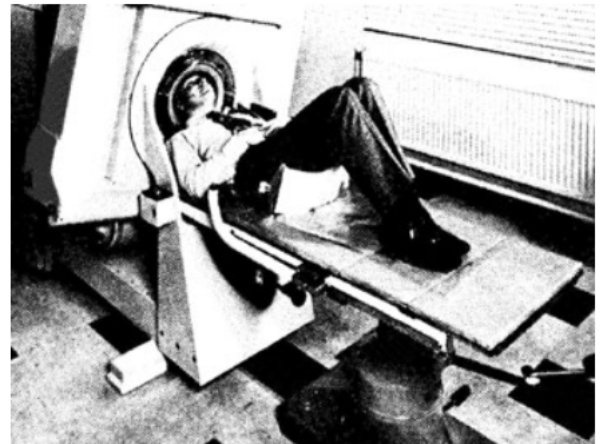


Ilustración 5 Primer prototipo de escáner clínico para cerebro instalado en el Hospital Atkinson Morley's. Londres. (Bosch, 2004)

3.3 Evolución

Es fundamental destacar que, si bien todos los componentes de los sistemas de tomografía han experimentado evolución, el avance más significativo se ha dado en el sistema de tubo de rayos X y detectores. Este componente ha

experimentado un continuo perfeccionamiento que ha redundado en una notable reducción del tiempo de exploración y una mejora sustancial en la calidad de las imágenes obtenidas. Este progreso ha sido crucial para aumentar la eficiencia del diagnóstico médico y mejorar la

precisión en la identificación de patologías

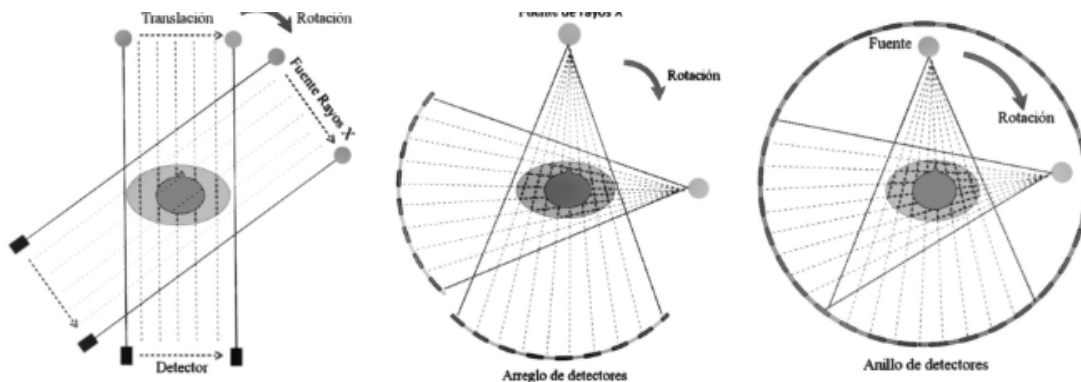


Ilustración 7 Simulación del proceso

significativo en la obtención de imágenes médicas, permitiendo una exploración detallada de las estructuras anatómicas con una precisión cada vez mayor. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

de adquisición de imágenes. (Ramírez & Clavijo, 2008)

Características

El sistema se basaba en un movimiento combinado de translación y rotación del tubo de

Ilustración 6 Generaciones representativas de la evolución de la tomografía (Ramírez & Clavijo, 2008)

3.3.1. Primera Generación

En 1971, se inició el uso de equipos de tomografía computarizada. Estos equipos empleaban un haz de rayos X delgado y preciso, similar a un lápiz, y contaban con un solo detector que se movía tanto en traslación como en rotación. Este enfoque representó un avance

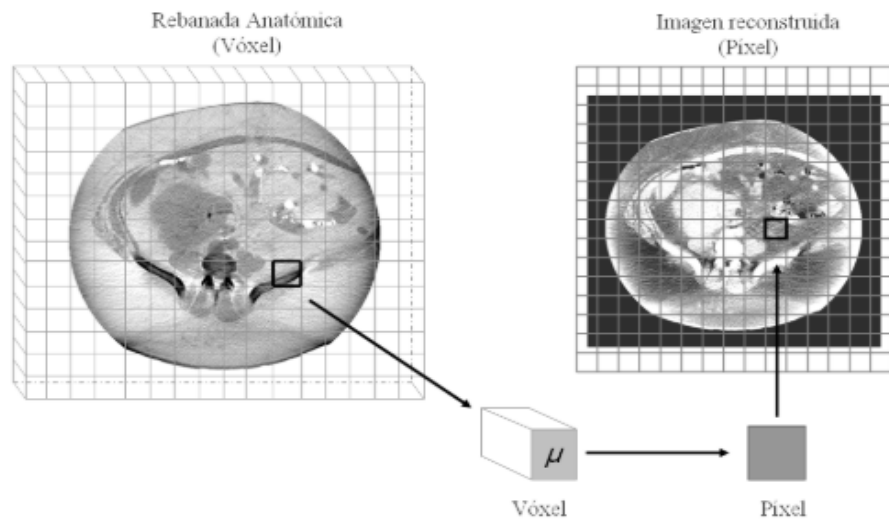
rayos X y del único detector de cristal de centelleo disponible.

- Una vez finalizada la adquisición de datos, el sistema realizaba una rotación para prepararse para la siguiente proyección.

(Dillensenger & Moerschel, 2012)

- Este proceso de translación-rotación se repetía en un total de 180 translaciones, lo que resultaba en un tiempo de exploración considerablemente largo, aproximadamente 5 minutos, lo que limitaba su uso en ciertos contextos clínicos. (Dillensenger & Moerschel, 2012)
- El corte de la imagen se obtenía mediante un haz puntual de radiación monoenergético, que consistía en un único destello de rayos X dirigido hacia el detector. Durante la fase de translación, se utilizaba una corriente de 50 mA. (Ortega & Socolsky, 2012)

proyección. Este movimiento de translación y rotación se repetía hasta que la fuente de rayos X y los detectores hubieran rotado un total de 180



grados. Este enfoque permitía obtener múltiples proyecciones desde diferentes ángulos para reconstruir una imagen tridimensional del área de interés. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Procedimiento de adquisición

El proceso implicaba el desplazamiento lineal del haz de rayos X a través del paciente para adquirir el perfil de la proyección. Luego, tanto la fuente de rayos X como el detector rotaban aproximadamente 1 grado alrededor del isocentro para obtener el perfil de otra

Ilustración 8 Proceso de adquisición de la imagen artificialmente discretizada en voxels

Ventajas

Este método de adquisición de imágenes permitía observar las diversas estructuras anatómicas sin superposiciones entre ellas. Además, gracias a la escala de Hounsfield, era posible distinguir entre diferentes densidades de tejido, lo que facilitaba la diferenciación entre distintos tipos de tejidos y la identificación de anomalías o patologías. Esta capacidad de discernir entre densidades tisulares contribuyó significativamente a la precisión diagnóstica de la tomografía computarizada. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Desventajas

Este método requería numerosas rotaciones del tubo de rayos X, lo que resultaba en tiempos de escaneo prolongados y limitaba su aplicación a la obtención de imágenes únicamente del cerebro.

Además, el movimiento involuntario del paciente durante el escaneo dificultaba la obtención de imágenes óptimas para el diagnóstico médico. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

El uso de un solo detector también presentaba limitaciones, ya que la imagen resultante carecía de la definición necesaria para una evaluación detallada. Esto comprometía la capacidad de discernir con precisión las estructuras anatómicas y las posibles anomalías. (Ortega & Socolsky, 2012)

3.3.2 Segunda Generación

En 1974, surgieron avances significativos en la tecnología de tomografía computarizada. Se mantuvo el principio de traslación y rotación, pero se implementaron mejoras importantes. Por ejemplo, el número de detectores se incrementó a 30, lo que permitió una captura de datos más precisa y detallada. Además, el tiempo requerido para adquirir datos se redujo significativamente a solo 20 segundos. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

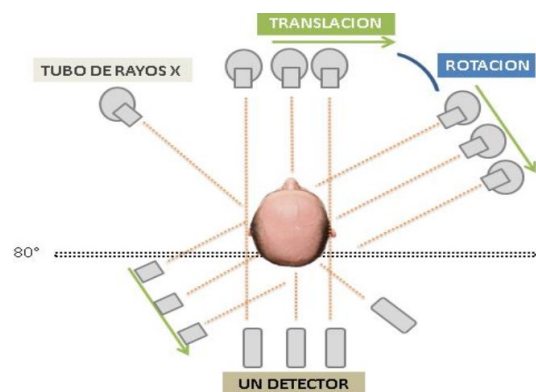


Ilustración 9 Esquema del tomógrafo de primera generación (Ortega & Socolsky, 2012)

Estos avances tecnológicos hicieron posible una traslación más rápida del haz de rayos X, lo que facilitó la exploración de regiones como el tórax y el abdomen con mayor eficiencia. Por primera vez, se comenzó a hablar de la posibilidad de utilizar un tomógrafo de cuerpo entero, lo que representó un importante paso adelante en la capacidad de la tomografía computarizada para estudiar todo el cuerpo humano de manera integral. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Características

En esta nueva generación de tomógrafos, se mantuvo el principio de movimiento de translación-rotación. Sin embargo, se introdujeron mejoras significativas en el proceso de adquisición y reconstrucción de imágenes:

- La reconstrucción de la imagen se realizaba mediante un haz de abanico con un ángulo de entre 3 a 10 grados, utilizando una matriz de detectores lineales.
- Se incorporaron 30 detectores, lo que permitió una considerable reducción en los tiempos de escaneo.
- Se necesitaba un menor número de rotaciones angulares para obtener una imagen completa.
- El tiempo requerido para la adquisición de la imagen se redujo de manera significativa, oscilando entre 10 a 60 seg.
- La apertura del haz en forma de abanico y la disposición de los detectores

permitían obtener resultados equivalentes con una sola traslación, en comparación con la primera generación de tomógrafos. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Estas mejoras contribuyeron a una mayor eficiencia en la captura de imágenes y a una reducción significativa en el tiempo necesario para realizar estudios tomográficos.

Procedimiento de adquisición

En esta nueva generación de tomógrafos, se mantuvo el principio de movimiento de translación-rotación, similar al de la primera generación. Sin embargo, se introdujeron mejoras clave, incluyendo un aumento en el número de detectores y la utilización de un tubo de rayos X que generaba varios haces simultáneos. Cada uno de estos haces incide en un único detector dentro del arreglo. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

La disposición de los detectores y la geometría resultante describen un pequeño abanico, cuyo punto de origen se encuentra en el tubo de rayos X. Después de cada translación, tanto el tubo de rayos X como el arreglo de detectores rotan, repitiendo el proceso de translación. Esta configuración permite una captura de imágenes más rápida y eficiente, ya que múltiples haces de rayos X pueden ser detectados simultáneamente por el arreglo de detectores. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Desventajas

En esta segunda generación de tomógrafos, aunque se lograron mejoras significativas en términos de velocidad y eficiencia en la adquisición de imágenes, también surgieron algunos desafíos. Por ejemplo, el aumento en el número de detectores y la generación de varios haces de rayos X simultáneos condujo a un aumento en la radiación dispersa. Este fenómeno puede afectar la calidad de las imágenes y plantear preocupaciones adicionales sobre la seguridad del paciente. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Además, el costo de este equipo era considerablemente mayor en comparación con los tomógrafos de la primera generación. Esto se debía al incremento en la complejidad y el número de componentes tecnológicos necesarios para implementar las nuevas características y funcionalidades de esta generación de tomógrafos. (Ortega & Socolsky, 2012)

3.3.3 Tercera Generación

La llegada de esta generación en 1976 marcó un hito significativo, ya que abarcaba prácticamente todos los aspectos de la tomografía computarizada. Una de las mejoras más destacadas fue la reducción sustancial en el tiempo de escaneo, lograda gracias al incremento en el número de detectores y a los avances en el software informático. (Ortega & Socolsky, 2012)

El aumento en el número de detectores permitió una captura de datos más rápida y eficiente, lo que resultó en tiempos de escaneo

considerablemente menores. Además, los avances en el software informático contribuyeron a optimizar el proceso de adquisición y reconstrucción de imágenes, aumentando aún más la eficiencia del sistema en su conjunto. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

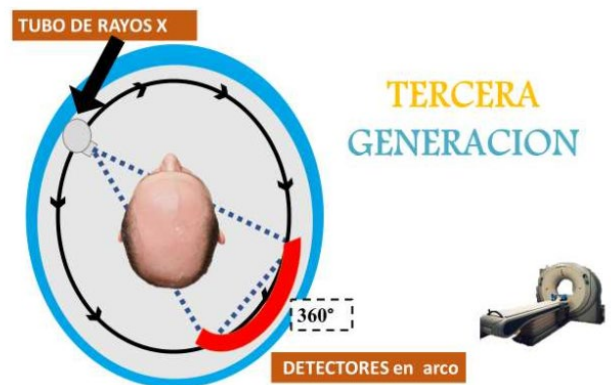


Ilustración 10 Esquema de tomógrafo de tercera generación.

Fuente: (Dillenseger & Moerschel, 2012)

En resumen, esta generación representó un gran avance en la tomografía computarizada al ofrecer tiempos de escaneo más cortos y una mayor capacidad de cobertura, lo que mejoró significativamente la calidad y la eficiencia de los estudios tomográficos. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Características

Esta generación de tomógrafos presenta varias características importantes:

- Utiliza un sistema de rotación-rotación.
- El haz de rayos X se genera en forma de abanico con un ángulo de 50 grados.
- Cuenta con una fila de hasta 960 detectores ubicados frente al tubo de rayos X.

- Tanto el arco de detectores como el tubo de rayos X giran 360 grados alrededor del paciente, eliminando la necesidad de movimiento de traslación.
- Se emplean dos formas de haz: continuo (400 mA) y pulsante (100 mA).
- Los detectores están fijados radialmente, lo que permite una alta colimación y reduce la radiación dispersa. (Ortega & Socolsky, 2012)
- El tiempo de reconstrucción se reduce considerablemente, con un tiempo de 2 cortes en 6 segundos. (Ortega & Socolsky, 2012)
- Cada nuevo corte requiere un cambio en la dirección de rotación.

Estas características contribuyen a una captura de imágenes más rápida, eficiente y precisa, mejorando la experiencia del paciente y la calidad del diagnóstico médico.

Procedimientos de adquisición

Este sistema utilizaba un haz de rayos X que se proyectaba en forma de abanico. Este haz era absorbido por una hilera de detectores altamente sensibles dispuestos en un arco circular. Con esta configuración, bastaba un segundo para completar una rotación completa, es decir, realizar un corte. Sin embargo, la frecuencia de adquisición de imágenes era menor debido a este enfoque. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

La adquisición de imágenes se llevaba a cabo combinando la rotación continua del tubo de

rayos X con un desplazamiento lineal de la mesa a través del gantry. Este método permitía obtener imágenes detalladas de la anatomía del paciente mientras se realizaba un movimiento continuo y uniforme, mejorando la eficiencia del proceso de adquisición de imágenes. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Ventajas

Esta nueva generación de tomógrafos presenta varias mejoras significativas:

- Incorpora un mayor número de detectores, lo que permite una captura de datos más detallada y precisa.
- Se reduce considerablemente el tiempo de adquisición de imágenes.
- Elimina la necesidad de traslación del paciente durante el escaneo. En su lugar, se emplea un método de recopilación de datos basado únicamente en movimientos de rotación, cubriendo un ángulo completo de 360 grados. (Ortega & Socolsky, 2012)
- Se introduce el uso de anillos deslizantes para evitar que los cables se enreden o se corten durante el movimiento del gantry. Esto mejora la confiabilidad y la seguridad del equipo, así como la calidad de las imágenes obtenidas. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Desventajas

- Sí, es cierto. Una de las principales desventajas de este sistema es la aparición ocasional de artefactos en anillo. Estos artefactos pueden manifestarse como anillos concéntricos o semi-circulares en la imagen tomográfica y pueden interferir con la interpretación precisa de los resultados. (Dillensenger & Moerschel, 2012)
- Los artefactos en anillo pueden ser causados por una variedad de factores, como irregularidades en los detectores, variaciones en la sensibilidad de los detectores, errores en la calibración del sistema, o problemas en el procesamiento de datos durante la reconstrucción de la imagen. Aunque estos artefactos son menos comunes en los sistemas modernos gracias a mejoras en la tecnología y técnicas de corrección, siguen siendo una preocupación en algunos casos y pueden requerir medidas adicionales para minimizar su impacto en la calidad de las imágenes obtenidas. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

3.3.4 Cuarta Generación

Los tomógrafos de Cuarta Generación, que comenzaron a comercializarse a partir de 1987, presentaban una disposición innovadora de detectores. Estos equipos incluían entre 1200 y 4800 detectores, organizados en forma de "corona" alrededor del agujero del gantry. Esta

configuración única fue propuesta por la compañía Picker y se distinguía por su diseño avanzado y su capacidad para capturar imágenes con alta resolución y precisión. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Aunque esta idea fue revolucionaria en su momento, el concepto de Cuarta Generación, con detectores dispuestos en forma de corona, ha sido abandonado en la práctica actual. En su lugar, los sistemas de tomografía modernos suelen optar por configuraciones de detectores más eficientes y versátiles para satisfacer las demandas actuales de la industria médica. (Dillensenger & Moerschel, 2012)



Ilustración 11 Esquema de tomógrafo de cuarta generación

Fuente: (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Características

El sistema de Cuarta Generación de tomografía computarizada se caracteriza por varias características distintivas:

- Presenta un anillo de detectores fijos dispuestos en forma de corona completa alrededor de los 360 grados del gantry.

- Introduce una configuración de giro estacionario para los detectores, lo que significa que estos permanecen en su lugar durante todo el escaneo. (Ortega & Socolsky, 2012)
- Utiliza una geometría del haz de rayos X en forma de abanico, con rotación completa del tubo de rayos X, mientras que los detectores se mantienen estacionarios.
- Está compuesto por un gran número de detectores independientes, generalmente 4800 o más, lo que permite una captura de datos detallada y precisa de la anatomía del paciente. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Estas características contribuyen a una captura de imágenes rápida, eficiente y de alta resolución, lo que hace que los tomógrafos de Cuarta Generación sean una herramienta valiosa en el diagnóstico médico. Sin embargo, este diseño específico ha sido reemplazado en gran medida por configuraciones más modernas y versátiles en la práctica actual.

Método de adquisición

En los tomógrafos de Cuarta Generación, el tubo de rayos X gira alrededor de un centro mientras que los detectores permanecen estacionarios. Esta configuración permite mantener tiempos de exploración similares a los de la tercera generación, a pesar de la diferencia en el método

de adquisición de datos. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Además, el tiempo de reconstrucción de las imágenes es notablemente rápido, generalmente inferior a 0,5 segundos. Esto se debe a los avances en el software de procesamiento de imágenes y la capacidad de los sistemas informáticos modernos para realizar cálculos complejos de manera rápida y eficiente. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

En resumen, los tomógrafos de Cuarta Generación ofrecen una combinación de tiempos de exploración comparables a generaciones anteriores y tiempos de reconstrucción muy rápidos, lo que los hace una opción atractiva para el diagnóstico médico avanzado. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Desventajas

En los tomógrafos de Cuarta Generación, se presentaban algunas limitaciones importantes:

- La disposición fija de los detectores impedía el uso de una rejilla enfocada para rechazar las radiaciones secundarias, lo que podía afectar la calidad de las imágenes al introducir artefactos no deseados.
- A pesar de su configuración avanzada, los tiempos de escaneo no siempre superaban los de la generación anterior, lo que limitaba su eficiencia en

comparación con sistemas más modernos. (Ortega & Socolsky, 2012)

- Se requería una calibración dos veces por rotación para garantizar la precisión de las imágenes, lo que añadía complejidad al proceso y podía aumentar el tiempo total de escaneo. (Ortega & Socolsky, 2012)
- El haz de rayos X era más ancho en comparación con generaciones anteriores, lo que podía provocar una pérdida de resolución espacial y comprometer la calidad de las imágenes, especialmente en estructuras pequeñas o detalladas. (Lechón, Itás, & Leines, 2017)

Estas limitaciones contribuyeron a la disminución de la popularidad de los tomógrafos de Cuarta Generación en comparación con sistemas más avanzados y versátiles que surgieron posteriormente.

3.3.5 Quinta Generación

Los tomógrafos de esta clase presentan múltiples fuentes fijas de rayos X y numerosos detectores también fijos, lo que les confiere una alta velocidad de exploración. Con tiempos de exploración de apenas 0.5 segundos, estos equipos son notables por su rapidez y eficiencia. Sin embargo, su alto costo ha limitado su adopción, y apenas se han utilizado en lugares fuera de los Estados Unidos. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

Entre los desarrollos tecnológicos más destacados se encuentran:

- Fuente dual de rayos X: Estos sistemas utilizan dos tubos de rayos X para obtener imágenes con una resolución mejorada y una mayor capacidad de detección de detalles.
- Haz cónico: Esta técnica permite adquirir el volumen total del área de interés en una sola rotación, lo que agiliza aún más el proceso de exploración y reduce el tiempo de exposición del paciente a la radiación. (Dillensenger & Moerschel, 2012)
- TC Espectral: Esta modalidad de tomografía computarizada va más allá de simplemente capturar imágenes anatómicas, ya que permite determinar la composición física de los tejidos examinados. Esto proporciona información adicional sobre la naturaleza de las estructuras y puede ser útil en la caracterización de lesiones y enfermedades. (Dillensenger & Moerschel, 2012)

A pesar de sus ventajas tecnológicas, la limitada disponibilidad y el alto costo de estos equipos han restringido su uso a unas pocas ubicaciones selectas, principalmente en los Estados Unidos.

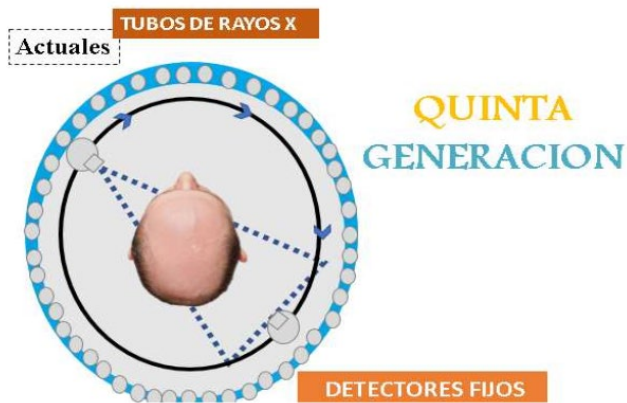


Ilustración 12 Esquema de tomógrafo de quinta generación.
(Dillenseger & Moerschel, 2012)

Características

Los tomógrafos helicoidales, también conocidos como tomógrafos de Cuarta Generación, presentan una serie de características y ventajas:

- Reducen significativamente el tiempo necesario para adquirir una imagen, gracias a su diseño helicoidal que permite la adquisición continua de datos mientras el paciente se mueve a través del escáner. (Ortega & Socolsky, 2012)
- Incorporan numerosos detectores dispuestos en forma de corona alrededor del paciente, lo que mejora la calidad y la precisión de las imágenes obtenidas.
- Estos tomógrafos representan una mejora con respecto a los sistemas de tercera generación, ya que su diseño helicoidal permite una captura de datos más rápida y eficiente. (Dillenseger & Moerschel, 2012)

- El movimiento helicoidal ayuda a reducir los artefactos causados por la respiración u otros movimientos del paciente, lo que se traduce en imágenes de mayor calidad y mayor nitidez. (Dillenseger & Moerschel, 2012)

En resumen, los tomógrafos helicoidales ofrecen una serie de ventajas significativas en comparación con los sistemas de generaciones anteriores, lo que los convierte en una herramienta valiosa en el diagnóstico médico moderno.

3.4 Principios Físicos

Un tomógrafo computarizado (TC) es esencialmente un dispositivo de rayos X en el que la placa radiográfica ha sido reemplazada por detectores. El tubo de rayos X emite un haz de radiación colimado que atraviesa al paciente. (Hernández & Mitjavila, 2006) Después de pasar a través del paciente, el haz atenuado remanente es captado por los detectores mientras el sistema realiza un movimiento circular alrededor del paciente. La información recogida por los detectores es analizada por un ordenador o sistema informático, que reconstruye la imagen digital y la muestra en un monitor. (Hernández & Mitjavila, 2006)

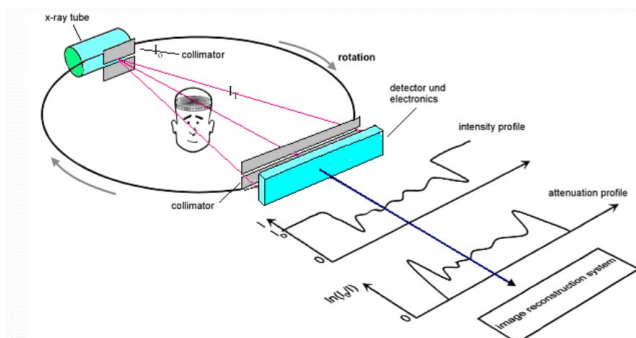


Ilustración 13 Principios físicos de formación de la imagen
Fuente: (Fleitas, 2015)

Los componentes fundamentales del equipo de TC son:

- El tubo de rayos X.
- El sistema de detectores.
- El ordenador o sistema informático.

El conjunto formado por el tubo de rayos X y los detectores, dispuestos en posiciones opuestas entre sí, se encuentra alojado dentro de una carcasa circular llamada gantry, cuyo centro es hueco. Este gantry permite que el tubo de rayos X y los detectores giren alrededor del paciente durante el proceso de escaneo, capturando múltiples imágenes desde diferentes ángulos para una reconstrucción precisa de la estructura interna del cuerpo del paciente. (Hernández & Mitjavila, 2006)

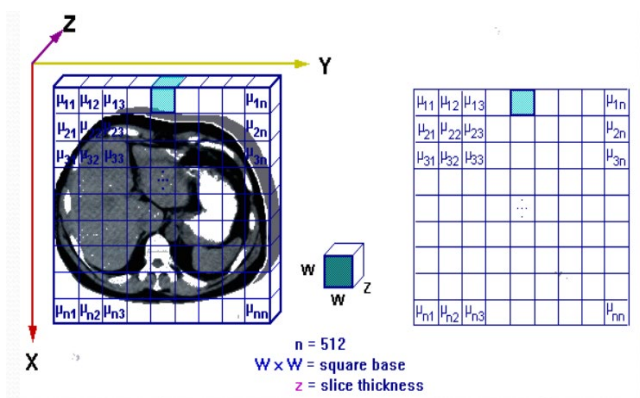


Ilustración 14 Atenuación. Fuente: (Fleitas, 2015)

El factor de desplazamiento, o pitch, es crucial en la tomografía computarizada helicoidal (TCH). Cuanto mayor sea el valor del pitch, más estirada estará la espiral descrita por el haz de rayos X, lo que aumentaría su cobertura y reduciría la dosis de radiación para el paciente. Sin embargo, esto también podría disminuir la calidad de las imágenes obtenidas. (Hernández & Mitjavila, 2006)

Las ventajas de la TCH en comparación con la tomografía computarizada (TAC) convencional son numerosas:

- Evita la discontinuidad entre cortes, ya que el movimiento helicoidal permite una adquisición continua de datos.
- Reduce el tiempo de exploración al eliminar las pausas entre cortes.
- Permite exploraciones con una menor cantidad de contraste intravenoso, lo que puede ser beneficioso para algunos pacientes.
- Mejora la calidad de las reconstrucciones multiplanares y tridimensionales, lo que facilita la interpretación de las imágenes.
- Estas ventajas han permitido la realización de estudios de angio-TC, que son especialmente útiles para visualizar el sistema vascular.

El tomógrafo multidetector (TCMD) es una variante avanzada de la TCH en la que el sistema de detectores consta de varias hileras o filas de

detectores (2, 4, 8, 16, etc.) en lugar de una sola fila. Estos equipos mejoran aún más la resolución espacial y temporal, lo que resulta en imágenes de mayor calidad y una exploración más rápida y precisa. (Hernández & Mitjavila, 2006)

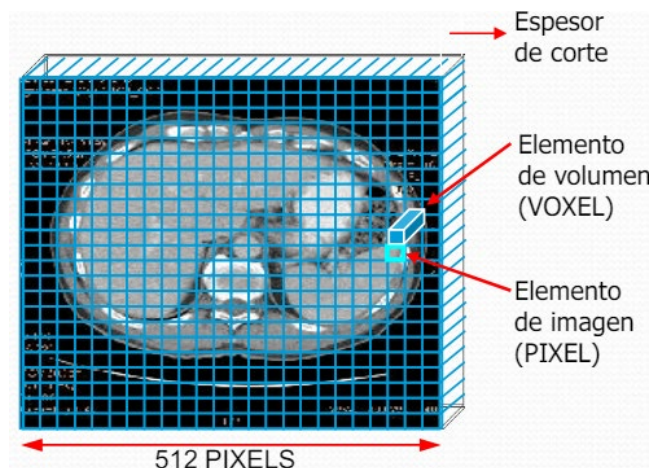


Ilustración 15 Tomográfica, cada píxel.

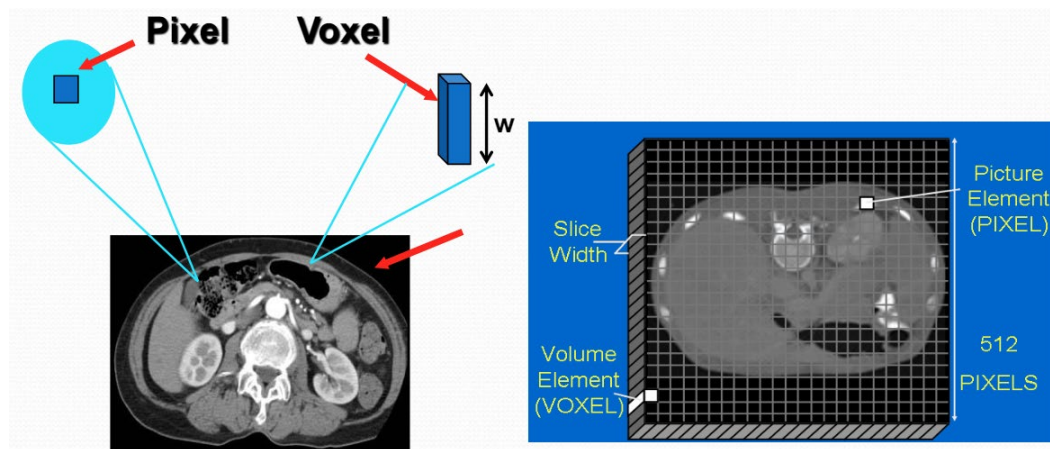
Fuente: (Feitas, 2015)

La reconstrucción de imágenes en tomografía computarizada implica complicados cálculos matemáticos que consideran la radiación inicial y los datos de radiación recibidos por los detectores. Estos cálculos determinan el coeficiente de atenuación de la radiación en cada voxel, asignando a cada uno un valor numérico conocido como número CT (Unidades Hounsfield). (Hernández & Mitjavila, 2006)

Las Unidades Hounsfield (uH), nombradas en honor al pionero de la TC, representan los grados de atenuación del haz de radiación al atravesar diversas estructuras. La densidad del agua se

establece arbitrariamente en 0 uH. La grasa tiene valores negativos (alrededor de -70 o -90 uH), los tejidos blandos tienen valores positivos (+30, +70 uH), mientras que el hueso tiene valores más altos (+500 uH) y el aire valores negativos extremadamente altos (-1,000 uH). (Hernández & Mitjavila, 2006)

En el monitor, estas unidades se traducen en tonos de gris, con un máximo de 256 tonos representados, aunque el ojo humano solo puede distinguir aproximadamente 20 tonos. Se denomina "ventana" al rango de valores de atenuación mostrados en la pantalla del monitor. El "centro de la ventana", o nivel de densidad medio, se ajusta para que coincida con el tejido



que se está examinando: por ejemplo, para estudiar el pulmón, se ajusta a un nivel bajo de uH, mientras que para el hueso se ajusta a niveles altos. (Hernández & Mitjavila, 2006)

Ilustración 16 Adquisición de la Imagen. Fuente: (Fleitas, 2015)

La "anchura de ventana", que determina la gama de valores de atenuación o números CT representados, afecta al contraste de las imágenes: cuanto más estrecha sea la ventana, mayor será el contraste de la imagen.

El rango de densidades de la mayoría de los órganos de tejido blando se sitúa estrechamente entre 10 y 90 uH. Este solapamiento de densidades hace que no podamos determinar con certeza qué tejido o sustancia estamos viendo basándonos únicamente en su nivel de densidad. (Hernández & Mitjavila, 2006)

Además, los valores de densidad estándar pueden variar entre individuos y dependen de la presencia y la cantidad de medio de contraste en la sangre circulante y/o en las vísceras. (Hernández & Mitjavila, 2006)

Para ajustar la visualización de las imágenes de manera óptima, se utilizan diferentes ventanas:

- La ventana de partes blandas se centra en 50 uH, con una anchura de aproximadamente 350 uH.

- Si se va a examinar el parénquima pulmonar, el centro de la ventana se sitúa más bajo, alrededor de -500 uH, con una mayor anchura (1500-2000 uH).
- La ventana para el cerebro debe ser muy estrecha (80-100 uH), con el centro próximo a la densidad media del tejido cerebral (35 uH).
- Por último, la ventana para el hueso debe tener un centro mucho más alto, alrededor de +300 uH, y una anchura de aproximadamente 1500 uH.

Estos ajustes permiten una visualización óptima de las diferentes estructuras y tejidos en las imágenes obtenidas mediante tomografía computarizada.

El grosor de la imagen se elige antes de adquirir el estudio, siendo típicamente de 8-10 mm para exploraciones torácicas o abdominales, y de 2-5 mm para estudios de columna, cráneo, órbitas o peñasco, dependiendo del equipo y la patología en cuestión. Esto significa que una estructura puede abarcar todo el grosor de un corte o solo parte de él. El valor de escala de grises de un voxel se determina por la atenuación promedio de todas las estructuras en su interior. (Hernández & Mitjavila, 2006)

Los efectos de volumen parcial ocurren cuando las estructuras no llenan completamente el grosor del corte, lo que resulta en una definición deficiente de la anatomía. Esto sucede si un órgano disminuye de tamaño dentro del corte, lo que conduce a una mala definición de los polos renales, los límites de la vesícula, o la vejiga urinaria. (Hernández & Mitjavila, 2006)

$$\mu_{rel} = \frac{\mu_{object} - \mu_{Water}}{\mu_{Water}} \cdot 1000$$

= **CT value**
 = **HU [Hounsfield Unit]**

relative attenuation coefficient
 normalized to water
 the scaling factor is chosen as 1000
 named in honor of the inventor

Ilustración 17 Unidades Hounsfield Fuente: (Fleitas, 2015)

Es crucial distinguir entre ganglios aumentados o afectados y vasos o músculos cortados en secciones transversales. Se deben analizar los cortes craneales o caudales adyacentes y comparar las estructuras en cuestión para determinar si son abultamientos nodulares o si continúan como formas más o menos tubulares. Un ganglio solo aparecerá en uno o dos cortes y no se seguirá en imágenes adyacentes. Este procedimiento también ayuda a identificar rápidamente los efectos de volumen parcial. (Hernández & Mitjavila, 2006)

3.4.1 Indicaciones

La tomografía computarizada se utiliza para una amplia variedad de indicaciones clínicas, dependiendo de los órganos que se deben evaluar. Puede ser empleada tanto en entornos clínicos hospitalarios como ambulatorios, y en situaciones de emergencia puede descartar

enfermedades graves. Las indicaciones para realizar una tomografía computarizada incluyen ayudar al médico en el diagnóstico, delimitar el diagnóstico diferencial y confirmar sospechas médicas. Además, puede utilizarse para detección, estadificación y seguimiento del cáncer, así como para realizar biopsias de manera precisa y asistir durante procedimientos quirúrgicos. (Cadavid, Poveda, & Palacio, 2020)



Ilustración 18 Medida de los perfiles de transmisión de rayos X. Fuente (Calzado & Geleijns, 2010)

A continuación, se detallan algunas de las indicaciones para diferentes áreas del cuerpo:

- Cerebro: tumores, hematomas traumáticos o espontáneos, ictus, edema, fractura de cráneo, calcificaciones, malformaciones arteriovenosas, hidrocefalia, sinusitis y empiema.
- Cuello: tumores, masas benignas, nódulos tiroideos, linfadenopatías.
- Pecho: tumores, neumonía, metástasis, masas benignas, edema pulmonar, edema pleural, tuberculosis, embolia pulmonar, lesión traumática de los pulmones, rotura esofágica, ingestión de cuerpo extraño, fibrosis.

- Abdomen: tumores primarios, metástasis, abscesos, ascitis, colecistitis, apendicitis, cálculos renales, pancreatitis, obstrucción, linfadenopatía, cuerpo extraño.
- Columna vertebral: fracturas, cambios degenerativos, estabilidad, osteomielitis, patología discal.
- Hueso: fracturas óseas complejas, articulaciones erosionadas, rodilla, tumores, osteomielitis.
- Ginecología: quiste, fibromas, tumores.
- Cribado: cáncer de colon y pulmón. La colonografía/colonoscopia por TC se utiliza para diagnosticar enfermedades del colon y cáncer en etapa temprana.
- TC de baja emisión: se utiliza para diagnosticar cáncer de pulmón en fumadores y exfumadores con un alto historial de tabaquismo y con edades comprendidas entre 55 y 80 años utilizando una dosis baja de radiación. (Patel & De Jesus, 2021)
- Biopsia: TC guiada a diferentes órganos para una adecuada extracción de tejido.
- Angiografía por TC: cerebro, corazón, pulmón, riñón, extremidades.
- Intraoperatorio: la tomografía computarizada se puede utilizar para procedimientos de neuronavegación durante una biopsia cerebral o resección de tumores. (Patel & De Jesus, 2021)

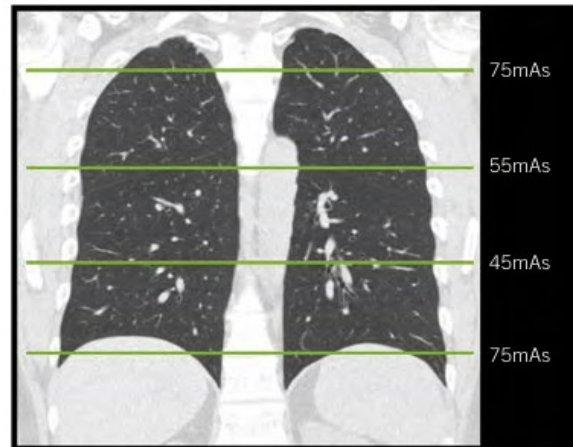


Ilustración 19 La radiografía de planificación sirve para preseleccionar. Fuente: (Calzado & Geleijns, 2010)

3.4.2 Complicaciones

Es crucial tener en cuenta los riesgos asociados con la exposición a la radiación durante una tomografía computarizada. La radiación ionizante utilizada en estas exploraciones puede tener un potencial de daño biológico al tejido. Por ejemplo, la dosis de radiación de una tomografía computarizada puede ser de 50 a 1000 veces mayor que la de una radiografía convencional, y representa una gran parte de la exposición total a la radiación médica para la población. (Patel & De Jesus, 2021)

Se estima que, por cada 1,0 mSv de exposición, hay un riesgo del 5% de desarrollar un cáncer mortal. En pacientes pediátricos, este riesgo es especialmente preocupante debido a la vulnerabilidad de los órganos en desarrollo y la exposición acumulativa a lo largo de la vida. Se ha sugerido que se desarrolla un cáncer fatal por cada 1000 tomografías computarizadas en un paciente pediátrico. (Patel & De Jesus, 2021)

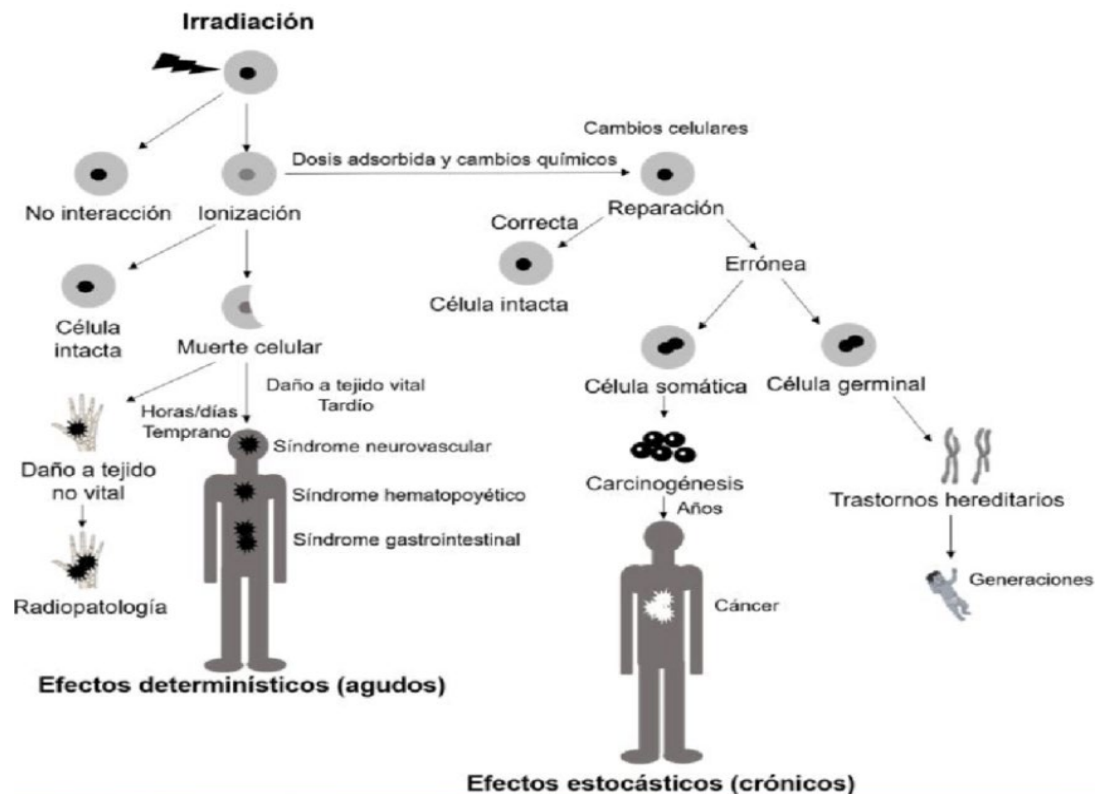


Ilustración 20 Efectos de la radiación en el tejido humano: efectos determinísticos. Fuente: (Calzado & Geleijns, 2010)

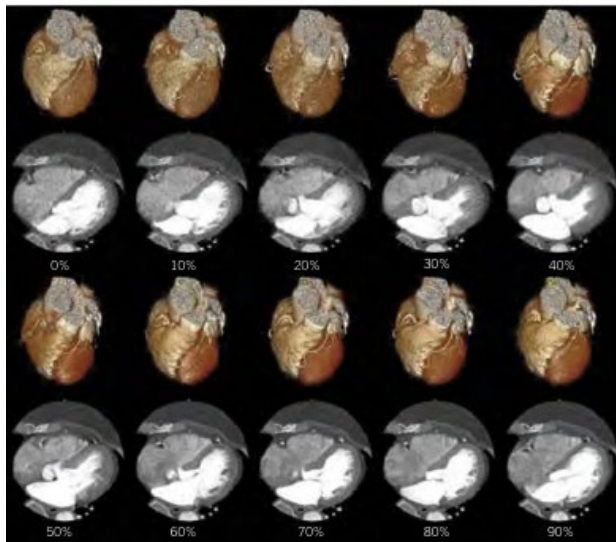
Para mitigar estos riesgos, es esencial seguir el principio ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) y evitar múltiples exámenes innecesarios. La decisión de realizar una tomografía computarizada debe basarse en una evaluación cuidadosa de los beneficios y riesgos para el paciente. (Patel & De Jesus, 2021). Además de la radiación, los agentes de contraste utilizados en algunas tomografías pueden provocar reacciones alérgicas, aunque generalmente son leves. Sin embargo, en casos raros, pueden ocurrir reacciones graves como broncoespasmo o anafilaxia. Aquellos con alergias al yodo deben recibir tratamiento previo con esteroides para contrarrestar posibles efectos secundarios.

Además, la insuficiencia renal inducida por el contraste es una preocupación, especialmente en pacientes con enfermedad renal preexistente. La hidratación adecuada antes y después de la administración del contraste puede ayudar a mitigar este riesgo. (Patel & De Jesus, 2021)

3.4.3 Relevancia Médica

La tomografía computarizada ha revolucionado el campo médico al proporcionar información detallada y precisa en tiempo real para el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades. Antes de su invención, los pacientes con síntomas abdominales agudos podrían haber sido sometidos a cirugías exploratorias innecesarias. Sin embargo, la TC ha permitido a los médicos evitar tales

procedimientos invasivos, lo que ha llevado a importantes ahorros en costos de atención médica y ha mejorado la atención al paciente. (López & Carrió, 2021)



*Ilustración 21 Reconstrucciones del corazón en diferentes fases.
Fuente (Calzado & Geleijns, 2010)*

En el ámbito neurológico, la TC es fundamental para diagnosticar y tratar diversas afecciones, como hidrocefalia, traumatismos craneales, hemorragias, accidentes cerebrovasculares, malformaciones arteriovenosas y aneurismas. También se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo cerebral y realizar angiografías para identificar posibles anomalías vasculares. (Patel & De Jesus, 2021)

La TC intraoperatoria se ha convertido en una herramienta invaluable en neurocirugía y otras especialidades quirúrgicas, permitiendo a los cirujanos realizar procedimientos de manera más precisa y segura. (López & Carrió, 2021)

En el abdomen, la TC es útil para detectar tumores, abscesos, obstrucciones, colecistitis y

una variedad de otras afecciones. También es una herramienta de elección para evaluar el dolor abdominal agudo, especialmente en situaciones de emergencia. (Patel & De Jesus, 2021)

En la columna vertebral, la TC se utiliza para evaluar fracturas, cambios degenerativos y osteomielitis, y en el departamento de emergencias, puede evaluar de manera efectiva lesiones traumáticas. (López & Carrió, 2021)

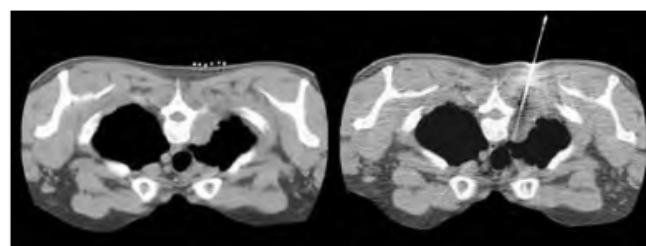


Ilustración 22 . Sección axial utilizada para la preparación de una punción. Fuente (Calzado & Geleijns, 2010)

En el área pulmonar, la TC es esencial para detectar embolias pulmonares, neumotórax, neumonía y otras afecciones pulmonares que pueden pasar desapercibidas en radiografías convencionales. Con la pandemia de COVID-19, las tomografías computarizadas de tórax han sido especialmente útiles para diagnosticar la enfermedad. (Patel & De Jesus, 2021)

La TC también desempeña un papel importante en la evaluación de fracturas óseas, tumores, patología ginecológica y en la realización de biopsias guiadas por imágenes para diagnóstico y tratamiento. (López & Carrió, 2021)

En resumen, la tomografía computarizada ha transformado la práctica médica al proporcionar una herramienta diagnóstica versátil y precisa

que ha mejorado significativamente la atención al paciente y ha permitido avances importantes en el tratamiento de diversas enfermedades. (Patel & De Jesus, 2021)

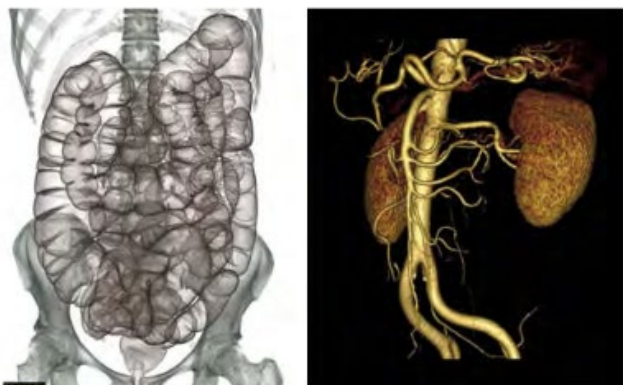


Ilustración 23 En la colonografía TC. Fuente (Calzado & Geleijns, 2010)

3.4.4 Aplicaciones

- **Medicina**

El uso de la tomografía computarizada (TC) en medicina ha revolucionado el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. Es una herramienta versátil que permite obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo con alto contraste y precisión. Además de su amplia aplicación en el diagnóstico de enfermedades como el cáncer, la TC también se utiliza para guiar procedimientos médicos y monitorear la efectividad de los tratamientos.

En la fluoroscopia, por ejemplo, la TC se emplea para estudiar las estructuras del cuerpo en movimiento en tiempo real, lo que proporciona información valiosa durante procedimientos médicos. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015) La visualización en 3D es otra técnica importante de

la TC, que se utiliza en la planificación de tratamientos, imágenes craneofaciales, planificación quirúrgica y ortopedia. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015)

La angiografía por TC es fundamental para visualizar los vasos sanguíneos, que se opacan mediante la inyección de medios de contraste. Esto permite evaluar la condición arterial o venosa de manera precisa y detallada. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015)

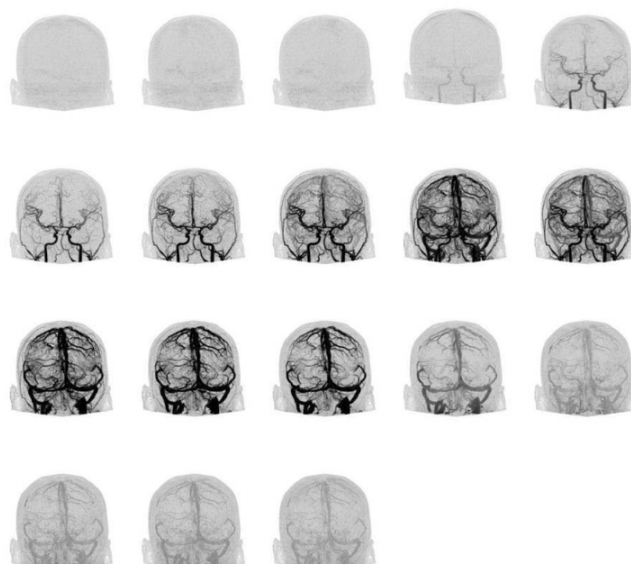


Ilustración 24 Estudio de angio-TC dinámica con un escáner de tomografía. Fuente (Calzado & Geleijns, 2010)

Además, el desarrollo de escáneres de TC ha permitido obtener imágenes cardíacas de alta calidad, lo que amplía las posibilidades de diagnóstico de enfermedades cardiovasculares. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015)

Recientemente, la TC también se ha utilizado para realizar exploraciones en personas sanas, como parte de programas de detección temprana de enfermedades. Esta práctica, conocida como

TC de detección, se está investigando como una herramienta potencial para identificar enfermedades en individuos asintomáticos. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015)

En resumen, la TC es una tecnología avanzada con una amplia gama de aplicaciones en medicina, que va desde el diagnóstico y tratamiento de enfermedades hasta la detección temprana en personas sanas. Su versatilidad y precisión la convierten en una herramienta invaluable en el campo de la atención médica. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015)

- **Geología**

La tomografía computarizada (TC) ha encontrado aplicaciones importantes en campos como la geología, más allá de su uso tradicional en medicina.

En geología, la TC de alta resolución, incluyendo la micro y nano TC, se utiliza para inspeccionar muestras geológicas con el fin de explorar recursos naturales. Estos sistemas proporcionan imágenes tridimensionales a nivel microscópico, lo que permite estudiar la estructura interna de las muestras con gran detalle. (Espitia , Mejía , & Arguello, 2015) En la ciencia del suelo, por ejemplo, se escanean muestras para visualizar su estructura, componentes o raíces, lo que puede ser útil para la optimización de cultivos y la mejora de la productividad. Además, la TC se emplea en el análisis de meteoritos para determinar características como la edad y la composición

química, así como en el estudio de fósiles y en la geología del petróleo, donde ayuda a comprender la estructura interna de las rocas petrolíferas y las condiciones que afectan la producción de hidrocarburos. (Taina, 2013)

- **Industria**

En la industria, la TC se utiliza en ensayos no destructivos de elementos fabricados, lo que permite examinar la estructura interna de los materiales sin dañarlos. Uno de los usos más destacados en la actualidad es su aplicación en sistemas de detección de explosivos, donde se emplean escáneres de TC para inspeccionar el equipaje en aeropuertos y detectar posibles amenazas basadas en la densidad y otras propiedades de los objetos escaneados. Además, la TC se utiliza en el control de calidad en fábricas, permitiendo realizar estudios no destructivos de los productos fabricados para garantizar su integridad y seguridad. También se ha aplicado en el manejo de residuos peligrosos, proporcionando información sobre la composición y estructura de los materiales para su gestión adecuada. (Taina, 2013)

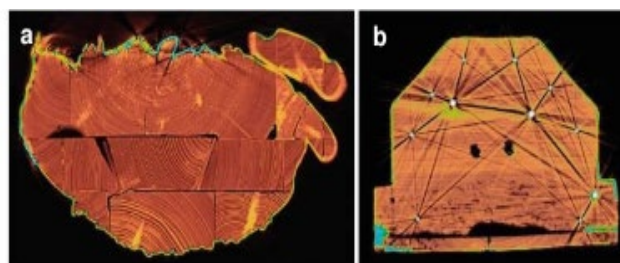


Ilustración 25 Cortes axiales en los que se observan los bloques de madera. Fuente: (Royo, 2021)

En resumen, la TC ha demostrado ser una herramienta versátil y poderosa en campos tan diversos como la geología y la industria, donde su capacidad para generar imágenes detalladas y tridimensionales ha contribuido significativamente al avance científico y tecnológico. (Taina, 2013)

3.5 Bibliografía

- Cadavid, L. M., Poveda, J. F., & Palacio, M. I. (2020). *Colegio Interamericano de Radiología*. Obtenido de Niveles de referencia de dosis de radiación para la toma de imágenes en: https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2021/3_marzo/col/rcr_31_2_04_niveles_de_referencia.pdf
- Dillensenger, J.-P., & Moerschel, E. (2012). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/658873235/Manual-para-Tecnicos-Radiologos>
- Espitia, Ó. J., Mejía, Y. H., & Arguello, H. (2015). *Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual*. Obtenido de Tecnura: <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257044050010.pdf>
- Hernández, S., & Mitjavila, M. (2006). *Revista Española de Medicina Nuclear*. Obtenido de Revista Española de Medicina Nuclear: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56064000/13088421_S300_es-libre.pdf?1521079551=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DS300_es-libre.pdf&Expires=1715186261&Signature=J882GGEEmVkyX8qVCEv7k7a-MS2~eueS-nfcUX08f1tZJIXG~kV0bqgCvGz0sxRyvLt1cBQ-2QerE3s
- Lechón, A., Itás, D., & Leines, K. (2017). *Academia.edu.uce.ec*. Obtenido de Academia.edu.uce.ec: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58716592/362863720-Historia-y-Evolucion-Tomografia-libre.pdf?1553662162=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHistoria_y_Evolucion_Tomografia.pdf&Expires=1715192092&Signature=D4K599QxY7YFomPUMiP-0FtP6KKVp
- López, D. A., & Carrió, I. (2021). *Avances y nuevas indicaciones de la tomografía por emisión de positrones*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775320302840?via%3Dihub>
- Ortega, M. C., & Socolsky, G. (2012). *Redalyc*. Obtenido de Redalyc.
- Patel, P. R., & De Jesus, O. (24 de 02 de 2021). *Europe PMC*. Obtenido de Europe PMC: <https://europepmc.org/article/nbk/nbk567796#free-full-text>
- Taina, I. (2013). *Cuantificación de la estructura relacionada con el hielo y el deshielo en capas superiores de suelos cultivados mediante tomografía computarizada de rayos X*. Obtenido de Publicaciones científicas canadienses:

<https://cdnsiencepub.com/doi/full/10.4141/cjss2012-044>

BIBLIOGRAFÍA DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1: Ramírez, J. C., Arboleda, C., & McCollough, C. (2008). TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA POR RAYOS X: FUNDAMENTOS Y ACTUALIDAD. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622008000200008&script=sci_arttext

Ilustración 2: Ramírez, J. C., & Clavijo, C. A. (2008). Tomografía computarizada por rayos X. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n4/v2n4a08.pdf>

Ilustración 3: Bosch, E. (2004). SIR GODFREY NEWBOLD HOUNSFIELD Y LA TOMOGRAFIA COMPUTADA, SU CONTRIBUCION A LA MEDICINA MODERNA. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-93082004000400007&script=sci_arttext

Ilustración 4: Bosch, E. (2004). SIR GODFREY NEWBOLD HOUNSFIELD Y LA TOMOGRAFIA COMPUTADA, SU CONTRIBUCION A LA MEDICINA MODERNA. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-93082004000400007&script=sci_arttext

Ilustración 5: Bosch, E. (2004). SIR GODFREY NEWBOLD HOUNSFIELD Y LA

TOMOGRAFIA COMPUTADA, SU CONTRIBUCION A LA MEDICINA MODERNA. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-93082004000400007&script=sci_arttext

Ilustración 6: Ramírez, J. C., & Clavijo, C. A. (2008). Tomografía computarizada por rayos X. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n4/v2n4a08.pdf>

Ilustración 7: Ramírez, J. C., & Clavijo, C. A. (2008). Tomografía computarizada por rayos X. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n4/v2n4a08.pdf>

Ilustración 8: Ramírez, J. C., & Clavijo, C. A. (2008). Tomografía computarizada por rayos X. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n4/v2n4a08.pdf>

Ilustración 9: Ortega, M. C., & Socolsky, G. (2012). Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v76n4/v76n4a08.pdf>

Ilustración 10: Ortega, M. C., & Socolsky, G. (2012). Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v76n4/v76n4a08.pdf>

Ilustración 11: Ortega, M. C., & Socolsky, G. (2012). Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v76n4/v76n4a08.pdf>

Ilustración 12: Ortega, M. C., & Socolsky, G. (2012). Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v76n4/v76n4a08.pdf>

Ilustración 13: Fleitas, I. (2015). Principios generales de Tomografía. Obtenido de IRPA BA: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/archivos/Cursos/16%20ABR%20CR-9%20PROTECCION%20RADIOLOGICA%20EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf>

Ilustración 14: Fleitas, I. (2015). Principios generales de Tomografía. Obtenido de IRPA BA: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/archivos/Cursos/16%20ABR%20CR-9%20PROTECCION%20RADIOLOGICA%20EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf>

Ilustración 15: Fleitas, I. (2015). Principios generales de Tomografía. Obtenido de IRPA BA: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/archivos/Cursos/16%20ABR%20CR-9%20PROTECCION%20RADIOLOGICA%20EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf>

[EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf](http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/archivos/Cursos/16%20ABR%20CR-9%20PROTECCION%20RADIOLOGICA%20EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf)

Ilustración 16: Fleitas, I. (2015). Principios generales de Tomografía. Obtenido de IRPA BA: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/archivos/Cursos/16%20ABR%20CR-9%20PROTECCION%20RADIOLOGICA%20EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf>

Ilustración 17: Fleitas, I. (2015). Principios generales de Tomografía. Obtenido de IRPA BA: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/archivos/Cursos/16%20ABR%20CR-9%20PROTECCION%20RADIOLOGICA%20EN%20TC%20-PARTE%20I/FLEITAS%201.pdf>

Ilustración 18: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/didac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/didac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 19: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/didac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/didac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 20: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 21: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 22: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 23: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 24: Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Obtenido de Artículo Científico: [file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MY%20LENOVO/Downloads/di%20dac,+2010_3_11_tomografia-computarizada-%20(3).pdf)

Ilustración 25: Royo, C. (2021). Avances de la Tomografía Computarizada. Obtenido de Upo: <https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleq/la/documentos/Numero44/Destacado1.pdf>

4. ANTICONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN FAMILIAR

Correa Auqui Luis Fabricio

Dr. Fabricio Correa (Facultad Ciencias Médicas UCE)

CAPÍTULO 4. ANTICONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN FAMILIAR



4.1 Métodos anticonceptivos

Los métodos anticonceptivos son diferentes opciones que las personas pueden usar para prevenir el embarazo durante la actividad sexual. Existen varios tipos de métodos anticonceptivos, y cada uno funciona de manera diferente: (1)



a) Anticonceptivos hormonales: Estos métodos incluyen pastillas anticonceptivas, parches, anillos vaginales, inyecciones y dispositivos intrauterinos (DIU) hormonales. Todos contienen hormonas que evitan la ovulación y previenen el embarazo. (1)

b) Dispositivos intrauterinos (DIU): Estos son pequeños dispositivos que se insertan en el útero para prevenir el embarazo. Hay dos tipos: el DIU hormonal y de cobre. (1-2)

c) Barrera: Estos métodos incluyen condones masculinos y femeninos, diafragmas, esponjas y capuchones cervicales. Todos trabajan bloqueando físicamente el esperma.

d) Métodos de planificación natural: También conocidos como métodos de ritmo. Estos métodos se basan en la observación de los patrones de fertilidad de la mujer y la abstinencia sexual durante los días fértiles del ciclo menstrual.

e) Esterilización: Los métodos de esterilización incluyen la ligadura de trompas para mujeres y la vasectomía para hombres. Estos son procedimientos quirúrgicos que previenen permanentemente el embarazo. (1-2)

Ningún método anticonceptivo es 100% efectivo, por lo que es importante discutir las opciones y utilizar métodos adicionales, como el uso de condones.

4.1.1 Efectividad

La efectividad de cada método anticonceptivo puede variar según diversos factores, como el uso correcto y consistente del método, la edad de la persona, la salud general y otros factores

individuales. Se presentan las tasas de efectividad típicas para algunos de los métodos anticonceptivos más comunes: (1-2)

✚ **Píldoras anticonceptivas combinadas:** entre un 91% y un 99% efectivas, dependiendo de la consistencia del uso.

✚ **Parches anticonceptivos:** entre un 91% y un 99% efectivos, dependiendo de la consistencia del uso. (2)

✚ **Anillo vaginal anticonceptivo:** entre un 91% y un 99% efectivo, dependiendo de la consistencia del uso.

✚ **Dispositivos intrauterinos (DIU) hormonales:** entre un 99% y un 99.8% efectivos. (2)

✚ **Dispositivos intrauterinos (DIU) de cobre:** entre un 99% y un 99.2% efectivos.

✚ **Implante anticonceptivo:** entre un 99% y un 99.95% efectivo.

✚ **Inyección anticonceptiva:** entre un 94% y un 99% efectiva, dependiendo de la consistencia del uso. (2)

✚ **Condón masculino:** entre un 85% y un 98% efectivo, dependiendo de la consistencia del uso.

✚ **Diafragma:** entre un 80% y un 94% efectivo, dependiendo de la consistencia del uso.

La efectividad de cada método anticonceptivo también puede verse afectada por factores como el inicio de la actividad sexual, la cantidad de parejas sexuales, la frecuencia de las relaciones sexuales y otros factores individuales.

Es importante discutir las opciones anticonceptivas con un proveedor de atención médica y utilizar métodos adicionales, como el uso de condones, para aumentar la protección contra el embarazo y las enfermedades de transmisión sexual. (2)

4.1.2 Nuevos métodos

En los últimos años, se han desarrollado varios métodos anticonceptivos nuevos o mejorados que ofrecen más opciones a las personas que buscan prevenir el embarazo:



DIU hormonal con levonorgestrel: este DIU tiene la misma forma que un DIU de cobre, pero libera una pequeña cantidad de la hormona levonorgestrel en el útero para prevenir el

embarazo. Tiene una efectividad del 99% y dura hasta cinco años.

DIU de plata: este DIU está recubierto de plata, que tiene propiedades antimicrobianas y puede reducir el riesgo de infección. Tiene una efectividad del 99% y puede durar hasta 10 años.

Anticonceptivo inyectable de acción prolongada: este método anticonceptivo se administra por vía intramuscular y proporciona una protección anticonceptiva de larga duración. Hay dos tipos: uno dura 12 semanas y otro dura 13 meses. Tiene una efectividad del 94% al 99%.

Píldora anticonceptiva de estrógeno natural: esta píldora contiene estrógeno natural en lugar de estrógeno sintético y puede tener menos efectos secundarios. Efectividad del 91% al 99%.

Diafragma autoajutable: se adapta a la forma del cuello uterino. Tiene una efectividad del 86% al 94%. (2)

Anticonceptivo hormonal masculino: este método anticonceptivo todavía está en desarrollo, pero se espera que sea una opción efectiva para prevenir el embarazo en hombres. Funciona mediante la administración de testosterona y progesterona para suprimir la producción de espermatozoides. Actualmente se están realizando estudios clínicos. (2-3)

Cada método anticonceptivo tiene sus propias ventajas y desventajas, y es importante discutir

las opciones para encontrar la mejor opción para cada persona.

4.2 Planificación familiar



La planificación familiar es un conjunto de acciones y servicios destinados a ayudar a las personas y las parejas a tomar decisiones informadas y voluntarias sobre el número y espaciamiento de sus hijos. La planificación familiar permite a las personas tener hijos cuando desean hacerlo, tenerlos en la cantidad que desean y en el momento en que les resulta más conveniente. (3)

Los servicios de planificación familiar incluyen información y educación sobre los diferentes métodos anticonceptivos disponibles, así como la asesoría para seleccionar el método que mejor se adapte a las necesidades y preferencias de cada persona. También incluyen la promoción y el suministro de métodos anticonceptivos, y la atención a la salud reproductiva, incluyendo la prevención y el tratamiento de enfermedades de transmisión sexual, la prevención del cáncer ginecológico, la atención prenatal y el apoyo a la lactancia materna.

La planificación familiar es importante para la salud reproductiva de las personas, ya que les permite tomar el control de su propia fertilidad y tomar decisiones informadas sobre su salud sexual y reproductiva. La planificación familiar también es importante para la salud pública, ya que puede ayudar a prevenir embarazos no deseados, reducir las tasas de aborto y mejorar la salud materna e infantil. (3)

Existen varios tipos de métodos de planificación familiar que las personas pueden utilizar para prevenir el embarazo.

Métodos hormonales: Estos métodos utilizan hormonas sintéticas para prevenir la ovulación. Pueden ser píldoras anticonceptivas, parches, anillos vaginales, inyecciones o dispositivos intrauterinos (DIU) con hormonas. (3)

Métodos de barrera: Estos métodos funcionan evitando que el espermatozoide llegue al óvulo. Los métodos de barrera incluyen condones masculinos y femeninos, diafragmas y capuchones cervicales.

Dispositivos intrauterinos (DIU): Un DIU es un dispositivo de plástico en forma de T que se inserta en el útero. Puede ser hormonal o de cobre y funciona impidiendo que el espermatozoide llegue al óvulo y/o alterando el endometrio. (3-4)

Métodos de planificación natural: Estos métodos requieren que las personas monitoreen su ciclo menstrual y eviten tener relaciones sexuales durante los días fértiles. Pueden incluir el método de la temperatura basal del cuerpo, el método del moco cervical y el método de la sintomatología.

Métodos permanentes: La ligadura de trompas y la vasectomía son métodos permanentes que impiden la fertilización. (3)

Los costos de la planificación familiar pueden variar dependiendo del método anticonceptivo que se elija y del país en el que se encuentre la persona. Algunos métodos anticonceptivos, como los preservativos, pueden ser económicos y ampliamente disponibles en farmacias y supermercados. Otros métodos, como los dispositivos intrauterinos (DIU) o los métodos hormonales, pueden requerir una consulta con un médico, lo que puede aumentar el costo. (4)

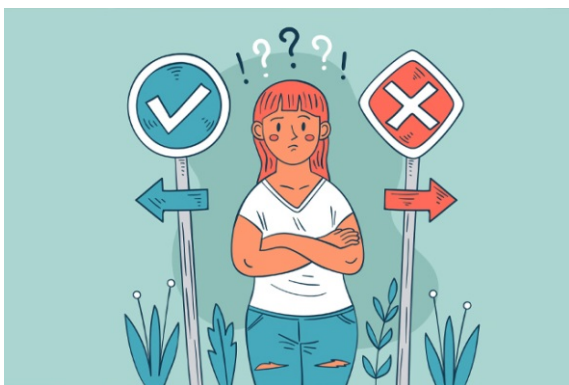
En muchos países, los servicios de planificación familiar son proporcionados de forma gratuita o a bajo costo en clínicas y centros de salud públicos. Además, en algunos países, los seguros de salud privados pueden cubrir los costos de los métodos anticonceptivos. Las personas también deben considerar la eficacia, los efectos secundarios potenciales, la comodidad y la facilidad de uso al elegir un método anticonceptivo.

En la actualidad, la planificación familiar sigue siendo un tema importante en la salud reproductiva a nivel mundial. La disponibilidad y el acceso a métodos anticonceptivos eficaces y asequibles son esenciales para reducir las tasas de embarazo no deseado y mejorar la salud materna e infantil. (4-5)

En muchos países, los servicios de planificación familiar están disponibles en clínicas y centros de salud públicos y privados también proporcionan servicios y educación sobre planificación familiar. Además, cada vez hay más opciones de métodos anticonceptivos disponibles, incluidos métodos de larga duración. (4-5)

Sin embargo, todavía hay desafíos en la planificación familiar, incluida la falta de acceso y la falta de información sobre los métodos anticonceptivos, especialmente en áreas rurales o de bajos ingresos. (4-5)

4.3 Interrupción voluntaria del embarazo



La interrupción voluntaria del embarazo (IVE), también conocida como aborto, es el proceso por

el cual se termina intencionalmente un embarazo antes de que el feto pueda sobrevivir fuera del útero. La IVE puede ser realizada de forma segura y legal por un profesional de la salud capacitado, o puede ser realizada de forma insegura y clandestina, lo que puede poner en riesgo la vida y la salud de la persona. (5)

Las leyes que regulan la IVE varían en todo el mundo, y en algunos países el aborto es legal en ciertas circunstancias, como cuando la vida de la persona embarazada están en peligro, cuando el embarazo es el resultado de una violación o incesto, o cuando el feto tiene una anomalía grave. En otros países, el aborto es ilegal en todas las circunstancias, lo que puede llevar a que las personas busquen abortos inseguros. (5-6)

La IVE es un tema controvertido y polarizador en muchos lugares, y ha sido objeto de un intenso debate político y social. Los defensores de la IVE argumentan que es un derecho fundamental de las personas a controlar sus propios cuerpos y tomar decisiones informadas sobre su salud reproductiva, mientras que los oponentes argumentan que la vida comienza en la concepción y que el aborto es un acto inmoral. (5)

4.3.1 Indicaciones



Las indicaciones para la interrupción voluntaria del embarazo (IVE) varían en todo el mundo y pueden estar determinadas por la legislación local, las políticas de salud pública y las prácticas médicas. A continuación, se presentan algunas de las indicaciones más comunes para la IVE: (5-6)

- **Riesgo para la vida o la salud de la persona embarazada:** en casos en los que el embarazo representa un riesgo para la vida o la salud de la persona, como en casos de preeclampsia, enfermedad cardíaca, enfermedad renal, cáncer y otros problemas médicos graves, la IVE puede ser necesaria para proteger la salud y la vida de la persona.
- **Malformaciones fetales graves:** cuando se diagnostican malformaciones fetales graves, la IVE puede ser una opción para las personas que no desean llevar a término un embarazo que resultará en un niño que no puede sobrevivir fuera del útero o que tendrá una vida limitada y llena de sufrimiento. (6-7)

- **Embarazo no deseado:** cuando una persona no desea continuar con un embarazo, ya sea por razones personales, económicas, de carrera u otras, la IVE puede ser una opción.
- **Violación o incesto:** en algunos países, la ley permite la IVE en casos de violación o incesto, lo que puede permitir a la persona embarazada evitar tener un hijo no deseado como resultado de una violación o incesto.

Las indicaciones para la IVE pueden variar según el país y que es fundamental que la decisión de llevar a cabo la IVE sea tomada por la persona embarazada y su equipo médico, en consulta con las leyes y políticas locales. (6)

4.3.2 Contraindicaciones

Las contradicciones para la interrupción voluntaria del embarazo (IVE) pueden variar dependiendo de la legislación y prácticas médicas locales, pero algunas de las contraindicaciones más comunes incluyen:

- **Embarazo avanzado:** la IVE puede ser más difícil y arriesgada en embarazos avanzados, lo que puede limitar la disponibilidad de la IVE en embarazos más avanzados. (7)
- **Problemas de salud de la persona:** si la persona que busca la IVE tiene problemas de salud que la hacen inapta para el procedimiento, como problemas cardíacos,

diabetes no controlada o hipertensión grave, la IVE puede no ser una opción segura.

- **Alergia o sensibilidad a los medicamentos utilizados en la IVE:** si la persona tiene alergias conocidas o sensibilidades a los medicamentos utilizados para la IVE, es posible que no pueda recibir el procedimiento.
- **No se ha confirmado el embarazo:** es importante que el embarazo sea confirmado antes de la IVE para evitar riesgos innecesarios.
- **Falta de acceso al cuidado de la IVE:** en algunas regiones o países, la IVE puede no estar disponible debido a las leyes o la falta de acceso a los servicios de salud.

PARTE LEGAL

La legalidad de la interrupción voluntaria del embarazo (IVE) varía según el país y la jurisdicción. En algunos países, la IVE es legal y está ampliamente disponible, mientras que en otros, puede estar restringida o incluso ilegal en todas las circunstancias. (6-7)

En algunos países donde la IVE es legal, puede estar sujeta a ciertas regulaciones, como la necesidad de consentimiento informado de la persona que busca la IVE, la obligación de que la IVE sea realizada por un profesional médico

capacitado, y un límite en la cantidad de tiempo en que se puede realizar la IVE. En algunos países, las objeciones de conciencia de los proveedores de servicios de salud pueden limitar aún más la disponibilidad de la IVE. (6-8)

4.3.3 Penalizaciones



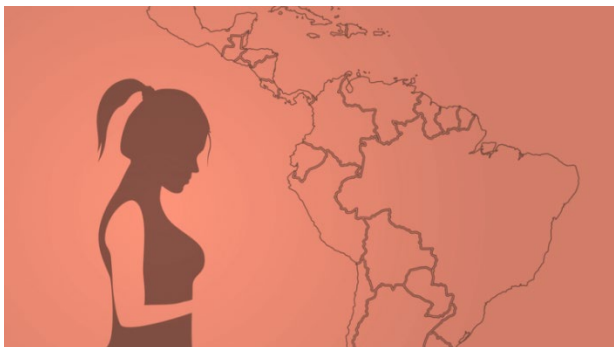
Las penalizaciones para la interrupción voluntaria del embarazo (IVE) varían según el país y la jurisdicción. En algunos países, la IVE puede ser legal y no estar sujeta a penalizaciones, mientras que en otros países, la IVE puede estar restringida o incluso prohibida, y las personas que buscan la IVE o los proveedores de servicios de salud que realizan la IVE pueden enfrentar multas, cárcel o incluso la pena de muerte. (6-7)

En algunos países, las penalizaciones por la IVE pueden estar dirigidas principalmente a los proveedores de servicios de salud que realizan la IVE, mientras que en otros, las personas que buscan la IVE también pueden enfrentar penalizaciones. (8)

Es importante que las personas que buscan la IVE investiguen las leyes y regulaciones en su país y hablen con su equipo médico para determinar qué opciones están disponibles y cuáles son sus riesgos legales si deciden buscar la IVE. (8)

Además, es importante trabajar para cambiar las leyes y regulaciones que penalizan la IVE y abogar por el derecho de las personas a tomar decisiones informadas y seguras sobre su propia salud reproductiva.

4.4 Actualidad en el Mundo y Latinoamérica



La situación actual de la interrupción voluntaria del embarazo (IVE) en el mundo y en Latinoamérica es variada. En algunos países, la IVE es legal y está disponible en clínicas y hospitales públicos y privados, mientras que en otros, la IVE puede estar restringida o incluso prohibida. (8-9)

En Europa, la mayoría de los países tienen leyes que permiten la IVE en ciertas circunstancias, como cuando la vida o la salud de la persona

gestante están en riesgo, o cuando el embarazo es resultado de violación o incesto.

En América del Norte, los Estados Unidos han tenido una larga historia de debate y lucha en torno al derecho al aborto, con estados que han promulgado leyes que restringen el acceso a la IVE, y otros que han ampliado la disponibilidad de la IVE. En Latinoamérica, la situación es diversa y varía según el país. En algunos países, como Uruguay y Cuba, la IVE es legal y está disponible en clínicas y hospitales. (9)

En otros, como Argentina, México y Colombia, la IVE es legal en ciertas circunstancias, como cuando la vida o la salud de la persona gestante están en riesgo, o cuando el embarazo es resultado de violación o incesto. En algunos países de la región, como El Salvador y Nicaragua, la IVE está prohibida en todas las circunstancias. La lucha por el acceso a la IVE y los derechos reproductivos sigue siendo una preocupación importante en muchos países y regiones del mundo. (9)

En Latinoamérica, por ejemplo, hay un movimiento activo por los derechos reproductivos de las mujeres y las personas con capacidad de gestar, que incluye campañas por la legalización de la IVE y el acceso a métodos anticonceptivos seguros y efectivos.

5.- Bibliografías

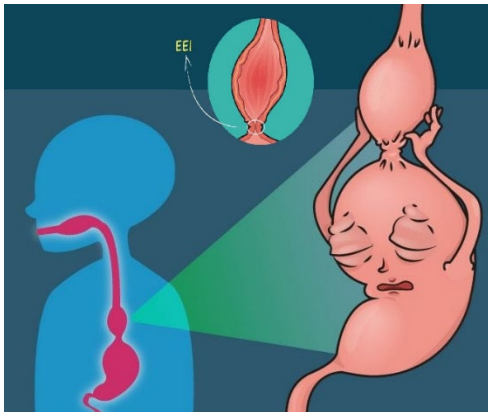
1. Alfonso González I, Reyes Salgado LN, Arcos Valencia JA, Toscano Arcos MP. Planificación familiar en tiempos de covid-19. *Revista Universidad y Sociedad*. 2021;13(6):583-589.
2. Flota EEV, Jonathan HCM. Consejería de la anticoncepción y planificación familiar como medida de prevención del embarazo en adolescentes de 15 a 19 años.
3. Caguana-Uzhca JL, Paredes-Lanche ME, Ramírez-Aguilar CA, Vega-González WA, Zambrano-Pinto JS. Anticoncepción en mujeres de una parroquia rural ecuatoriana. *Revista Estudiantil CEUS (Ciencia Estudiantil Unidad de Salud)*. 2021;3(2):7-10.
4. Quintero LD, Osorio Osorio H, Bojorquez-Chapela I, Isaza L, Acosta-Reyes J, Fernández-Niño JA. Interrupción voluntaria del embarazo y salud sexual y reproductiva en mujeres migrantes en Barranquilla. *Rev Panam Salud Publica*. 2023;47:e49.
5. González AI, Moreno DJ, Grass DE. Interrupción voluntaria del embarazo en Latinoamérica, superando barreras. *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2021;53
6. Esquivel Varela, A. D. L. Á., Martínez Delgado, R. M., & Dávila Lara, E. V. (2022). Análisis del tipo de aborto y las posibles eximentes de responsabilidad penal, a propósito de la directiva ministerial 109 del MINSA, en casos de concurrencia de complicaciones obstétricas (indicaciones terapéuticas) (Doctoral dissertation).
7. Iturrieta, Y. E. (2022). Política de aborto en San Juan: Experiencias y desafíos a partir de su legalización.
8. Ituarte, M. L., & López-Gómez, A. (2021). Las adolescentes frente a la decisión de interrumpir un embarazo en un contexto de aborto legal. *Cadernos de Saúde Pública*, 37, e00235219.
9. De Alba, F. S., & Arroyo, V. J. (2023). Despenalización del aborto: Una controversia ético-legal en adolescentes. *Paraninfo Digital*, e35058v-e35058v.

5. ACALASIA

Morejón Brazales Josselyn Lizeth

Médica Residente, Hospital Oncológico Solón Espinosa Ayala, Solca, Núcleo de Quito, Ecuador

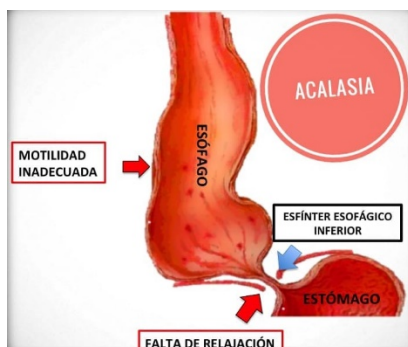
CAPÍTULO 5. ACALASIA



5.1 Definición

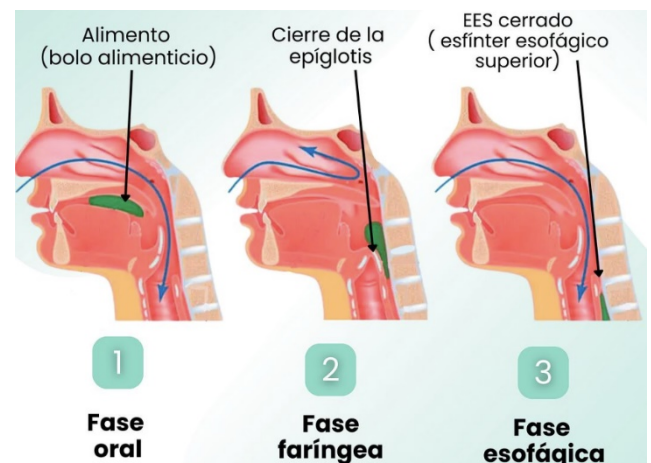
La acalasia es un trastorno motor primario del esófago caracterizado por la incapacidad del esfínter esofágico inferior (EEI) para relajarse adecuadamente durante la deglución y por la aperistalsis (ausencia de peristalsis) en el cuerpo del esófago. (1-3) Esto resulta en una obstrucción funcional al paso de alimentos y líquidos desde el esófago al estómago, lo que provoca la acumulación de alimentos en el esófago, dilatación progresiva y síntomas como disfagia (dificultad para tragar), regurgitación no ácida de alimentos no digeridos, dolor torácico y pérdida de peso.

Repaso Anatomico y Fsiologico del Esfinter Esofagico Superior



El esfínter esofágico superior (EES) se localiza en la sexta vértebra cervical, justo debajo de la base del hueso cricoides en la parte inferior de la faringe. Sus componentes anatómicos incluyen el músculo cricofaríngeo, principalmente compuesto por músculo estriado, el esófago cervical y estructuras cercanas como los cartílagos cricoides y tiroides. (1) Funcionalmente, el EES controla el paso del bolo alimenticio durante la deglución y previene el reflujo esofágico hacia la faringe y la boca. Durante las fases de la deglución (oral, faríngea y esofágica), el EES se relaja para permitir el paso del bolo al esófago y se contrae nuevamente para evitar el reflujo. Su inervación está regulada por el sistema nervioso autónomo y somático, incluyendo el nervio craneal XI (accesorio), el nervio frénico y los nervios vago y simpático, que coordinan la contracción y relajación del músculo. La relajación del EES durante la deglución es un proceso activo mediado por la inervación nerviosa y factores neuromusculares. (1-3)

5.1.1 Fases de la deglución



❖ Fase Oral Preparatoria

- **Inicio:** Comienza cuando el alimento o líquido es introducido en la boca.
- **Función:** Durante esta fase, se prepara el bolo alimenticio para la deglución adecuada. Los músculos de la lengua, los labios y las mejillas trabajan para manipular y mezclar el alimento con saliva. (1)
- **Acciones:** Se forman bolos compactos y se inicia la secreción de saliva, que ayuda a lubricar el alimento y a facilitar su paso por la garganta. (1)

❖ Fase Oral Propulsiva

- **Inicio:** Se activa después de la fase preparatoria cuando se forma un bolo cohesivo.
- **Función:** Durante esta fase, el bolo es empujado hacia la parte posterior de la boca por la lengua y se mueve hacia la faringe.
- **Acciones:** La lengua se eleva contra el paladar duro, creando una presión negativa que ayuda a mover el bolo hacia la faringe. (1-2)

❖ Fase Faringea

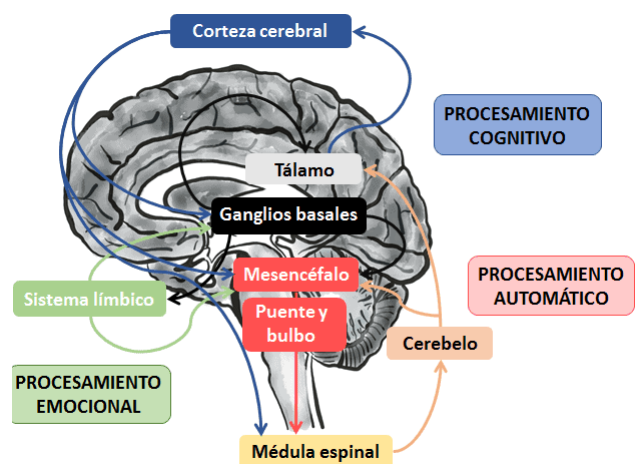
- **Inicio:** Comienza cuando el bolo alcanza la faringe.

- **Función:** Durante esta fase, se inicia el cierre de las vías respiratorias para evitar la entrada de alimentos o líquidos hacia los pulmones. (1-2)
- **Acciones:** La epiglotis se cierra sobre la glotis, el paladar blando se eleva para cerrar la nasofaringe y los músculos faríngeos se contraen para impulsar el bolo hacia el esófago.

❖ Fase Esofágica

- **Inicio:** Se inicia cuando el bolo alimenticio entra en el esófago.
- **Función:** Durante esta fase, el bolo es transportado desde la faringe hasta el estómago a través del esófago.
- **Acciones:** Los movimientos peristálticos del esófago empujan el bolo hacia abajo mediante contracciones rítmicas y coordinadas de la musculatura esofágica. (1)

5.1.2 Coordinación Neurofisiológica



- **Inervación:** La deglución está controlada por el sistema nervioso central y periférico. (1)
- **Nervios Involucrados:** Los nervios craneales (V, VII, IX, X, XII) y los nervios cervicales y torácicos están involucrados en la coordinación de la deglución. (2)
- **Centros Neurales:** El tronco cerebral y el bulbo raquídeo contienen centros neurales que coordinan los movimientos musculares involucrados en la deglución.

5.2 Epidemiología



La acalasia es una enfermedad poco común, con una incidencia anual estimada de 1 a 2 casos por cada 100,000 personas. En términos de prevalencia, se observa que varía entre 10 a 20 casos por cada 100,000 personas en la población general. Esta afección puede manifestarse a cualquier edad, aunque es más frecuente entre los 30 y 60 años, aunque se han documentado casos en niños y adolescentes en menor medida. (3-4)

Respecto al sexo, afecta por igual a ambos géneros, aunque algunos estudios sugieren una

leve predominancia en mujeres. En cuanto a la distribución geográfica, no se han identificado diferencias significativas en la prevalencia de la acalasia en diferentes regiones del mundo, si bien la disponibilidad de diagnóstico y tratamiento puede influir en la detección de casos. (3)

5.3 Etiología



5.3.1 Etiología Primaria

✚ Degeneración Neuronal

Mecanismo Principal: La acalasia se asocia principalmente con la degeneración de las neuronas del plexo mientérico (plexo de Auerbach), que son responsables de la inervación motora del músculo liso esofágico.

Pérdida de Neuronas Inhibitorias: En particular, hay una pérdida de neuronas inhibitorias que liberan neurotransmisores como el óxido nítrico y el péptido intestinal vasoactivo (VIP), que son esenciales para la relajación del esfínter esofágico inferior (EEI). Esta pérdida conduce a una incapacidad del EEI para relajarse durante la deglución. (3-4)

Factores Autoinmunes

Hipótesis Autoinmune: Se sugiere que la acalasia podría ser el resultado de una respuesta autoinmune en la que el sistema inmunológico ataca las neuronas del plexo mientérico.

Asociación con Enfermedades Autoinmunes: Algunos estudios han mostrado una mayor prevalencia de acalasia en individuos con otras enfermedades autoinmunes, lo que apoya esta hipótesis. (4)

5.3.2 Etiología Secundaria

Infecciones Virales

Virus Implicados: Infecciones con ciertos virus, como el virus del herpes simple (VHS) y el virus varicela-zóster (VVZ), se han asociado con la degeneración neuronal en el esófago. (4)

Mecanismo Propuesto: Se postula que estas infecciones podrían desencadenar una respuesta inmunitaria que daña las neuronas del plexo mientérico, similar a un proceso autoinmune. (4)

5.4 Factores de Riesgo

Los factores de riesgo asociados con la acalasia son diversos y aún no están completamente comprendidos, pero se han identificado varios elementos que podrían aumentar la susceptibilidad a desarrollar esta enfermedad. (4) Uno de los factores principales es la predisposición genética, donde se ha observado una mayor incidencia de acalasia en individuos con antecedentes familiares de la enfermedad, sugiriendo una posible influencia genética en su

desarrollo. Además, se han identificado polimorfismos en genes específicos que podrían estar asociados con un mayor riesgo de acalasia, aunque la investigación en este campo continúa para identificar marcadores genéticos específicos. (4-5)

Otro factor relevante es la posible asociación con enfermedades autoinmunes, ya que se ha observado una mayor incidencia de acalasia en individuos que también padecen enfermedades autoinmunes como el lupus eritematoso sistémico, la tiroiditis autoinmune y la enfermedad de Addison. (5)

Las infecciones virales, especialmente por virus como el herpes simple y el varicela-zóster, también han sido implicadas en la etiología de la acalasia. Estas infecciones podrían desencadenar una respuesta autoinmune o dañar directamente las neuronas del plexo mientérico en el esófago. Además, la enfermedad de Chagas, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, es una causa conocida de acalasia secundaria, ya que el parásito puede infectar y destruir las neuronas del plexo mientérico, dando lugar a síntomas similares a la acalasia idiopática. (5)

Otros factores ambientales, como la exposición a toxinas y ciertos hábitos alimenticios, podrían influir. La edad y el género también son factores a considerar, ya que la acalasia puede presentarse a cualquier edad pero es más común entre los 30 y 60 años, y afecta a ambos sexos por igual,

aunque investigaciones sugieren predominancia en mujeres.

resultan de la disfunción del esfínter esofágico inferior (EEI) y la aperistalsis del cuerpo esofágico.

5.5 Fisiopatología

Proceso Fisiopatológico	Descripción
Degeneración Neuronal	La acalasia se asocia con la degeneración de las neuronas en el plexo mientérico.
	Pérdida de Neuronas Inhibitorias: Hay una pérdida significativa de neuronas inhibitorias.
	Alteración de la Relajación del EEI: La falta de neurotransmisores inhibe la relajación del EEI.
Aperistalsis del Cuerpo Esofágico	La degeneración neuronal afecta la coordinación de las contracciones peristálticas.
	Pérdida de Coordinación Motora: Se observan contracciones simultáneas o falta completa de peristalsis.
	Alteración de la Propulsión del Bolo: Conduce a la acumulación de alimentos en el esófago.
Consecuencias de la Obstrucción	Dilatación Esofágica: Provoca la dilatación progresiva del esófago.
Funcional	Hipertrofia Muscular: Puede ocurrir hipertrofia de la musculatura esofágica.
Respuesta Inflamatoria y Cambios	La acumulación de alimentos puede llevar a una inflamación crónica.
Histológicos	Fibrosis: Se puede observar fibrosis en la pared esofágica en etapas avanzadas.

5.6 Clínica

Se caracteriza principalmente por síntomas relacionados con la dificultad para tragar y la incapacidad del esófago para mover los alimentos hacia el estómago. Estos síntomas

▪ Disfagia

Características: La disfagia es el síntoma más frecuente y suele ser progresiva. Los pacientes pueden experimentar dificultad para tragar tanto sólidos como líquidos. (5)

Inicio y Progresión: Inicialmente, la disfagia puede ser intermitente y afectar principalmente los sólidos, pero con el tiempo, los líquidos también se ven afectados. (5-6)

Causa: La pérdida de peso ocurre debido a la disminución de la ingesta alimentaria resultante de la disfagia y la regurgitación crónicas. (5)

Grado: Puede ser significativa en casos avanzados.



▪ **Regurgitación**

Características: Los pacientes con acalasia a menudo experimentan regurgitación de alimentos no digeridos, especialmente durante la noche o al acostarse.

Contenido: La regurgitación puede incluir restos de alimentos ingeridos horas antes, lo que sugiere una obstrucción esofágica. (5)

▪ **Dolor Torácico**

Características: El dolor torácico puede variar desde una molestia leve hasta un dolor severo y se asocia con la contracción espástica del esófago o la distensión esofágica.

Localización: Generalmente se localiza en el área retroesternal. (5)

▪ **Pérdida de Peso**

▪ **Otros Síntomas**

Sensación de Plenitud: Los pacientes pueden sentir una sensación de plenitud o presión en el pecho, relacionada con la acumulación de alimentos en el esófago. (6)

Sialorrea: Algunos pacientes pueden experimentar salivación excesiva debido a la incapacidad para tragar la saliva adecuadamente.

5.7 Clasificación por severidad

La clasificación por severidad de la acalasia puede basarse en varios criterios, incluyendo la gravedad de los síntomas clínicos, el grado de dilatación esofágica y los hallazgos en las pruebas diagnósticas.

5.7.1 Clasificación Clínica

❖ Acalasia Leve (Grado I)

- **Disfagia Intermitente:** La disfagia es esporádica y no afecta significativamente la calidad de vida del paciente. (6)
- **Regurgitación Ocasional:** La regurgitación de alimentos no es frecuente ni grave.
- **Dolor Torácico Moderado:** El dolor torácico es ocasional y tolerable.
- **Pérdida de Peso Mínima:** No hay una pérdida de peso significativa. (6)

❖ Acalasia Moderada (Grado II)

- **Disfagia Progresiva:** La disfagia es más frecuente y afecta la ingesta diaria de alimentos.
- **Regurgitación Frecuente:** La regurgitación de alimentos es más común y puede afectar la calidad de vida. (6)
- **Dolor Torácico Intermitente:** El dolor torácico es más frecuente y puede requerir analgésicos ocasionales.
- **Pérdida de Peso Leve a Moderada:** Puede haber una pérdida de peso gradual debido a la disfagia persistente. (6)

❖ Acalasia Severa (Grado III)

- **Disfagia Persistente y Severa:** La disfagia es constante, severa y afecta significativamente la alimentación y la nutrición.
- **Regurgitación Persistente:** La regurgitación es frecuente, a veces involuntaria y puede provocar complicaciones como neumonía aspirativa. (6)

- **Dolor Torácico Crónico y Severo:** El dolor torácico es constante, intenso y puede requerir tratamiento analgésico regular.
- **Pérdida de Peso Significativa:** La pérdida de peso es notable y puede afectar la salud general del paciente. (6)

5.7.2 Clasificación según Hallazgos Endoscópicos y Manométricos

❖ Acalasia Temprana (Grado I)

- **Dilatación Esofágica Leve a Moderada:** La dilatación esofágica es visible en la esofagografía con bario, pero no es extensa.
- **Presión del EEI Elevada:** La manometría muestra una presión basal alta del EEI sin otras anomalías significativas. (6-7)

❖ Acalasia Intermedia (Grado II)

- **Dilatación Esofágica Moderada a Marcada:** Se observa una dilatación esofágica significativa en las pruebas de imagen.
- **Presión del EEI Elevada con Aperistalsis:** Además de la alta presión del EEI, la manometría revela la ausencia de contracciones peristálticas en el esófago. (7)

❖ Acalasia Avanzada (Grado III)

- **Dilatación Esofágica Marcada:** La dilatación esofágica es extensa y puede haber signos de megaesófago.
- **Presión del EEI Persistente y Aperistalsis Severa:** La presión elevada del EEI y la completa aperistalsis del esófago son prominentes en las pruebas manométricas.

5.7.3 Clasificación Radiológica

Acalasia Leve (Grado I)

- **Poco Signo de "Pico de Pájaro":** En la esofagografía con bario, el signo de "pico de pájaro" es leve o poco pronunciado.

Acalasia Moderada (Grado II)

- **Signo de "Pico de Pájaro" Evidente:** La esofagografía muestra claramente el signo de "pico de pájaro" en la unión esofagogástrica, pero la dilatación esofágica no es extrema.

Acalasia Severa (Grado III)

- **"Pico de Pájaro" Marcado y Dilatación Extensa:** Se observa un "pico de pájaro" muy pronunciado en la esofagografía, junto con una dilatación esofágica extensa.

5.8 Diagnóstico

a) Historia Clínica



- Se indaga acerca de los síntomas característicos como disfagia progresiva, regurgitación de alimentos no digeridos, dolor torácico, pérdida de peso y otros síntomas relacionados con la deglución. (7)
- Se investigan antecedentes médicos previos, incluyendo enfermedades autoinmunes, infecciones previas, historia de cirugías

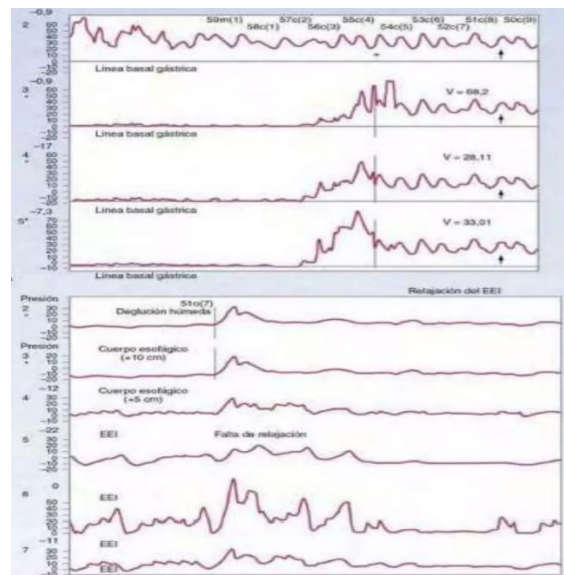
esofágicas o cardíacas, y otros factores relevantes.

b) Examen Físico

- Se realiza un examen físico general, prestando atención a signos de desnutrición, distensión abdominal, sensibilidad en el epigastrio y otros hallazgos que puedan sugerir complicaciones o enfermedades concurrentes. (6-7)

c) Pruebas Diagnósticas

• Manometría Esofágica

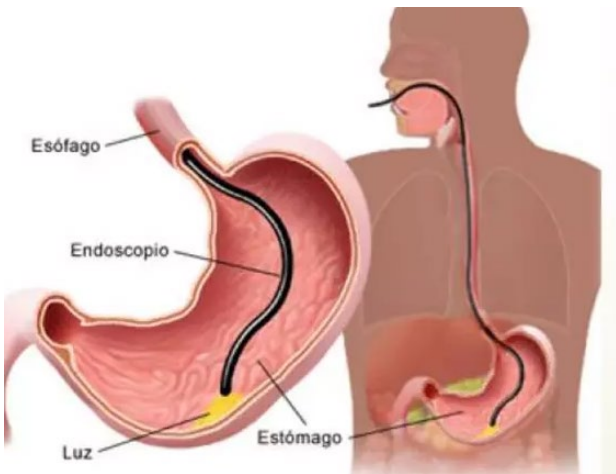


- La manometría es la prueba fundamental para diagnosticar la acalasia.
- Evalúa la función motora del esófago y el EEI, mostrando la falta de relajación del EEI y la aperistalsis en el cuerpo esofágico. (7)
- También proporciona información sobre la presión basal del EEI y la respuesta a la deglución.

- **Esofagografía con Bario (Tránsito Esofagogastroduodenal)**

- Se utiliza para evaluar la anatomía y la función esofágica.
- Muestra la dilatación esofágica característica, el signo de "pico de pájaro" en la unión esofagogástrica y la retención de bario en el esófago debido a la aperistalsis. (7)

- **Endoscopia Digestiva Alta**



- Ayuda a descartar otras causas de obstrucción esofágica y a evaluar el estado de la mucosa esofágica. (7)
- Puede revelar dilatación esofágica, contenido alimenticio residual y la ausencia de lesiones estructurales que podrían causar síntomas similares.

- **Estudios de Imagen Adicionales**

- La tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM) pueden

utilizarse en casos complejos para evaluar la anatomía y descartar complicaciones como abscesos, perforaciones u otras patologías asociadas. (7-8)

- **Biopsia**

- Se puede considerar una biopsia durante la endoscopia para descartar enfermedades concurrentes como esofagitis eosinofílica u otras afecciones inflamatorias.

La combinación de hallazgos clínicos, manométricos, esofagográficos y endoscópicos confirma el diagnóstico de acalasia.

Es importante realizar una evaluación integral para determinar el grado de severidad y planificar el manejo terapéutico adecuado. (8)

5.8.1 Diagnóstico Diferencial

- ✓ Reflujo Gastroesofágico (RGE)
- ✓ Espasmo Esofágico Difuso
- ✓ Estenosis Esofágica
- ✓ Enfermedad de Chagas

Evaluación Diagnóstica

- ✓ Descartar Otras Causas: Se utiliza para visualizar el esófago y excluir otras causas de obstrucción como neoplasias.

5.9 Tratamiento



El tratamiento de la acalasia se centra en aliviar los síntomas, restaurar la función esofágica y prevenir complicaciones, utilizando opciones terapéuticas que van desde tratamientos no invasivos como medicamentos, bloqueadores de los canales de calcio y dilatación esofágica neumática, hasta procedimientos endoscópicos como la miotomía endoscópica por vía oral

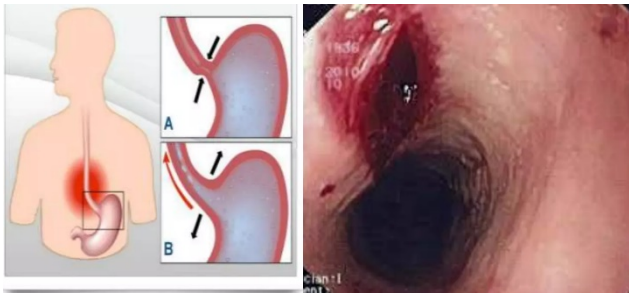
(POEM) y la inyección de toxina botulínica, así como técnicas quirúrgicas como la miotomía de Heller laparoscópica o robótica. (8)

Estas opciones se seleccionan según la severidad de la enfermedad, la respuesta al tratamiento previo y las preferencias del paciente. Además, en casos de complicaciones o fallo del tratamiento inicial, se pueden considerar procedimientos adicionales como dilatación esofágica con stents, cirugía de extirpación del esófago (esofagectomía) y manejo a largo plazo con seguimiento regular, ajustes terapéuticos, cambios en la dieta y evaluaciones periódicas para garantizar un manejo efectivo y mejorar la calidad de vida del paciente. (8-9)

Opciones de Tratamiento	Descripción	Procedimiento	Eficacia
Tratamiento No Invasivo	Medicamentos	Bloqueadores de Canales de Calcio, Nitratos	Proporcionan alivio sintomático en algunos pacientes
	Dilatación Esofágica Neumática	Introducción de balón inflable en el esófago, inflado para dilatar EEI	Alivio sintomático en muchos pacientes, riesgo de complicaciones como perforación esofágica
Tratamientos Endoscópicos	Miomectomía Endoscópica por Vía Oral (POEM)	Miotomía del EEI a través de endoscopia, cortando fibras musculares	Menos invasivo, proporciona resultados duraderos en el alivio de los síntomas
	Inyección de Toxina Botulínica	Inyección de toxina en el EEI para relajar temporalmente músculos	Efecto transitorio, útil en casos selectos
Tratamientos Quirúrgicos	Miotomía de Heller Laparoscópica	Cirugía laparoscópica para cortar músculos del EEI	Alivio sintomático duradero, estándar de oro en tratamiento quirúrgico
	Miotomía de Heller Robótica	Utiliza tecnología robótica para miotomía precisa y control del EEI	Variante precisa de miotomía Heller, resultados duraderos
Manejo de Complicaciones	Dilatación Esofágica con Stents o Dilatadores, Cirugía de Extirpación del Esófago	Tratamiento adicional en casos avanzados o complicados	Alivio de complicaciones como megaesófago, estenosis esofágica, seguimiento y manejo a largo plazo para ajustes terapéuticos.

5.10 Complicaciones

La acalasia, si no se trata adecuadamente o si hay complicaciones asociadas, puede llevar a varias complicaciones que afectan la calidad de vida y la salud general del paciente. (9)



1. **Megaesófago:** La dilatación progresiva y crónica del esófago, conocida como megaesófago, es una complicación común de la acalasia. Esto puede llevar a dificultades para tragar, regurgitación frecuente de alimentos no digeridos y aumento del riesgo de aspiración pulmonar. (9)

2. **Estenosis Esofágica:** La inflamación crónica y la distensión esofágica pueden provocar estenosis (estrechamiento) del esófago. Esto puede causar disfagia severa, incapacidad para tragar sólidos o líquidos, y requerir dilatación esofágica o procedimientos endoscópicos para aliviar la obstrucción. (9)

3. **Reflujo Gastroesofágico (ERGE):** La disfunción del esfínter esofágico inferior (EEI) en la acalasia puede predisponer al reflujo de contenido gástrico hacia el esófago. Esto puede causar síntomas de acidez, regurgitación ácida, dolor torácico y aumentar el riesgo de esofagitis

por reflujo y enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE).

4. **Neumonía Aspirativa:** La regurgitación frecuente de alimentos no digeridos y la aspiración de contenido gástrico hacia los pulmones pueden provocar neumonía aspirativa. Esto es especialmente preocupante en pacientes con disminución de la protección de la vía aérea debido a la disfagia crónica. (9)

5. **Perforación Esofágica:** En casos raros pero graves, la distensión esofágica extrema puede llevar a la perforación del esófago. Esto se presenta como un dolor abdominal agudo, fiebre, signos de shock y requiere atención médica urgente y posiblemente cirugía para reparar la perforación.

6. **Complicaciones Respiratorias:** Además de la neumonía aspirativa, la acumulación de alimentos en el esófago dilatado puede comprimir las estructuras respiratorias superiores, provocando dificultad para respirar, tos crónica y otros problemas respiratorios. (10)

7. **Desnutrición y Pérdida de Peso:** La dificultad para tragar y la disfunción esofágica pueden interferir con la ingesta adecuada de alimentos y nutrientes, lo que puede llevar a la desnutrición, pérdida de peso involuntaria y debilidad generalizada.

8. **Cáncer Esofágico:** Aunque es raro, algunos estudios han sugerido que la acalasia

crónica y la inflamación persistente del esófago pueden aumentar el riesgo de cáncer esofágico. Es importante realizar un seguimiento regular y evaluaciones endoscópicas en pacientes con acalasia de larga duración para detectar cualquier cambio o anomalía en la mucosa esofágica. (10)

5.11.- Bibliografía

1. Burgos, M., & Moreno, M. A. La deglución y el desarrollo. Contenido relacionado: <https://investigaciones.usc.edu.co>, 47.
2. Velásquez, A. M. S. (2022). ANATOMÍA DE LA DEGLUCIÓN. USO EN LA INTERPRETACIÓN DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS. *Morfología*, 14(1), 41-49.
3. Mérida, G. G., Pérez, C. L., & García, M. L. (2022). Acalasia, reporte de un caso y revisión de la literatura. *Revista GEN*, 76(4), 163-166.
4. Iparraguirre, Á. F., Villares, A. B., & Sebbagh, R. B. (2024). Alteraciones de la motilidad esofágica. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 14(1), 28-36.
5. Lainez, M. F. V., Paladine, Y. Y. P., & Villacres, L. S. M. (2022). Diagnóstico, manejo clínico y quirúrgico de la acalasia esofágica. *Journal of American Health*, 5(1).
6. Jurado Monroy, R. M., Lavín Expósito, C., Moya Martín, A. I., Luna Parrilla, R., Rabadán Arévalo, M., & Labanda Peral, A. Tratamiento alternativo de la acalasia con toxina botulínica, a propósito de un caso. *www.aeced.com VOLUMEN 9–NÚM 1–DICIEMBRE–2022*, 34.
7. Azeredo, L. M. L., Bracci, G. D. A. C., Guimarães, M. C. P., do Vale Flora, M. C., Cury, N. T., da Silva, N. R. F., ... & de Siqueira, E. C. (2023). Uma análise das características da Acalásia Esofágica. *Revista Eletrônica Acervo Médico*, 23(1), e11973-e11973.
8. Schlottmann, F., Herbella, F. A., & Patti, M. G. (2020). Miotomía endoscópica por vía oral para el tratamiento de la acalasia: luces y sombras. *Cirugía española: Organó oficial de la Asociación Española de Cirujanos*, 98(7), 371-372.
9. Forero-Vásquez, B. N., & Yopasaromero, J. J. (2023). Diagnóstico y manejo actual de la acalasia. *Revista Colombiana de Cirugía*, 38(2), 330-338.
10. Pérez Cardoso, A., Suárez Herrera, J. A., Reyes Medina, E. A., & Arencibia

Mendoza, O. (2022). Acalasia esofágica.
Informe de caso. Acta Médica del Centro,
16(4), 747-752.

6. TIPOS DE ANESTESIA

Rodríguez Casa Johanna Carolina

Médico General Hospital de la Policía N1

CAPÍTULO 6. TIPOS DE ANESTESIA



6.1 Antecedentes Históricos

- (Antes del Siglo XIX)

Antigüedad: Se conocen referencias a plantas y hierbas con propiedades sedantes utilizadas por culturas antiguas como la egipcia y la griega para aliviar el dolor durante procedimientos médicos y quirúrgicos. (1)

Edad Media: El uso de vino y otras bebidas alcohólicas como anestésicos es mencionado en textos medievales, aunque con resultados limitados y riesgos asociados. (1)



- **Siglo XIX: Primeras Pruebas de Anestesia**

Éter y Cloroformo: A mediados del siglo XIX, médicos como Crawford Williamson Long, Horace Wells y William Morton comenzaron a experimentar con éter y cloroformo como agentes anestésicos. En 1846, Morton realizó la primera operación quirúrgica con anestesia general en el Hospital General de Massachusetts. (1-2)

Contribuciones Tecnológicas: La invención del inhalador de Morton y otros avances tecnológicos facilitaron la administración segura de anestésicos inhalados. (1)

- **Desarrollo y Avances (Finales del Siglo XIX y Principios del XX)**

Desarrollo de Técnicas: Se introdujeron técnicas como la anestesia endotraqueal por Ivan Magill y la anestesia raquídea por August Bier y Gaston Labat, que permitieron un control más preciso de la anestesia y redujeron riesgos. (2)

Anestesia Regional: La introducción de la anestesia epidural por Jean-Anthanase Sicard y Fernand Cathelin en 1921 revolucionó la anestesia regional, ofreciendo una alternativa segura y efectiva a la anestesia general en muchos casos. (1)

Sedación y Monitoreo: Se desarrollaron técnicas de sedación intravenosa y se implementaron sistemas de monitoreo de constantes vitales durante la anestesia, mejorando la seguridad y el control del paciente.

- **Avances Modernos y Actualidad**

Anestesia por Vía Intravenosa: La anestesia total intravenosa (TIVA) se convirtió en una técnica ampliamente utilizada, ofreciendo un control más refinado de la anestesia y una recuperación más rápida. (2)

Tecnología y Equipamiento: El desarrollo de equipos de anestesia más avanzados, como los monitores multiparamétricos y las bombas de infusión controlada por computadora, ha mejorado la precisión y seguridad en la administración de anestésicos. (2)

Investigación y Educación: La investigación continua en farmacología, técnicas anestésicas y seguridad del paciente, junto con la educación especializada de anesthesiólogos y equipos de anestesia, ha llevado a estándares más altos de atención y resultados para los pacientes. (2-3)

6.1.1 Conceptos fundamentales de anestesiología

a) Anestesia: Es la inducción reversible de un estado de insensibilidad para permitir la realización de procedimientos médicos o quirúrgicos sin dolor ni conciencia del paciente. Puede ser general (afecta a todo el cuerpo), regional (afecta a una región específica del

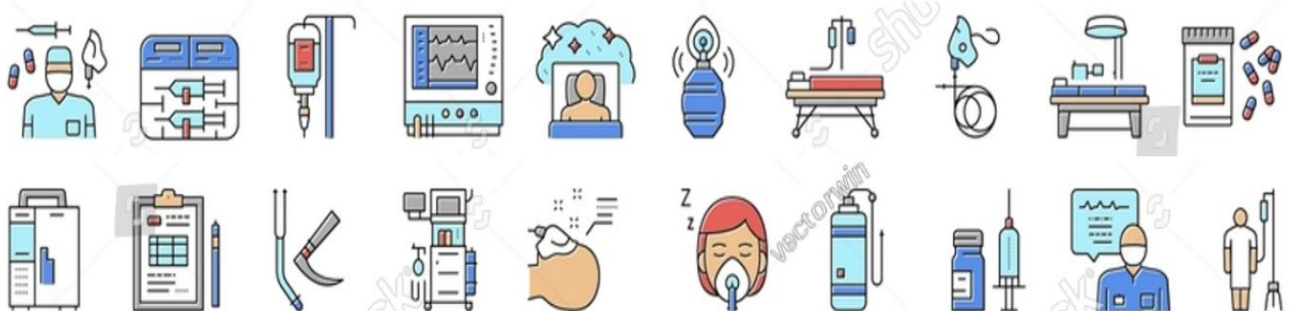
cuerpo) o local (afecta a un área muy específica). (3)

b) Anestesiólogo: Especialista médico encargado de administrar y supervisar la anestesia durante procedimientos quirúrgicos o diagnósticos. Se encarga de evaluar al paciente, determinar el tipo de anestesia más adecuada, administrarla y monitorear al paciente.

c) Analgesia: Es el alivio del dolor sin perder la conciencia. La analgesia puede ser proporcionada por medicamentos como analgésicos opioides, antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), bloqueos nerviosos locales. (3)

d) Monitorización Anestésica: Es el proceso de monitorear constantemente las funciones vitales del paciente durante la anestesia, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la oxigenación sanguínea, la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal. Esto se realiza mediante equipos especializados como monitor cardíaco, oxímetro de pulso, entre otros.

e) Inducción Anestésica: Es el proceso de administrar los fármacos anestésicos para inducir la pérdida de conciencia de manera controlada y



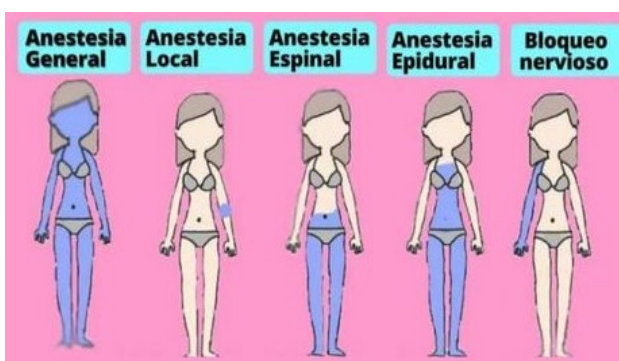
segura antes de iniciar un procedimiento quirúrgico. (2)

g) Mantenimiento Anestésico: Consiste en mantener al paciente en un estado de anestesia adecuado y estable durante todo el procedimiento quirúrgico, ajustando la dosis de anestésicos según sea necesario y monitoreando continuamente las funciones vitales.

h) Extubación: Es el proceso de retirar el tubo endotraqueal utilizado para mantener las vías respiratorias permeables durante la anestesia general, una vez que el paciente recupera la capacidad de respirar de forma espontánea. (2)

i) Reanimación: Es el conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para estabilizar y tratar a pacientes que presentan complicaciones durante o después de la anestesia, como hipotensión, hipoxemia o arritmias cardíacas.

Tipos de Anestesia



La clasificación ASA

La clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists) es un sistema utilizado en anestesiología para evaluar el estado físico de un paciente antes de someterlo a procedimientos

quirúrgicos o médicos que requieren anestesia. Esta clasificación se basa en la condición general de salud del paciente y ayuda a determinar el riesgo anestésico y la planificación del cuidado perioperatorio. (3-4)

1. ASA I: Paciente normal y saludable. No hay enfermedad sistémica significativa.
2. ASA II: Paciente con una leve a moderada enfermedad sistémica. Puede tener una enfermedad controlada, como hipertensión arterial, diabetes tipo 2 o asma leve.
3. ASA III: Paciente con enfermedad sistémica grave pero no incapacitante. Puede haber limitación funcional moderada debido a la enfermedad, como insuficiencia cardíaca controlada, diabetes tipo 1 o EPOC moderado.
4. ASA IV: Paciente con enfermedad sistémica grave y que constituye una amenaza constante para la vida. Puede haber limitación funcional significativa, como insuficiencia cardíaca descompensada, sepsis o insuficiencia respiratoria grave.
5. ASA V: Paciente moribundo cuya expectativa de vida es inferior a 24 horas sin la cirugía. La anestesia se realiza para procedimientos que potencialmente salven la vida.
6. ASA VI: Paciente declarado como "muerte cerebral" y cuyos órganos están siendo donados para trasplantes.

6.2 Anestesia General

Definición: La anestesia general es un estado inducido de pérdida de la conciencia y sensibilidad a nivel global en el cuerpo, que se logra mediante la administración de fármacos anestésicos. En este estado, el paciente no percibe dolor ni tiene memoria consciente de lo que ocurre durante el procedimiento quirúrgico o médico. (4)

La anestesia general se utiliza en una amplia variedad de procedimientos que requieren un control completo del dolor y la respuesta del sistema nervioso central. Durante la anestesia general, el paciente está completamente inconsciente y no responde a estímulos externos, lo que permite al equipo médico realizar procedimientos de manera segura y sin causar dolor al paciente. (4)

Para administrar la anestesia general de manera efectiva, se utilizan diversos tipos de fármacos anestésicos que pueden administrarse por vía intravenosa, inhalatoria o combinando ambas técnicas. Estos fármacos actúan de manera selectiva sobre el sistema nervioso central para producir amnesia, pérdida de conciencia, relajación muscular y supresión del dolor. (4-5)

Durante el proceso de anestesia general, el paciente también puede recibir otros medicamentos para mantener estables sus funciones vitales, como la presión arterial, el ritmo cardíaco y la oxigenación sanguínea. Además, se monitorean continuamente diferentes

parámetros fisiológicos para asegurar la seguridad y el bienestar del paciente durante todo el procedimiento anestésico. (5)

Al finalizar el procedimiento, se interrumpe la administración de los fármacos anestésicos y el paciente comienza a recuperar la conciencia de forma gradual. El equipo médico se encarga de gestionar el proceso de recuperación y asegurar que el paciente se encuentre en condiciones óptimas antes de ser trasladado a la sala de recuperación o a su habitación. (5)

Usos: Se utiliza en cirugías extensas, complejas o que requieren inmovilidad absoluta del paciente.

Administración: Puede ser inhalatoria (a través de gases anestésicos) o intravenosa (con medicamentos administrados por vía intravenosa).

Fármacos

Hay varios fármacos usados los más comunes son:

❖ Anestésicos Intravenosos



- Propofol: Es un anestésico general de acción rápida que se utiliza para inducir y mantener

la anestesia durante la cirugía. Tiene efectos sedantes, hipnóticos y amnésicos.

- Tiopental sódico: Otro anestésico intravenoso de acción rápida que se utiliza para inducir la anestesia. Tiene un efecto depresor sobre el sistema nervioso central.
- Ketamina: Es un anestésico disociativo que induce una sedación profunda y analgesia. Se utiliza a menudo en pacientes pediátricos y en situaciones de emergencia. (5)

❖ Anestésicos Inhalatorios



- Sevoflurano: Es un anestésico inhalatorio moderno que se utiliza para mantener la anestesia durante procedimientos quirúrgicos. Tiene un inicio rápido y una recuperación suave. (5)
- Desflurano: Otro anestésico inhalatorio de acción rápida que se utiliza en la anestesia general. Tiene un inicio y una recuperación más rápidos que el sevoflurano, pero puede causar irritación de las vías respiratorias. (5)
- Isoflurano: Un anestésico inhalatorio que se ha utilizado ampliamente en el pasado, aunque ha sido reemplazado en muchos casos por el sevoflurano y el desflurano.

❖ Relajantes Musculares



- Succinilcolina: Es un relajante muscular de acción rápida que se utiliza para facilitar la intubación endotraqueal durante la anestesia. Tiene un efecto breve pero potente en la relajación muscular. (6)
- Atracurio, rocuronio, vecuronio: Estos son relajantes musculares no despolarizantes que se utilizan para mantener la relajación muscular durante la anestesia general.

❖ Opioides



- Fentanyl, remifentanyl, morfina: Estos son opioides utilizados para proporcionar analgesia intraoperatoria y controlar el dolor durante la recuperación postoperatoria. Tienen potentes efectos analgésicos y sedantes. (6)

6.2.1 Beneficios

La anestesia general ofrece una serie de beneficios importantes tanto para los pacientes

como para los equipos médicos durante procedimientos quirúrgicos y médicos.

- **Control del Dolor:** Uno de los beneficios más evidentes de la anestesia general es la supresión completa del dolor durante el procedimiento. Esto permite realizar intervenciones quirúrgicas complejas y dolorosas sin que el paciente experimente molestias o sufrimiento. (5)
- **Inconsciencia:** La anestesia general induce un estado de inconsciencia, lo que significa que el paciente no está consciente de lo que está ocurriendo durante el procedimiento. Esto ayuda a reducir la ansiedad y el estrés asociados con la cirugía, proporcionando una experiencia más cómoda para el paciente.
- **Relajación Muscular:** Los anestésicos utilizados en la anestesia general también producen relajación muscular, lo que facilita la realización de procedimientos que requieren inmovilidad absoluta del paciente, como cirugías abdominales o torácicas. (6)
- **Estabilidad Fisiológica:** Durante la anestesia general, se monitorean y controlan de manera activa las funciones vitales del paciente, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la oxigenación y la temperatura corporal. Esto ayuda a mantener una estabilidad fisiológica óptima durante todo el procedimiento.

- **Control de la Respuesta Autonómica:** La anestesia general también suprime la respuesta autonómica del cuerpo, como la respuesta al estrés, la producción de hormonas del estrés y las respuestas de lucha o huida. Esto contribuye a mantener un ambiente quirúrgico más controlado y reduce el riesgo de complicaciones relacionadas con la respuesta fisiológica al estrés. (5)
- **Facilita Procedimientos Complejos:** La anestesia general permite realizar procedimientos quirúrgicos complejos y prolongados de manera segura y eficiente. Esto incluye cirugías cardíacas, neurológicas, ortopédicas y otras intervenciones que requieren un control cuidadoso del paciente y de sus funciones fisiológicas.
- **Recuperación Controlada:** Al finalizar el procedimiento, el equipo médico puede controlar la recuperación del paciente de manera gradual y segura, asegurando que el paciente se despierte de manera tranquila y sin problemas, antes de ser trasladado a la sala de recuperación. (5-6)

6.2.2 Contraindicaciones

Las contraindicaciones para la anestesia general pueden variar según el estado de salud y las características individuales de cada paciente. Sin embargo, hay algunas situaciones y condiciones médicas generales que pueden ser consideradas contraindicaciones para su administración.

- **Alergias o Sensibilidad a Anestésicos:** Si el paciente tiene antecedentes de alergias conocidas a los agentes anestésicos, especialmente aquellos utilizados en la anestesia general, puede ser una contraindicación para su uso. Es importante evaluar las alergias y sensibilidades del paciente antes de administrar cualquier anestésico. (6)
- **Condiciones Cardíacas Graves:** Ciertas enfermedades cardíacas graves, como insuficiencia cardíaca descompensada, arritmias no controladas, infarto reciente de miocardio o hipertensión pulmonar grave, pueden representar contraindicaciones para la anestesia general debido al riesgo cardiovascular asociado. (6)
- **Problemas Respiratorios Severos:** Enfermedades pulmonares graves, como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) descompensada, asma grave, fibrosis pulmonar avanzada o neumonía grave, pueden ser contraindicaciones debido al riesgo de complicaciones respiratorias durante la anestesia.
- **Insuficiencia Renal o Hepática Severa:** La insuficiencia renal o hepática severa puede afectar la eliminación de los fármacos anestésicos y aumentar el riesgo de toxicidad. Por lo tanto, es importante evaluar la función renal y hepática antes de la anestesia general.
- **Trastornos Hemorrágicos:** Pacientes con trastornos hemorrágicos graves, como hemofilia, trombocitopenia severa o coagulopatías no controladas, pueden tener contraindicaciones debido al riesgo de sangrado excesivo durante o después del procedimiento. (6)
- **Embarazo:** La anestesia general se utiliza con precaución durante el embarazo debido al riesgo potencial para el feto. Se evita en la medida de lo posible durante el primer trimestre y se evalúa cuidadosamente durante el segundo y tercer trimestre, considerando los riesgos y beneficios para la madre y el bebé. (6-7)
- **Infecciones o Enfermedades Agudas:** En presencia de infecciones agudas, como infecciones respiratorias, se puede considerar posponer la anestesia general hasta que la infección esté controlada para reducir el riesgo de complicaciones respiratorias.
- **Historial de Reacciones Adversas:** Si el paciente tiene antecedentes de reacciones adversas graves a la anestesia general en el pasado, como reacciones anafilácticas, se deben tener en cuenta al evaluar la seguridad de la anestesia.

6.3 Anestesia Regional

Definición: La anestesia regional es un tipo de anestesia que se enfoca en bloquear la sensibilidad al dolor en una región específica del cuerpo, mientras el paciente permanece consciente. (7) Esto se logra mediante la administración de anestésicos locales en o cerca de los nervios que transmiten la sensación en esa área particular. A diferencia de la anestesia general, que induce un estado de inconsciencia en todo el cuerpo, la anestesia regional permite al paciente permanecer despierto y participar activamente durante el procedimiento, mientras experimenta una reducción significativa o total del dolor en la región tratada. (7)

La anestesia regional puede ser subdividida en diferentes técnicas según la ubicación y la forma de administración de los anestésicos, como la anestesia epidural, la anestesia espinal, los bloqueos nerviosos periféricos y otros métodos específicos para cada caso clínico. (7)

Tipos: Incluye la anestesia epidural, la anestesia espinal, los bloqueos de nervios periféricos y otros métodos específicos según la región a anestesiar.

Usos: Se utiliza para cirugías en extremidades, procedimientos obstétricos, control del dolor postoperatorio y otros procedimientos donde solo se necesita anestesia localizada como cirugías de extremidades, cirugía torácica y abdominal, entre otros. (7-8)

Fármacos

• Anestésicos Locales



- Lidocaína: Es uno de los anestésicos locales más utilizados en la anestesia regional. Tiene un inicio de acción rápido y una duración intermedia de acción. (7)
- Bupivacaína: Otro anestésico local comúnmente utilizado en la anestesia regional. Tiene una duración de acción prolongada, lo que lo hace útil para bloqueos anestésicos más prolongados.
- Ropivacaína: Similar a la bupivacaína, pero con menos efectos cardiovasculares adversos, por lo que a menudo se prefiere en ciertas situaciones. (8)
- Articaina: Utilizada principalmente en odontología, la articaina tiene una rápida acción y es efectiva en bloqueos dentales.

❖ Adyuvantes o Agentes Complementarios



- Epinefrina (adrenalina): Se agrega a los anestésicos locales para prolongar la duración de acción y reducir la absorción sistémica, lo que ayuda a mantener la anestesia y reduce el sangrado en el área bloqueada. (8)
- Clonidina: A veces se utiliza como adyuvante para mejorar la calidad y duración de la anestesia regional, especialmente en bloqueos neuraxiales.

❖ **Corticosteroides**



- Dexametasona: Se puede administrar junto con anestésicos locales en algunos bloqueos regionales para reducir la inflamación y mejorar la calidad y duración de la anestesia. (8)

▪ **Neuromoduladores**



- Gabapentina y pregabalina: Aunque no son anestésicos locales, estos fármacos se utilizan

a veces como parte de una estrategia multimodal para controlar el dolor perioperatorio en pacientes sometidos a anestesia regional. (8)

6.3.1 Beneficios

- **Reducción del Dolor:** Uno de los principales beneficios de la anestesia regional es la reducción significativa o completa del dolor en la región tratada, para realizar procedimientos quirúrgicos o médicos sin experimentar molestias. (8)
- **Menor Riesgo de Complicaciones Respiratorias:** En comparación con la anestesia general, la anestesia regional está asociada con un menor riesgo de complicaciones respiratorias, como neumonía o atelectasia, ya que el paciente mantiene la función respiratoria de forma natural. (8)
- **Preservación de la Conciencia:** A diferencia de la anestesia general, donde el paciente pierde la conciencia, en la anestesia regional el paciente permanece despierto y consciente. Esto puede reducir la ansiedad y el estrés asociados con la cirugía y permite una comunicación efectiva entre el paciente y el equipo médico. (7-8)
- **Menor Uso de Fármacos Anestésicos:** La anestesia regional requiere una menor cantidad de fármacos anestésicos en

comparación con la anestesia general, lo que puede disminuir el riesgo de efectos secundarios y complicaciones asociadas con estos medicamentos. (8)

- **Recuperación Más Rápida:** Debido a que la anestesia regional afecta solo a una región específica del cuerpo, la recuperación después del procedimiento puede ser más rápida en comparación con la anestesia general. Esto puede resultar en una estancia hospitalaria más corta y una recuperación más cómoda para el paciente.
- **Control del Dolor Postoperatorio:** La anestesia regional también puede proporcionar un control efectivo del dolor postoperatorio en la región tratada, lo que puede reducir la necesidad de analgésicos fuertes y mejorar la comodidad del paciente durante el proceso de recuperación. (7-8)
- **Menor Incidencia de Náuseas y Vómitos:** Al evitar la administración de anestésicos generales, la anestesia regional está asociada con una menor incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios, que son efectos secundarios comunes de la anestesia general.

6.3.2 Contraindicaciones

Hay algunas contraindicaciones generales que se aplican a varios tipos de anestesia regional. Incluyendo:

- **Infección en el Sitio de Inyección:** Si hay signos de infección local en el sitio donde se administrará la anestesia regional, como en una inyección epidural o un bloqueo nervioso periférico, se considera una contraindicación debido al riesgo de propagación de la infección.
- **Coagulopatías No Controladas:** Los trastornos de la coagulación sanguínea, como la hemofilia o la trombocitopenia severa, pueden aumentar el riesgo de sangrado en el sitio de la anestesia regional y son considerados contraindicaciones.
- **Antecedentes de Reacción Alérgica Severa:** Si el paciente tiene antecedentes de reacciones alérgicas graves a los anestésicos locales utilizados en la anestesia regional, como anafilaxia, se considera una contraindicación debido al riesgo de reacciones adversas potencialmente mortales.
- **Inestabilidad Hemodinámica:** En casos de inestabilidad hemodinámica grave, como en shock hipovolémico o shock séptico, la anestesia regional puede ser contraindicada debido al riesgo de complicaciones cardiovasculares y una mala tolerancia a la anestesia.
- **Espacio Epidural Estrecho:** En algunos pacientes, un espacio epidural estrecho o anomalías en la columna vertebral pueden aumentar el riesgo de lesiones

nerviosas o complicaciones durante la colocación de un catéter epidural, siendo una contraindicación relativa.

- **Incapacidad para Cooperar:** La anestesia regional requiere cierto grado de cooperación por parte del paciente durante el procedimiento. Si el paciente no puede colaborar debido a una condición médica, estado mental alterado o sedación inadecuada, puede ser una contraindicación.
- **Bloqueo Nervioso Local:** Si existe un bloqueo nervioso local debido a trauma o lesión en el sitio de la anestesia regional, puede ser una contraindicación debido a la dificultad para administrar la anestesia de manera efectiva. (7-8)

6.4 Anestesia Local



Definición: La anestesia local es un tipo de anestesia que se utiliza para bloquear la sensación de dolor en una región específica del cuerpo, sin que el paciente pierda la conciencia. Se logra mediante la administración de fármacos anestésicos locales directamente en el área a tratar, como la piel, los tejidos subcutáneos o los nervios periféricos.

Estos fármacos anestésicos locales bloquean la conducción de señales nerviosas en la zona tratada, impidiendo que los nervios transmitan la sensación de dolor al cerebro. Esto permite que el paciente permanezca despierto y alerta durante el procedimiento, mientras se evita el dolor de manera efectiva en el área tratada. (6-8)

Usos: La anestesia local se utiliza comúnmente en procedimientos médicos y quirúrgicos menores, como suturas, la extracción de un diente, la reparación de una herida cutánea o la realización de biopsias.

Fármacos

Algunos de los anestésicos locales más comúnmente utilizados:

❖ Lidocaína



- Es uno de los anestésicos locales más versátiles y ampliamente utilizados.
- Tiene un inicio de acción rápido y una duración de acción intermedia (aprox 1-2 horas).
- Se utiliza en una variedad de procedimientos, incluyendo infiltración local, bloqueos nerviosos, anestesia epidural y tópica. (8)

▪ **Bupivacaína**



- Anestésico local de acción prolongada.
- Tiene un inicio de acción más lento que la lidocaína pero una duración mucho más prolongada (4-8 horas). (8)
- Comúnmente utilizado para bloqueos nerviosos, anestesia epidural y espinal, especialmente en procedimientos que requieren una anestesia de larga duración.

▪ **Mepivacaína**

- Similar a la lidocaína en cuanto a inicio de acción y duración, pero con menos vasodilatación.
- Utilizado en infiltración local y bloqueos nerviosos. (7-8)

▪ **Ropivacaína**

- Anestésico local de acción prolongada con propiedades similares a la bupivacaína.
- Preferido en algunos casos debido a su menor toxicidad cardíaca y perfil de seguridad mejorado.
- Utilizado para bloqueos nerviosos, anestesia epidural y espinal.

▪ **Prilocaína**

- Anestésico local de acción intermedia.
- Similar a la lidocaína, pero con una menor incidencia de toxicidad sistémica.
- Utilizado en anestesia infiltrativa y bloqueos nerviosos.

▪ **Articaína**

- Tiene un inicio de acción rápido y una buena penetración tisular.
- Frecuentemente utilizado en odontología debido a su eficacia en bloqueos nerviosos dentales.

▪ **Procaína (Novocaína)**

- Uno de los primeros anestésicos locales utilizados, ahora menos común debido a la disponibilidad de agentes más eficaces.
- Tiene un inicio de acción lento y una duración corta.
- Utilizado ocasionalmente en infiltración local.

▪ **Tetracaína**

- Anestésico local de acción prolongada.
- Utilizado principalmente en anestesia tópica y espinal.
- Tiene un inicio de acción lento pero una duración prolongada. (8)

▪ **Benzocaína**

- Anestésico local utilizado principalmente en formas tópicas.

- Comúnmente encontrado en productos de venta libre para aliviar dolores menores de la piel, garganta y boca.

6.4.1 Beneficios

- **Control del Dolor:** Uno de los beneficios más destacados de la anestesia local es su capacidad para bloquear eficazmente la sensación de dolor en el área específica donde se administra. Esto permite realizar procedimientos médicos o quirúrgicos sin que el paciente experimente molestias significativas.
- **Preservación de la Conciencia:** A diferencia de la anestesia general, que induce un estado de inconsciencia, la anestesia local permite que el paciente permanezca despierto y consciente durante el procedimiento. Esto puede ser beneficioso en situaciones en las que se requiere la colaboración del paciente, como en ciertos procedimientos dentales o dermatológicos. (8)
- **Menor Riesgo de Efectos Secundarios Sistémicos:** La anestesia local tiene un riesgo mucho menor de efectos secundarios sistémicos en comparación con la anestesia general, ya que los fármacos anestésicos se administran directamente en el área a tratar y no se distribuyen por todo el cuerpo. (6-8)
- **Recuperación Rápida:** Debido a que la anestesia local no afecta la conciencia ni las

funciones vitales del paciente, la recuperación después del procedimiento suele ser más rápida y el paciente puede regresar a sus actividades normales en poco tiempo.

- **Menor Necesidad de Hospitalización:** Muchos procedimientos que utilizan anestesia local se pueden realizar de manera ambulatoria, lo que significa que el paciente puede irse a casa el mismo día del procedimiento, evitando la necesidad de hospitalización prolongada.
- **Control Preciso del Área a Tratar:** Al bloquear la sensación de dolor solo en el área específica donde se administra, la anestesia local permite un control preciso durante el procedimiento, lo que puede ser especialmente beneficioso en cirugías o tratamientos delicados.
- **Reducción del Estrés y la Ansiedad:** Al estar consciente durante el procedimiento y experimentar menos dolor, muchos pacientes experimentan menos estrés y ansiedad, lo que puede mejorar su experiencia general y su bienestar emocional. (8)

6.4.2 Contraindicaciones

- **Alergias o Sensibilidad a Anestésicos Locales:** Si el paciente tiene antecedentes de alergias conocidas o reacciones adversas a los anestésicos locales utilizados en la

anestesia, es una contraindicación para su uso.

- **Infección en el Sitio de Inyección:** La presencia de infecciones locales en el área donde se administrará la anestesia local puede ser una contraindicación debido al riesgo de propagación de la infección o complicaciones adicionales.
- **Coagulopatías o Trastornos de la Coagulación:** Los trastornos de la coagulación sanguínea, como la hemofilia o la trombocitopenia severa, pueden aumentar el riesgo de sangrado o hematomas en el sitio de la inyección de anestesia local y son considerados contraindicaciones.
- **Neurotoxicidad:** En algunos casos, la anestesia local puede tener efectos neurotóxicos si se administra en dosis excesivas o en áreas cercanas a estructuras nerviosas importantes, por lo que se debe tener precaución en pacientes con afecciones neurológicas.
- **Insuficiencia Renal o Hepática Grave:** La anestesia local se metaboliza y elimina principalmente a nivel renal y hepático. Por lo tanto, en pacientes con insuficiencia renal o hepática grave, se debe ajustar la dosis de anestesia local o considerar otras opciones anestésicas.

- **Embarazo:** Aunque la anestesia local se considera segura durante el embarazo en muchas situaciones, se debe tener precaución y evaluar cuidadosamente los riesgos y beneficios en cada caso, especialmente durante el primer trimestre.
- **Inestabilidad Hemodinámica:** En pacientes con inestabilidad hemodinámica grave, como en shock o hipotensión severa, la anestesia local puede no ser adecuada debido al riesgo de complicaciones cardiovasculares.
- **Antecedentes de Reacciones Adversas Graves:** Si el paciente tiene antecedentes de reacciones adversas graves a la anestesia local en el pasado, como neurotoxicidad o eventos alérgicos graves, se deben considerar otras opciones anestésicas.

6.5 Anestesia Tópica



Definición: La anestesia tópica es un tipo de anestesia local que se aplica directamente sobre la piel o las membranas mucosas para adormecer la superficie y reducir la sensibilidad al dolor en esa área específica. (8-9)

La anestesia tópica es un tipo de anestesia local que se aplica directamente sobre la piel o las membranas mucosas para adormecer la superficie y reducir la sensibilidad al dolor en esa área específica. Se utiliza comúnmente antes de realizar procedimientos médicos o estéticos menores que involucran la piel o las mucosas, como la inserción de una aguja, la extracción de un pequeño tejido, la realización de biopsias, la sutura de heridas superficiales, la aplicación de inyecciones cutáneas o la inserción de catéteres. (9)

Los agentes anestésicos tópicos más utilizados incluyen la lidocaína, la benzocaína, la tetracaína y la prilocaína, que se presentan en forma de geles, cremas, aerosoles o parches que se aplican directamente sobre la piel o la mucosa en el área a tratar. Estos agentes anestésicos actúan bloqueando la conducción de los impulsos nerviosos en las terminaciones nerviosas de la piel o las mucosas, lo que disminuye la sensación de dolor y permite realizar el procedimiento con mayor comodidad para el paciente(9)

Es importante tener en cuenta que la anestesia tópica es efectiva para adormecer la superficie de la piel o las mucosas, pero su alcance es limitado a la capa más externa y no afecta las estructuras más profundas del cuerpo.

Usos: Parches anestésicos, cremas anestésicas y geles utilizados antes de procedimientos menores que involucran la piel o las mucosas, como la inserción de una aguja, la extracción de un

pequeño tejido, la realización de biopsias, la sutura de heridas superficiales, la aplicación de inyecciones cutáneas o la inserción de catéteres. Los agentes anestésicos tópicos más utilizados incluyen la lidocaína, la benzocaína, la tetracaína y la prilocaína, que se presentan en forma de geles, cremas, aerosoles o parches que se aplican directamente sobre la piel o la mucosa en el área a tratar. (9)

Fármacos

Los más utilizados:

▪ **Lidocaína**

- Es uno de los anestésicos tópicos más utilizados.
- Disponible en diversas formulaciones como gel, crema, ungüento, aerosol y solución.
- Se utiliza para aliviar el dolor asociado con quemaduras menores, picaduras de insectos, irritaciones de la piel y procedimientos dermatológicos. (9)

▪ **Benzocaína**

- Otro anestésico tópico comúnmente utilizado.
- Se encuentra en productos de venta libre para aliviar el dolor de la boca y la garganta, como pastillas, geles y aerosoles para la garganta. (8-9)
- También se utiliza para aliviar el dolor de quemaduras menores, picaduras de insectos y irritaciones de la piel.

▪ **Tetracaína**

- Anestésico local de acción prolongada.
- Se utiliza en preparaciones oftálmicas para anestésiar la superficie del ojo antes de procedimientos o exámenes.
- También disponible en formulaciones tópicas para uso en la piel y las mucosas. (9)

- **Prilocaina**

- Similar a la lidocaína, se usa en combinación con ella en cremas como la EMLA (Eutectic Mixture of Local Anesthetics) para procedimientos dermatológicos y venopunciones.
- La crema EMLA es especialmente útil para anestésiar la piel antes de la inserción de agujas o para procedimientos superficiales.

- **Dibucaína**

- Anestésico tópico potente.
- Utilizado en cremas y ungüentos para aliviar el dolor y la picazón de hemorroides y otras afecciones anorrectales. (8-9)

- **Cinchocaína**

- También conocida como dibucaína, se utiliza en preparados tópicos para tratar el dolor y la picazón de hemorroides.

- **Cocaína**

- Anestésico tópico utilizado principalmente en procedimientos otorrinolaringológicos debido a

sus potentes efectos anestésicos y vasoconstrictores.

- Su uso es restringido debido a su potencial de abuso y efectos sistémicos adversos.

6.5.1 Beneficios

- ✓ **Comodidad del Paciente:** La aplicación de anestesia tópica antes de un procedimiento reduce la incomodidad y la ansiedad asociadas con la sensación de dolor durante el mismo. Esto mejora la experiencia del paciente y contribuye a una mayor satisfacción con el tratamiento médico o estético. (9)
- ✓ **Menor Necesidad de Anestesia Invasiva:** Al adormecer la superficie de la piel o las mucosas, la anestesia tópica puede reducir la necesidad de utilizar anestesia infiltrativa o inyectable, especialmente en procedimientos menores o superficiales. Esto evita la incomodidad adicional de las inyecciones y reduce el riesgo de complicaciones asociadas. (9)
- ✓ **Inicio Rápido de Acción:** Muchos agentes anestésicos tópicos tienen un inicio de acción rápido, lo que significa que el paciente puede experimentar alivio del dolor en poco tiempo después de la aplicación. Esto permite un inicio rápido del procedimiento una vez que se alcanza la anestesia efectiva.

✓ **Menor Riesgo de Efectos Secundarios**

Sistémicos: La anestesia tópica actúa principalmente en el área donde se aplica y tiene un efecto localizado, lo que reduce el riesgo de efectos secundarios sistémicos en comparación con la anestesia general o regional.

6.6.- Bibliografía

1. VÁSQUEZ, V. A. I. Historia de la anestesia y anestesiología. 2021
2. Payo Salvatierra, A. (2024). Anestesia y sus tipos. Desde su origen hasta la actualidad. NPunto, VII(72).
3. Ávila Ávila, M., Tórrez Herrera, F., & Bustamante Bozzo, R.. Conceptos básicos de anestesiología. Universidad de Santiago de Chile. 2023.
4. Briones, I. M. S., López, J. J. P., Ochoa, D. R. M., Tejena, B. L. M., Menéndez, E. C. H., & Barrezueta, E. A. M. Tipos de anestésicos suministrados a pacientes sometidos a cirugía. RECIAMUC, 3(4),2019. 362-375.
5. Cobos, C. P., & Chaves, A. (2008). Percepciones y conceptos acerca de la práctica anestésica: una mirada desde la perspectiva del paciente. Revista Colombiana de Anestesiología, 36, 269-

273.

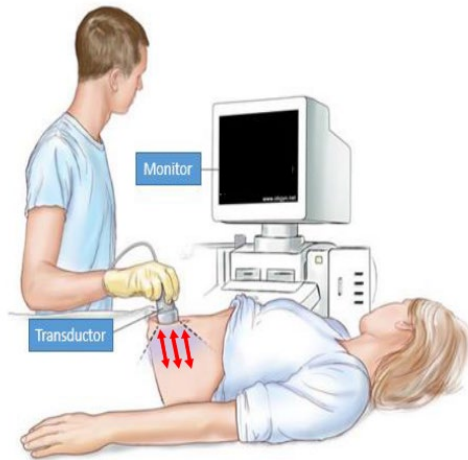
6. GÓMEZ, Y. H. (2023). PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL TESIS (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO).
7. Idoris, C. E. (2020, October). Complicaciones anestésicas posoperatorias en pacientes tratados con anestesia general. In Jornada de Temas Terminados.
8. Barmaimon, E. (2017). Anestesia locorregional (Tomo I). Montevideo, Uruguay: 1ª Edición Virtual. (pp. 29-52).
9. Ramírez, C. A. S., Vinueza, K. D. R., Botache, S. A. B., & Saquinaula, M. D. S. (2021). Complicaciones en anestesia raquídea. RECIAMUC, 5(3), 44-53.

7. ECOGRAFÍA BÁSICA

Flores Droira Sebastián Rene

Médico (Quito, Ecuador)

CAPÍTULO 7. ECOGRAFÍA BÁSICA



7.1 Definición

La ecografía, también conocida como sonografía o ultrasonido diagnóstico, ha experimentado un desarrollo notablemente rápido debido a su seguridad y a la ausencia de efectos nocivos. Esta tecnología permite realizar múltiples exploraciones ecográficas en el mismo paciente sin riesgos asociados, sin requerir preparativos complejos, sin restricciones de edad y con un costo relativamente bajo. (1)

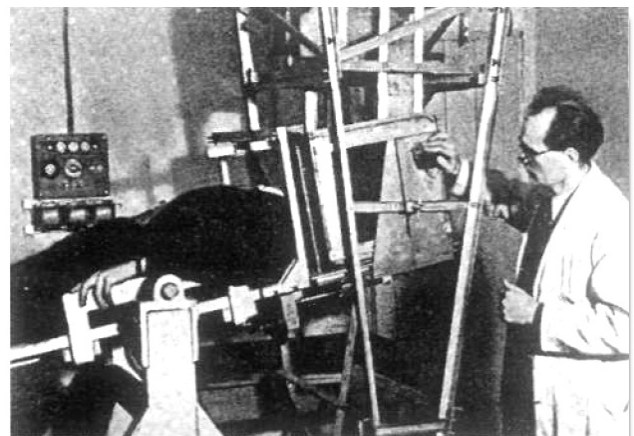
El término "ecografía" tiene dos acepciones históricas. La más antigua se refiere a un tipo específico de afasia en la que el paciente puede copiar textos pero no puede generar ideas propias en forma escrita. En contraste, la acepción moderna y más común se refiere a la obtención de imágenes diagnósticas mediante la captura de ecos producidos por la emisión de ondas de ultrasonido. (1)

La ecografía, es una técnica de diagnóstico por imagen que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para visualizar estructuras internas del cuerpo humano en tiempo real. Esta técnica es no invasiva, segura y no utiliza radiación ionizante, lo que la hace especialmente útil en diversas especialidades médicas, incluyendo obstetricia, cardiología, ginecología, radiología, y medicina interna. (1-2)

También conocida como ultrasonido médico, tiene sus raíces en el fenómeno natural del ultrasonido, que abarca frecuencias sonoras superiores a los 20,000 ciclos por segundo, no perceptibles por el oído humano.

Desde tiempos antiguos, se ha observado que ciertos animales como murciélagos, delfines y marsopas utilizan el ultrasonido para orientación, comunicación y localización de presas. (1-2)

7.2 Descubrimientos y Desarrollo Temprano del Ultrasonido



✚ Siglo XVIII - Lazzaro Spallanzani

En 1700, el biólogo italiano Lazzaro Spallanzani observó que los murciélagos podían cazar en total oscuridad. Propuso que estos animales usaban el ultrasonido, aunque su teoría no fue aceptada debido a la falta de conocimiento sobre estas ondas en esa época.

🚦 Siglo XIX - Christian Andreas Doppler

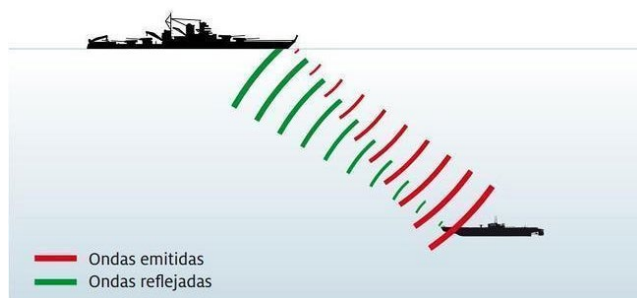
En 1842, Christian Doppler describió el "Efecto Doppler", observando cómo las ondas (incluyendo el ultrasonido) cambiaban de frecuencia en relación con el movimiento. Este efecto es fundamental en la ecografía moderna para medir el flujo sanguíneo. (1)

🚦 Siglo XIX - Hermanos Curie

Pierre y Jacques Curie descubrieron en 1880 el efecto piezoeléctrico, donde ciertos cristales generan electricidad bajo presión. Este descubrimiento es crucial para la creación de transductores de ultrasonido. (1)

7.2.1 Avances Tecnológicos y Aplicaciones Bélicas

🚦 Principios del Siglo XX:



Paul Langevin (1917): Durante la Primera Guerra Mundial, Langevin y Chilowsky desarrollaron el primer generador piezoeléctrico de ultrasonido, utilizado para detectar submarinos. Este trabajo sentó las bases del sonar.

Segunda Guerra Mundial:

El sonar (Sound Navigation and Ranging) se convirtió en una herramienta estándar para la detección de submarinos. Se mejoró la tecnología de ultrasonido para aplicaciones militares y de navegación. (1)

🚦 Transición a la Medicina

Década de 1940:

Karl Dussik (1942): Los ultrasonidos como medio de diagnóstico en medicina fueron introducidos por primera vez en 1942 por Dussik, psiquiatra que trabajaba en Austria, intentó detectar tumores cerebrales registrando el paso del haz sónico a través del cráneo. Trató de identificar los ventrículos midiendo la atenuación del ultrasonido a través del cráneo, lo que denominó "Hiperfonografía del cerebro".(1)

George Ludwig y Francis Stuthers (1949): Usaron ultrasonido para detectar cuerpos extraños en tejidos, basándose en la técnica eco-impulso.

Terminada la segunda Guerra Mundial comienza el desarrollo de equipos diagnósticos en

medicina, cuando grupos de investigadores japoneses, americanos y de algunos países europeos trabajan paralelamente para fabricar los primeros prototipos de equipos para diagnóstico médico en modo A (Analogue), y posteriormente en modo B (Bright) con imagen analógica (2).



Década de 1950: el Ultrasonido es aceptado por las sociedades médicas como instrumento de diagnóstico en medicina, dando origen a un sin número de trabajos de investigación en distintas áreas de aplicación. (2-3)

Douglas Howry y Joseph Holmes (1951): Desarrollaron el ultrasonido compuesto para imágenes médicas. Este período también vio la primera imagen bidimensional del cuerpo humano.

Ian Donald (1958): Publicó estudios sobre el uso del ultrasonido en obstetricia, específicamente para medir el cráneo fetal.

Desarrollo y Perfeccionamiento

Década de 1960:

Se introdujeron transductores manuales y la técnica Doppler para estudiar el flujo sanguíneo.

Satomura (1969): Reportó el primer uso del Doppler en la evaluación del flujo arterial. (2-3)

Década de 1970:

Kratochwil (1970): Introdujo el ultrasonido transrectal para valorar la próstata. La tecnología Doppler se usó para estudiar carótidas y otras aplicaciones neurológicas. (2)

En 1971 la introducción de la escala de grises marcó el comienzo de la creciente aceptación mundial del ultrasonido en diagnóstico clínico.

Innovaciones Modernas

Década de 1980 y 1990:

Color Doppler (1982): Introducido por Aloka, permitió visualizar el flujo sanguíneo en tiempo real y a color.

Gonzalo E. Díaz (1994): Introdujo el postproceso en color para mejorar la precisión diagnóstica y desarrolló rutinas para diagnóstico asistido por computadora (CAD). (2-3)

Ecografía Actual



Siglo XXI:

La ecografía tridimensional (3D) y de cinco dimensiones (5D) se ha popularizado, especialmente en obstetricia para fines estéticos y diagnósticos tempranos de anomalías fetales. La ecografía se ha consolidado como una herramienta esencial en la medicina moderna para diagnóstico y seguimiento de diversas patologías debido a su seguridad y precisión. (2-3)

7.3 Principios Básicos De La Ecografía

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen que se utiliza fundamentalmente para evaluar los tejidos blandos. Se trata de un procedimiento seguro, no invasivo y que no utiliza radiaciones ionizantes, por lo que no produce efectos biológicos adversos. (3)

Las imágenes ecográficas corresponden al aspecto macroscópico de cortes anatómicos, mostrando la arquitectura interna de los diferentes órganos. Con la suma de cortes se puede obtener una idea tridimensional del tamaño, la forma y la estructura de los órganos.

La información obtenida a partir de las imágenes ecográficas puede complementar los resultados obtenidos mediante otros procedimientos diagnósticos, como la radiología. (3)

7.3.1 Principios Fundamentales de la Ecografía

Generación de Ultrasonido: La ecografía se basa en el uso de transductores que contienen cristales piezoeléctricos, los cuales tienen la capacidad de convertir energía eléctrica en ondas sonoras y viceversa. Cuando se aplica un voltaje a estos cristales, vibran y emiten ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonido). Estas ondas se propagan a través del cuerpo y se reflejan en las interfases entre diferentes tipos de tejidos.

Recepción y Conversión de los Ecos: Las ondas sonoras reflejadas (ecos) son captadas nuevamente por el transductor, que convierte estas ondas de vuelta en señales eléctricas. Estas señales son procesadas para generar imágenes visuales en una pantalla. La intensidad y el tiempo de retorno de los ecos permiten crear una imagen bidimensional de las estructuras internas del cuerpo. (3-4)

Uso de Gel Conductivo: Para mejorar la transmisión de las ondas sonoras desde el transductor hacia la piel y minimizar la interferencia del aire, se aplica un gel conductor sobre la superficie corporal del paciente. Este gel elimina las burbujas de aire entre el transductor y

la piel, permitiendo una mejor calidad de imagen. (4)

7.3.2 Diferencias entre Ecografía (Ultrasonido) y Rayos X (Radiología)

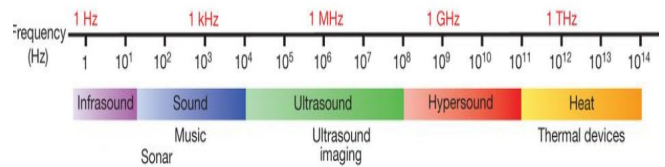
Característica	Ecografía	Radiología
Tipo de onda	Ondas mecánicas longitudinales	Ondas electromagnéticas
Medio de transmisión	Medio elástico	No se requiere medio
Generación de la onda	Estimulando el medio	Acelerando cargas eléctricas
Velocidad	Depende del medio en el cual se propaga	Relativamente constante: 299,792.456.2 m/s
Riesgo	Sin riesgo significativo	Importante, los Rayos X son ionizantes
Ondas similares	Ondas acústicas y sísmicas	Ondas de radio, luz
Entrenamiento	Relativamente simple	Intenso y especializado
Tamaño del equipo	Sonda conectada a un celular	Muy voluminoso y requiere precauciones

7.3.3 Bases Físicas de la Ecografía

La Onda Sonora

La ecografía se basa en la emisión y recepción de ultrasonidos, que son aquellas ondas de sonido cuya frecuencia es superior a la audible por el oído humano, es decir, por encima de los

20,000 Hertzios (Hz). Las frecuencias utilizadas en la práctica clínica varían entre 2 y 10 Megahertzios (MHz). El sonido es una onda elástica de presión que necesita de un medio (sólido, líquido o gaseoso) para propagarse. (4)



Características de las Ondas Sonoras

Amplitud: Máxima altura de la onda (decibelios).

Longitud de onda: Distancia que recorre la onda en un ciclo completo (cm).

Frecuencia: Número de ciclos por segundo (Hertzios).

Velocidad de propagación: Distancia que recorre una onda por unidad de tiempo (cm/s).

Frecuencia

La frecuencia determina el tono del sonido fundamental de las ondas sonoras. En la ecografía, se emplean frecuencias muy altas, denominadas ultrasonidos, que oscilan entre los 2 y los 20 MHz.

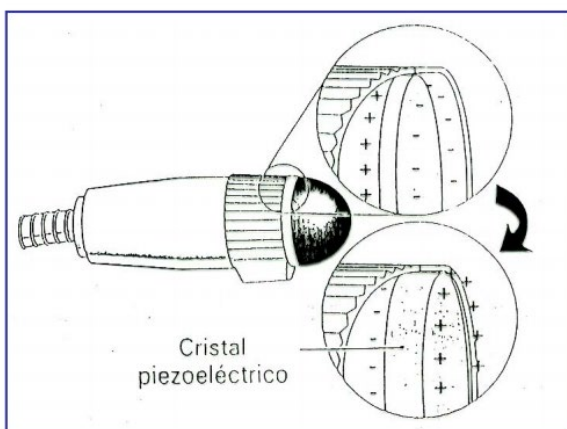
Intensidad

La intensidad del sonido se percibe subjetivamente como sonoridad. También puede definirse como la potencia acústica transferida por una onda sonora en relación a una unidad de área normal a la dirección de propagación. (4)

➤ Impedancia Acústica (Z)

Es la resistencia del medio a la propagación de la onda sonora. La impedancia es alta en sólidos y baja en líquidos, partes blandas y gases. La relación entre la velocidad del ultrasonido y la densidad del medio determina la impedancia acústica, que se cumple según la fórmula: (4)

➤ Efecto Piezoeléctrico



La sonda ecográfica contiene cristales piezoeléctricos, que se contraen y distienden bajo una diferencia de potencial eléctrico, generando ondas acústicas. Estos cristales también generan una señal eléctrica cuando una onda acústica reflejada choca contra ellos, produciendo así una imagen ecográfica. (4-5)

➤ Interacción de los Ultrasonidos con los Tejidos Orgánicos

Los tejidos orgánicos son medios complejos que atenúan las ondas de ultrasonido. La atenuación de las ondas ultrasónicas se define como la disminución de la intensidad a medida que atraviesan los tejidos. (5)



• Causas de Atenuación

Reflexión: La onda se refleja en la interfase acústica entre tejidos de diferente densidad.

Refracción: La onda se desvía al pasar entre medios con diferentes velocidades de propagación.

Dispersión: La onda se refleja en múltiples direcciones cuando choca con una superficie pequeña e irregular. (5)

Absorción: La onda pierde energía al atravesar el medio, transformándose en calor.

➤ Resolución en Ecografía

La resolución es la capacidad del equipo ecográfico para diferenciar dos puntos o interfases muy próximos entre sí. (5)

Resolución Axial: Capacidad para diferenciar puntos en la dirección del haz de ultrasonidos.

Resolución Lateral: Capacidad para diferenciar puntos situados perpendicularmente a la dirección del haz ultrasónico. (5)

7.4 El Ecógrafo

Constituido por:

- Transmisor de energía
- Emisor de ultrasonidos
- Receptor de ultrasonidos



Factores o Sondas

7.4.1 El Transductor

La energía ultrasónica se genera en el transductor, que contiene cristales piezoeléctricos con la capacidad de transformar la energía eléctrica en sonido y viceversa. De esta manera, el transductor actúa tanto como emisor como receptor de ultrasonidos. La cerámica más comúnmente utilizada como cristal piezoeléctrico es la circonita de titanio de plomo, constituyendo el núcleo del transductor. (5-6)



Tipos de Transd

Convexo	Lineal	Sectorial
2 - 5 MHz Baja +++	5 - 10 MHz Alta +	3.5 - 5 MHz Baja +++
Abdomen, pelvis, obstetricia, pulmón	Estructuras superficiales: Músculo, tejidos blandos, vasos, pleura	Corazón, cerebro
		

a) Sonda Sectorial

Formato de Imagen: Triangular o en abanico.

Aplicaciones: Exploraciones cardíacas y abdominales, permitiendo un abordaje costal y la visualización de estructuras profundas.

Frecuencia de Trabajo: Ideal para exploraciones cardíacas y abdominales profundas. Emite en frecuencias de 3.5 a 5 MHz.

b) Sonda Lineal

Formato de Imagen: Rectangular.

Aplicaciones: Estudio de estructuras superficiales como músculos, tendones, mama,

tiroides, escroto y vasos superficiales.

Frecuencia de Trabajo: 7.5 a 13 MHz, llegando hasta 20 MHz. (6)

c) Sonda Convexa

Formato de Imagen: Trapecio.

Aplicaciones: Exploración abdominal y obstétrica, permitiendo la visualización de estructuras profundas.

Frecuencia de Trabajo: 3.5 a 5 MHz.

d) Sonda Intracavitaria

Formato de Imagen: Puede ser lineal o convexo.

Aplicaciones: Exploraciones intrarectales o intravaginales.

Frecuencia de Trabajo: 5 a 7.5 MHz.

7.4.2 Creación de la Imagen

Las imágenes ecográficas se forman a partir de una matriz de elementos fotográficos. En la escala de grises, los ecos regresan al transductor y se visualizan como elementos fotográficos (píxeles) con brillos variados en proporción a la intensidad del eco. (6)

- **Proceso de Formación de la Imagen**



Aplicación del Gel: El transductor se coloca sobre la superficie corporal del paciente a través de una capa de gel para eliminar el aire.

Emisión del Haz Ultrasónico: Un circuito transmisor aplica un pulso de pequeño voltaje a los electrodos del cristal transductor, generando vibraciones que emiten un haz ultrasónico de corta duración.

Reflejo del Haz: El haz ultrasónico se propaga dentro del paciente, siendo parcialmente reflejado y transmitido por los tejidos.

Recepción del Eco: La energía reflejada regresa al transductor, produciendo vibraciones en el cristal, las cuales son transformadas en corriente eléctrica y posteriormente amplificadas.

Procesamiento de la Información: El circuito receptor determina la amplitud de la onda sonora de retorno y el tiempo de transmisión total, calculando la profundidad del tejido y la

tonalidad de gris para cada píxel de la imagen.
(6)

7.5 Procesador De Información

El circuito receptor en un ecógrafo tiene la capacidad de determinar tanto la amplitud de la onda sonora de retorno como el tiempo total de transmisión, ya que monitorea el momento de emisión y recepción de las ondas ultrasónicas. Utilizando el tiempo de recorrido de estas ondas, se puede calcular la profundidad del tejido reflectante, asumiendo una velocidad del sonido constante en los tejidos blandos de 1,540 metros/segundo. La amplitud de la onda de retorno influye en la tonalidad de gris que se asigna a cada píxel en la imagen ecográfica, con mayor amplitud resultando en píxeles más blancos. (5-6)

Cuando un haz ultrasónico se propaga de un medio a otro, parte de la energía se transmite a través del segundo medio, mientras que una fracción se refleja como un eco. Este eco regresa al transductor, donde se convierte en una pequeña onda de voltaje. A través de un complejo proceso electrónico, este voltaje se amplifica y se transforma en una imagen visual en la pantalla del ecógrafo. (6)

▪ Formatos de Imagen

Modo M (Movimiento)

Aplicaciones: Ecocardiografía.

Características: Representa los ecos como puntos de brillo de diferente intensidad, mostrando el movimiento de las interfases reflectantes a lo largo del tiempo. (6)

Modo B (Bidimensional)

Aplicaciones: Uso general en ecografía.

Características: Múltiples haces de ultrasonidos generan imágenes bidimensionales en escala de grises, donde el brillo de cada píxel corresponde a la amplitud del eco recibido. (6)

Modo A (Amplitud)

Aplicaciones: Históricamente el primer modo utilizado, actualmente menos común.

Características: Ecos representados como picos sobre una línea basal, en función de su amplitud y distancia al receptor. (6)

▪ Técnicas de Estudio Doppler

Las técnicas Doppler en ecografía se basan en los cambios de frecuencia de los haces de ultrasonido emitidos y reflejados por el tejido en movimiento, permitiendo calcular la velocidad de las partículas en movimiento.

Doppler Pulsado

Aplicaciones: Evaluación selectiva del flujo sanguíneo en un punto específico.

Características: Genera una gráfica representando la velocidad de flujo en relación con el tiempo.

Doppler Continuo

Aplicaciones: Análisis de altas velocidades y gradientes de presión.

Características: Emisión continua de ultrasonidos que recoge la suma de las velocidades a lo largo de su trayecto.

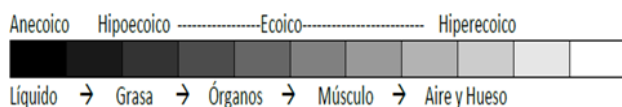
Doppler Color

Aplicaciones: Evaluación cualitativa del movimiento del flujo sanguíneo.

Características: Asigna colores predeterminados al flujo observado en una imagen bidimensional según su dirección y velocidad. (6)

7.6 Semiología Ecográfica

La ecografía es una herramienta de diagnóstico que se basa en la reflexión de ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonido) para crear imágenes de las estructuras internas del cuerpo. La semiología ecográfica se refiere a la interpretación de estas imágenes, que varían según la ecogenicidad de los tejidos.



7.6.1 Ecogenicidad

La ecogenicidad es un concepto fundamental en ecografía que se refiere a la capacidad de los tejidos para reflejar las ondas de ultrasonido. Esta propiedad depende de la densidad y la composición de los tejidos, así como de las

características de las interfases que los separan. La ecogenicidad se representa en una escala de grises en la imagen ecográfica, donde los diferentes tonos de gris corresponden a diferentes niveles de reflexión del ultrasonido. (6-7)

La evaluación de la ecogenicidad es crucial para el diagnóstico médico, ya que permite distinguir entre diferentes tipos de tejidos y detectar anomalías. Los médicos utilizan estas variaciones en la ecogenicidad para identificar y caracterizar diversas condiciones patológicas, como tumores, quistes, inflamaciones y lesiones vasculares. Conocer los fundamentos del "lenguaje ecográfico" es esencial para interpretar correctamente las imágenes y proporcionar información diagnóstica precisa. (6)

- **Hiperecogénico:** Alta reflexión del haz de ultrasonido, escasa o nula transmisión. Típico de estructuras como el gas, el calcio y el metal.
- **Hipoecogénico:** Reflexión media del haz de ultrasonido y transmisión media. Se observa en tejidos blandos.
- **Anecogénico:** Ausencia de reflexión del haz de ultrasonido y transmisión completa. Característico de los líquidos. (7)

7.6.2 Tipos de Imágenes Ecográficas

- **Imagen Anecoica**



Características: Imagen sin eco.

Descripción: Ocurre cuando el haz ultrasónico atraviesa un medio sin interfases reflectantes, resultando en áreas negras en la escala de grises.

Ejemplo: Quistes llenos de líquido.

- **Imagen Hipoecoica o Hipoecogénica**

Características: Menor ecogenicidad que el tejido circundante.

Descripción: La interfase refleja ecos de menor cuantía, resultando en una imagen más oscura en la escala de grises. (7)

Ejemplo: Tumores muy celulares sin vasos ni estructuras glandulares.

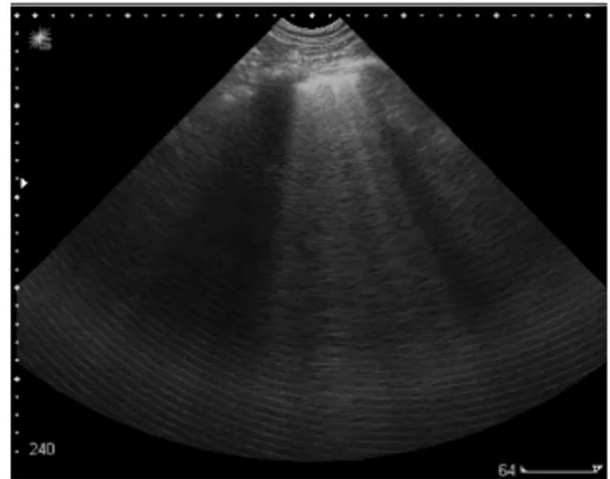
- **Imagen Hiperecoica o Hiperecogénica**

Características: Mayor ecogenicidad que el tejido circundante.

Descripción: Mayor número de interfases reflejantes concentradas en una zona, resultando en una imagen más clara en la escala de grises.

Ejemplo: Calcificaciones y hueso.

- **Artefactos Ecográficos**



Los artefactos ecográficos son imágenes no reales que aparecen en la ecografía y no corresponden a estructuras anatómicas verdaderas. Conocer estos artefactos es esencial para evitar errores de interpretación. (7)

- **Sombra Acústica Posterior**

Descripción: Ocurre cuando un haz ultrasónico se refleja casi en su totalidad al llegar a una interfase, impidiendo la visualización de estructuras más profundas.

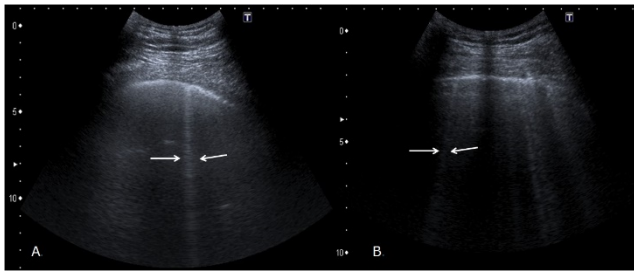
Ejemplo: Se observa detrás de estructuras como hueso, calcio y metal. (7)

- **Refuerzo Ecogénico Posterior**

Descripción: Se produce cuando una onda ultrasónica atraviesa un medio con baja impedancia, resultando en una zona hiperecogénica detrás de una zona anecoica.

Ejemplo: Se observa detrás de líquidos.

- **Cola de Cometa**



Descripción: Zona hiperecogénica en la dirección del haz de ultrasonido, formando una figura similar a un rayo láser o cometa.

Ejemplo: Observada detrás de interfases muy hiperecogénicas como la pleura o el peritoneo.

- **Reverberaciones**

Descripción: Imágenes hiperecogénicas lineales paralelas que se producen por reflejos múltiples entre una interfase muy reflectante y el transductor.

Ejemplo: Común en interfases que separan sólido y gas, como los pulmones y el tubo digestivo. (7)

- **Imagen en Espejo**

Descripción: Creación de una imagen especular de una estructura real debido a la reflexión del ultrasonido en una interfase curvilínea y muy ecogénica.

Ejemplo: Falsa imagen del diafragma.

7.7 Aplicaciones de los Modos de Imagen

- **Modo M (Movimiento)**

Aplicaciones: Ecocardiografía.

Descripción: Representa los ecos como puntos de brillo de distinta intensidad en función del tiempo y la distancia interfase-sonda. (8)

- **Modo B (Bidimensional)**

Aplicaciones: Uso general en ecografía.

Descripción: Genera imágenes bidimensionales en escala de grises, representando la amplitud del eco recibido. (8)

- **Modo A (Amplitud)**

Aplicaciones: Históricamente el primer modo utilizado.

Descripción: Representa ecos como picos sobre una línea basal, según su amplitud y distancia al receptor. (8)

8.8.- Bibliografía

1. Díaz Murillo, G. E. (s.f.)(2022) Ecografía: El nuevo estetoscopio. Qué es Ecografía - Historia de la Ecografía - Bases Físicas - Imágenes. <https://drgdiaz.com/eco/ecografia/ecografia.shtml>
2. Águila Carbelo, M., Esquivel Sosa, L., & Rodríguez González, C. (2019). Historia y desarrollo del ultrasonido en la Imagenología. Acta Médica del Centro, 13(4), 601
3. Prada Reyes, R. (1995). Historia del diagnóstico por ultrasonido. Aplicaciones en el Hospital San Juan de Dios. Historia

de la Medicina. Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, 43(4), 204-206

4. Henríquez-Camacho, C., Miralles-Aguilar, F., & Bernabeu-Wittel, M. (2021). Aplicaciones emergentes de la ecografía clínica. Revista Clínica Española, 221(1), 45-54.
5. Blanco, P. (2020). Ecografía clínica: simple sí, fácil no. Rev Hosp Emilio Ferreyra, 1(1), 1-4.
6. Walker, F. O. (2012). Principios básicos de ecografía. En Título del libro (pp. 1-23). Elsevier. Universidad de Tumbes.
7. Díaz-Rodríguez, N., Garrido-Chamorro, R. P., & Castellano-Alarcón, J. (2007). Metodología y técnicas. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. Grupo de Ecografía de Semergen, 33(7), 362-369.
8. de Casasola, G. G., López, I. C., & Torres-Macho, J. (2020). Ecografía clínica en el proceso de toma de decisiones en medicina. Revista Clínica Española, 220(1), 49-56.

EPILOGO

A través de las páginas de este libro, hemos visto la evolución de la ciencia médica, impulsada por la curiosidad y el compromiso de innumerables profesionales dedicados.

Como nos despedimos de este último volumen, recordemos que el fin de este libro no es el fin del aprendizaje. La medicina es un campo en constante evolución, y cada uno de nosotros tiene la responsabilidad de continuar creciendo, investigando y compartiendo

A todos los que han compartido este viaje, ya sean estudiantes, profesionales o lectores apasionados por la medicina, les extendemos nuestro más sincero agradecimiento.

Los Autores

