



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTOS SECUNDARIOS EN CABEZA Y CUELLO EN  
PACIENTES SOMETIDOS A RADIOTERAPIA.

*TESINA*

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

ABRIL SANTANA GUZMÁN

TUTOR: C.D. VICTOR FUENTES CASANOVA

ASESOR: Mtro. EMILIANO JURADO CASTAÑEDA

 V.o.B.

 V.o.B.

Cd. Mx.

2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

A Dios, por un día más de vida, por todas las bendiciones, por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme la fuerza para seguir adelante en toda ocasión y por dejarme compartir este logro con toda mi familia.

A mi papá, mi héroe, el hombre más fuerte del mundo, por siempre superarse, por haber luchado por su vida para poder verme llegar hasta aquí y seguir a mi lado para compartir este y más momentos que nos faltan por vivir, gracias por cuidar tanto de mí, por preocuparte para que nunca nos falte nada, por todo lo que me has enseñado, por siempre tratarnos con tanto amor y por ser un gran ejemplo junto con mi mamá.

A mi mamá, la mujer más increíble que existe, por hacerme una mejor persona, por escucharme siempre y nunca dejarme sola, por el amor que me das, por tener un corazón lleno de bondad, por siempre dar lo mejor de ti, por la sonrisa que siempre tienes, por mantener siempre unida a nuestra familia, gracias a ti y a mi papá por apoyarme y hacer todo lo posible para que yo llegara hasta aquí, esto es por y para ustedes.

A mi hermanita Vane, la alegría de la casa, la niña más tierna y sincera, por contagiarme con su alegría, por ser el regalo más bonito y travieso que la vida pudo darme, me hace muy feliz verte crecer, pero siempre serás mi niña pequeña.

A mi tía Araceli Rodríguez, una excelente cirujana dentista, por haberme impartido sus conocimientos y brindarme todo su apoyo a lo largo de la carrera.

A mi mejor amiga Monse, por haberme acompañado en cada etapa importante de mi vida durante casi 20 años, gracias por tu amistad incondicional y por ser la mejor compañera de locuras.

Al resto de mi familia y amigos por haberme apoyado en cada momento, por ofrecerse a ser mis pacientes a pesar de lo lejos que pudieran estar, por alegrarse por mis logros y por todo su cariño y buenos deseos.

A la UNAM, mi segunda casa, por haberme brindado todas las herramientas para mi formación a lo largo de muchos años, por sus grandes enseñanzas y por ser la mejor institución.

## Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción.....                                   | 6  |
| 2. Rayos X.....  | 7  |
| 2.1 Antecedentes.....                                  | 7  |
| 3. Radiación ionizante y no ionizante.....             | 8  |
| 3.1 Definición.....                                    | 8  |
| 3.2 Descubrimientos y aportaciones a la radiación..... | 9  |
| 3.3 Aplicación de la radiación en la medicina.....     | 12 |
| 4. Generalidades de anatomía de cabeza y cuello.....   | 14 |
| 4.1 Estructuras óseas.....                             | 15 |
| 4.2 Músculos.....                                      | 18 |
| 4.3 Nervios.....                                       | 20 |
| 4.4 Arterias.....                                      | 22 |
| 4.5 Venas.....   | 23 |
| 4.6 Drenaje linfático.....                             | 24 |
| 5. Cáncer.....   | 25 |
| 5.1 Historia del cáncer.....                           | 25 |
| 5.2 Generalidades.....                                 | 27 |
| 6. Cáncer de cabeza y cuello.....                      | 30 |
| 6.1 Generalidades.....                                 | 30 |
| 6.2 Factores de riesgo.....                            | 32 |
| 6.3 Epidemiología.....                                 | 35 |
| 7. Tratamientos oncológicos.....                       | 35 |
| 7.1 Cirugía generalidades.....                         | 36 |
| 7.2 Quimioterapia generalidades.....                   | 36 |
| 7.3 Radioterapia.....                                  | 38 |
| 7.3.1 Antecedentes.....                                | 38 |
| 7.3.2 Generalidades.....                               | 40 |
| 7.3.3 Tipos de radioterapia.....                       | 41 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 7.3.3.1   | Radioterapia externa.....  | 41 |
| 7.3.3.1.1 | Fraccionamiento de la dosis.....   | 43 |
| 7.3.3.2   | Radioterapia interna o braquiterapia.....                                | 44 |
| 8.        | Efectos secundarios en cabeza y cuello derivados de la radioterapia..... | 44 |
| 8.1       | Efectos secundarios tempranos .....                                      | 45 |
| 8.1.1     | Sialoadenitis.....   | 45 |
| 8.1.2     | Mucositis.....   | 46 |
| 8.1.3     | Xerostomía.....  | 49 |
| 8.1.4     | Disgeusia.....   | 50 |
| 8.1.5     | Infecciones secundarias.....   | 51 |
| 8.2       | Efectos secundarios tardíos.....   | 54 |
| 8.2.1     | Necrosis de los tejidos blandos.....                                     | 54 |
| 8.2.2     | Caries.....  | 55 |
| 8.2.3     | Trismus.....   | 56 |
| 8.2.4     | Osteoradionecrosis .....   | 57 |
| 8.2.5     | Condroradionecrosis.....   | 58 |
| 8.2.6     | Radionecrosis cerebral.....  | 60 |
| 8.2.7     | Leucoencefalopatía.....  | 60 |
| 8.2.8     | Tumores radioinducidos.....  | 61 |
| 9.        | Conclusiones.....  | 62 |
| 10.       | Bibliografía.....  | 63 |

## **1. Introducción**

Los rayos X han sido utilizados en la medicina como método auxiliar de diagnóstico de múltiples enfermedades, además, la radiación también ha sido aplicada como tratamiento para algunas enfermedades como el cáncer; el cual es uno de los mayores problemas de salud pública y una de las principales causas de muerte a nivel mundial.

Diversos tratamientos como la cirugía, quimioterapia y radioterapia han sido aplicados para la eliminación del cáncer. El uso de cada uno de estos va a depender de distintos factores como la localización, tipo y tamaño del tumor, metástasis y estado de salud del paciente.

El cáncer de cabeza y cuello se encuentra entre los más frecuentes, y la radioterapia, es uno de los principales tratamientos para este. Existen dos tipos, la radioterapia externa y la radioterapia interna o braquiterapia y su objetivo principal es destruir las células cancerosas e impedir su división y crecimiento mediante la aplicación de altas dosis de radiación ionizante.

A pesar de que la radioterapia es un tratamiento muy efectivo para el cáncer de cabeza y cuello, también es uno de los que presenta mayor índice de efectos secundarios, los cuales, comprometen la calidad de vida del paciente, aun cuando el principal problema, el cáncer, haya sido eliminado; ya que la exposición a la radiación puede afectar también a las células sanas adyacentes al tumor. Estos efectos pueden presentarse meses o años después del tratamiento y es por ello que se clasifican como efectos tempranos y tardíos.

## 2. Rayos X

### 2.1 Antecedentes

Los rayos X se definen como una forma de radiación electromagnética de alta energía que forma parte del espectro electromagnético, que incluye también ondas de radio de baja energía, televisión y luz visible. <sup>1</sup>

El descubrimiento de los rayos X surge gracias al físico Alemán Wilhelm Conrad Roentgen el 8 de noviembre de 1895, el cual, estando en su laboratorio, descubre que una pieza de cartón cubierta con cristal de platinocianuro de bario se volvía fluorescente cuando un haz de rayos catódicos pasaba a través de un tubo de Hittorf, debido a su naturaleza desconocida decide llamarlos rayos X. <sup>2,3</sup> Este hecho se considera uno de los más importantes en la historia de la física y la medicina porque es un concepto universal.

Roentgen pudo demostrar que esta fluorescencia ocurría a pesar de colocar diferentes objetos como madera, aluminio y papel entre el tubo y la superficie fluorescente, aunque si colocaba plomo, este no permitía el paso de los rayos. <sup>3,4</sup>

De esta manera aplicó los efectos de los rayos X a una placa fotográfica y así fue como se produjo la primera radiografía. (Fig. 1) <sup>2</sup>



Figura 1. Wilhelm Conrad Roentgen. <sup>5</sup>

Roentgen reconoció de inmediato que se había encontrado con algo totalmente nuevo, así que los días posteriores al descubrimiento se dedicó a investigar cuidadosamente las propiedades de estos rayos. El 28 de diciembre de 1895, presenta el artículo “Una Nueva Clase de Rayos X”, haciendo que esta noticia se propagara por todo el mundo. Debido a este descubrimiento Roentgen fue galardonado y en 1901 recibe el primer Premio Nobel de Física.<sup>2,5</sup>

### **3. Radiación ionizante y no ionizante definición.**

#### **3.1 Definición**

El ser humano ha estado expuesto siempre a pequeñas fuentes de radiación, ya que esta la podemos encontrar en el sol, la vegetación, los alimentos, el agua, etc. Así también, el ser humano ha estado expuesto a las fuentes de radiación artificial como los rayos X. <sup>6,7</sup>

Los dos tipos de radiación que se describen son:

**Radiación ionizante:** es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante.<sup>7</sup>

**Radiación no ionizante:** incluye todas las formas de radiación cuya manera primaria de interactuar con la materia no envuelve la producción de pares iónicos, estos constan de un electrón.<sup>8</sup>

### 3.2 Descubrimientos y aportaciones a la radiación

Los investigadores Henri Becquerel, Pierre y Marie Curie contribuyeron para profundizar el conocimiento y ampliar las aplicaciones de la radiación. El físico Antoine Henri Becquerel, después del descubrimiento de Roentgen, se puso a investigar la posible conexión entre la radiación invisible y la luz visible, pues pensaba que tal vez todos los materiales luminiscentes también podían producir rayos X.<sup>9,10</sup>

Becquerel trabajaba con sales de uranio durante febrero de 1896 y debido al clima invernal de París no pudo exponer las sales a la luz solar. Becquerel guardó la placa fotográfica cubierta de tela negra en el fondo de un cajón con las sales encima. En marzo reveló la placa y pudo observar la silueta de las sales, a pesar de no haber sido excitadas por la luz solar.<sup>10,11</sup>

La larga persistencia de la emisión radiactiva observada en las placas expuestas a sales durante varias semanas era un misterio sin explicación. Becquerel se dio cuenta de que las radiaciones emitidas eran semejantes a los rayos X, pero no tenían nada que ver con la fluorescencia, puesto que la emisión no dependía de la exposición de la sal a la luz y sólo era producida

por las sales de uranio, mientras que otras sustancias fluorescentes no la emitían. La emisión de estas radiaciones es el fenómeno de la Fosforescencia. (Fig. 2) <sup>10,11,12</sup>



Figura 2. Antoine Henri Becquerel <sup>12</sup>

Por otra parte, Marie Sklodowska Curie fue una científica interesada en los trabajos de Roentgen y Becquerel. En su tesis para la maestría en física, midiendo la intensidad de la radiación emitida por todos los elementos conocidos, encontró que únicamente el torio y el uranio emitían radiaciones, y bautizó el fenómeno con el nombre de Radiactividad, lo cual reporta a la Academia de Ciencias de París el 12 de abril de 1898. En esa presentación sugiere que la radiactividad es una propiedad netamente atómica, pues es independiente del estado físico o químico del material radiactivo. <sup>10,11,12</sup>

Junto con su esposo Pierre Curie, desarrollan métodos para investigar nuevos elementos, y en julio de 1898 reportan el descubrimiento de un nuevo elemento que llaman polonio. Para diciembre del mismo año precipitan el polonio y obtienen un nuevo elemento muy radiactivo, al cual denominan radio.

En 1902 Marie Curie logra obtener finalmente la décima de gramo de radio puro, comprobando así la existencia de este nuevo elemento. (Fig. 3) <sup>10,13</sup>



Figura 3. Marie Curie. <sup>12</sup>

Durante sus investigaciones tanto Becquerel como Marie Curie notaron ciertos efectos en su piel, causados por el manejo de materiales radiactivos. Marie decidió probarlos en su propio cuerpo y expuso intencionalmente su brazo al radio, posteriormente informó a la Academia de Ciencias lo que había observado. Los efectos biológicos fueron para bien y para mal. La radiación también podía quizá curar enfermedades. <sup>10, 13</sup>

Es Pierre Curie quien inicia los estudios de radiobiología en animales y facilita a los médicos tubos de vidrio que contienen el gas radiactivo radón, para que realicen sus primeros experimentos clínicos en el tratamiento de tumores por medio de la radiación. La radiación demostró poder matar células tumorales y podía utilizarse para el tratamiento con rayos. <sup>10,13</sup>

En junio del año 1903 Henri Becquerel, Pierre y Marie Curie fueron galardonados con el premio Nobel de Física gracias a sus grandes aportaciones.<sup>10</sup>

### **3.3 Aplicación de la radiación en la medicina**

Una de las áreas que más se ha beneficiado con el descubrimiento de la radiación es la medicina. La aplicación de técnicas como las radiografías, la medicina nuclear y la radioterapia se centran en el uso de radiaciones ionizantes.<sup>14,15</sup>

***Radiografía:*** es la técnica inicial de imagen por excelencia, llegando a utilizarse como el primer auxiliar de diagnóstico que se realiza después de la historia clínica, para el análisis de diferentes patologías mediante la obtención de imágenes del organismo.<sup>15</sup>

La toma de imágenes con rayos X supone la exposición de una parte del cuerpo a una pequeña dosis de radiación ionizante para producir imágenes del interior del cuerpo. Los rayos X son absorbidos por diferentes partes del cuerpo. Los huesos absorben gran parte de la radiación mientras que los tejidos blandos, como los músculos, la grasa y los órganos, permiten que los rayos X pasen a través de ellos. (Fig. 4)<sup>16</sup>

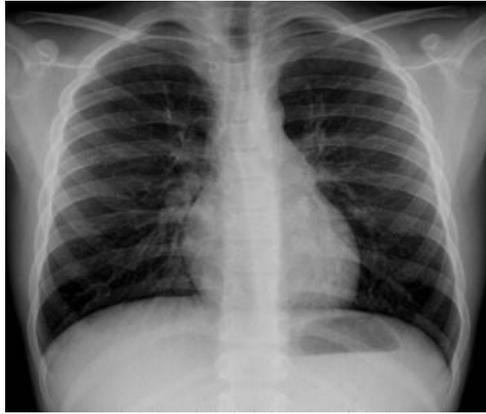


Figura 4. Radiografía de tórax <sup>17</sup>

**Medicina nuclear:** es una especialidad médica que utiliza radiofármacos para evaluar funciones corporales, diagnosticar y tratar enfermedades. Esto incluye varios tipos de cánceres, enfermedades cardíacas, gastrointestinales, endócrinas, desórdenes neurológicos y otras anomalías, además ofrece la posibilidad de identificar enfermedades en sus etapas tempranas. <sup>18,19</sup>

Según sea el caso, el radiofármaco es inyectado, ingerido o inhalado en forma de gas. No se dirige estrictamente a un “órgano blanco” pero puede marcar un órgano, un tejido, un evento metabólico o varios de los anteriores. Aparatos especiales detectan las emisiones radioactivas del radiofármaco para crear imágenes, la Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (SPECT) y la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) son las técnicas más empleadas. <sup>18, 20</sup>

El **SPECT** es una técnica de imagen que provee imágenes tridimensionales de la distribución de las moléculas radiotrazadoras que han sido introducidas en el cuerpo del paciente. <sup>18</sup>

El **PET** es una técnica de imagen molecular no invasiva para la obtención de imágenes de procesos biológicos y bioquímicos. Permite, asimismo, la realización de estudios en modo dinámico y realizar medidas de actividad metabólica celular a lo largo del tiempo. Las aplicaciones clínicas de la PET

son principalmente para el diagnóstico y valoración de enfermedades de alta prevalencia y muchas veces de gran agresividad. (Fig. 5) <sup>21, 22</sup>



Figura 5. Equipo PET/TC. <sup>22</sup>

***Radioterapia:*** es un tratamiento oncológico que consiste en la emisión de radiaciones de alta energía desde máquinas llamadas aceleradores lineales que van dirigidas a una zona del cuerpo o mediante fuentes radioactivas que se colocan en el interior del paciente. Su finalidad puede ser curativa o paliativa, se puede administrar como tratamiento exclusivo o asociada a otros tratamientos como cirugía o quimioterapia. <sup>23</sup>

#### **4. Generalidades de anatomía de cabeza y cuello**

La cabeza y el cuello son regiones del cuerpo anatómicamente complejas. La cabeza se compone de una serie de compartimentos formados por huesos y partes blandas. El cuello se extiende desde la cabeza en su región superior hasta el tórax y los hombros en su región inferior. Su límite posterior lo constituye el borde inferior de la mandíbula y los elementos óseos de la región

posterior del cráneo. El cuello contiene dos estructuras especializadas asociadas en el aparato digestivo y el respiratorio: la faringe y la laringe. <sup>24</sup>

#### 4.1 Estructuras óseas

La región de la cabeza está conformada por el cráneo y la cara, con un total de 22 huesos, de los cuales 8 huesos pertenecen al cráneo y 14 huesos al resto de la cara. Con esto se constituye la principal función del cráneo, que es alojar y proteger los órganos que forman parte del sistema nervioso, el sistema visual, olfatorio y auditivo. Los huesos del cráneo se encuentran unidos entre sí mediante suturas óseas. <sup>25</sup>

##### Huesos del cráneo

- **Frontal:** es un hueso único, mediano y simétrico ubicado en la zona superior del cráneo, por delante de los parietales, etmoides y esfenoides. Se conoce como el hueso de la frente y participa en la formación de las cavidades nasales y orbitarias. <sup>25, 26</sup>
- **Parietales:** son dos, derecho e izquierdo. Se conforma como un hueso plano con forma cuadrangular y está situado en las zonas laterales del cráneo, por detrás del frontal, por encima del temporal y por delante del occipital. <sup>25, 26</sup>
- **Temporales:** son dos huesos pares (derecho e izquierdo) situados en la parte lateral, media e inferior del cráneo y contiene los órganos relacionados con la audición y el equilibrio. Se articula anteriormente con el esfenoides, posteriormente con el occipital. <sup>24, 25</sup>
- **Hueso occipital:** está ubicado en la parte posterior del cráneo y se conecta con la primera vértebra cervical, es un hueso único, mediano y simétrico, que corresponde a la parte postero inferior del cráneo. Posee cuatro partes organizadas alrededor del agujero magno. Se articula con los huesos parietales y temporales. <sup>24, 25, 26</sup>

- **Hueso esfenoides:** es un hueso impar, mediano y simétrico, situado como una cuña en la base del cráneo, entre los huesos que lo rodean. Presenta un cuerpo central impar y medio del que se separan las alas menores, las alas mayores y la apófisis pterigoides. <sup>26</sup>
- **Hueso etmoides:** es un hueso único, mediano, simétrico, está situado por delante del esfenoides y por detrás de la escotadura etmoidal del hueso frontal. Contribuye a la formación de las cavidades orbitarias y nasales. <sup>26</sup>

### Huesos de la cara

- **Hueso maxilar:** es un hueso par que participa en la constitución de la órbita, la bóveda palatina, las cavidades nasales y la fosa infratemporal. Una apófisis palatina une al maxilar de un lado con el opuesto, formando el paladar óseo. En su borde inferior presenta los alveolos en los que se alojan los dientes. Cada hueso maxilar posee una apófisis cigomática, que se articula lateralmente con el hueso cigomático y una apófisis frontal que se articula medialmente con el hueso frontal. <sup>24, 26</sup>
- **Hueso cigomático:** se sitúa entre el maxilar y el frontal, el ala mayor del esfenoides y la apófisis cigomática del hueso temporal. Forma la porción inferior del reborde orbitario lateral, así como la porción lateral del reborde orbitario inferior. <sup>24, 26</sup>
- **Huesos nasales:** se articulan entre sí en la línea media y con el hueso frontal superiormente, lateralmente se articulan con la apófisis frontal de cada maxilar. Están constituidos por tejido compacto atravesados por un canal vascular (foramen nasal). <sup>24, 26</sup>
- **Vómer:** es una lámina ósea vertical y media, extendida desde la cara inferior del cuerpo del esfenoides hasta la sutura palatina media. Forma la parte posterior del tabique de las cavidades nasales. <sup>26</sup>

- **Hueso lagrimal:** es un hueso par, situado en la cara medial de cada cavidad orbitaria, entre del frontal, el etmoides y el maxilar, es una lámina ósea, delgada e irregular. <sup>26</sup>
- **Hueso palatino:** es un hueso par y profundo, contribuye a formar la bóveda palatina, la cavidad nasal. La orbita y la fosa pterigopalatina. Presenta tres apófisis, la piramidal, la orbitaria y la esfenoidal. <sup>24, 26</sup>
- **Cornete nasal inferior:** es una lámina ósea alargada horizontalmente, arrollada alrededor de su eje longitudinal, se adhiere a la pared lateral de la cavidad nasal por su borde superior. <sup>26</sup>
- **Mandíbula:** es la estructura más inferior, es un hueso impar, mediano y móvil, formado por el cuerpo de la mandíbula anteriormente y la rama de la mandíbula por detrás, ambas partes se reúnen posteriormente en el ángulo de la mandíbula. Formada por hueso compacto, el borde superior del cuerpo está tapizado por una lámina bastante densa de hueso esponjoso que rodea los alvéolos dentarios. (Fig. 6) <sup>24, 26</sup>

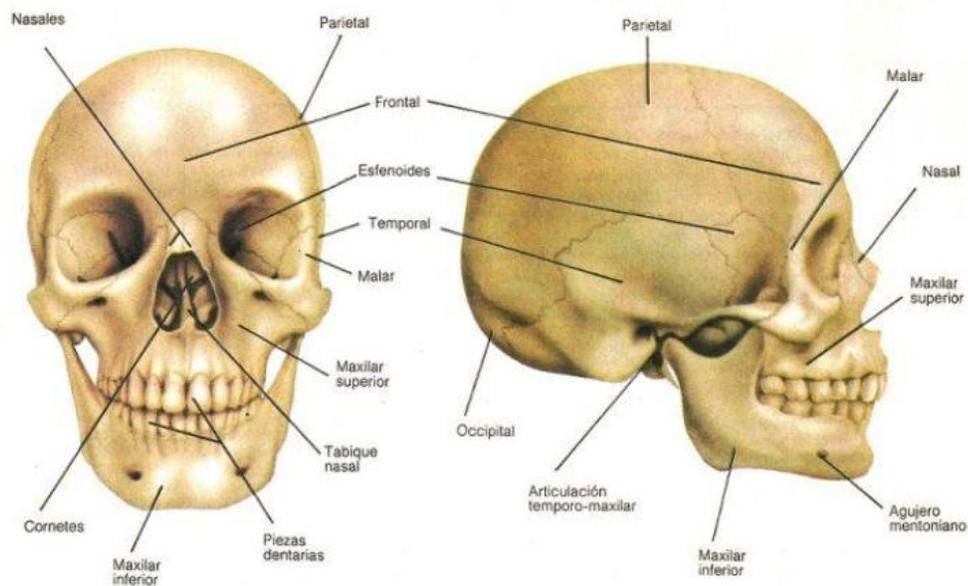


Figura 6. Huesos del cráneo y la cara. <sup>25</sup>

### Otras estructuras:

- **Hioides:** es un pequeño hueso en forma de U, impar, mediano y simétrico que se dispone en un plano horizontal justo por encima de la laringe. El hueso hioides no se articula directamente con ningún otro elemento, pero es un anclaje óseo potente y muy móvil para diversos músculos y tejidos blandos de la cabeza y el cuello, superiormente se encuentra sujeto al suelo de la cavidad oral, inferiormente está a la laringe y posteriormente a la faringe. Está compuesto de tejido óseo compacto. <sup>24, 26</sup>
- **Vértebras:** las siete vértebras cervicales componen el armazón óseo del cuello. Se caracterizan por poseer cuerpos pequeños, apófisis espinosas bífidas y apófisis transversas que contienen un agujero. En conjunto los agujeros transversos forman un conducto longitudinal a cada lado de la columna cervical que es ocupado por vasos sanguíneos, las dos primeras vertebrae (C1 Y C2) presentan modificaciones para permitir los movimientos de la cabeza. <sup>24</sup>

## 4.2 Músculos

La superficie del cráneo está cubierta por músculos que producen los movimientos de la mandíbula y todas las expresiones características del rostro. Los músculos faciales están inervados por ramas del nervio facial, se sitúan en la fascia superficial y puede originarse tanto en los huesos faciales como en las fascias y se insertan en la piel. <sup>24</sup>

Los grupos musculares en la cabeza incluyen: (Tabla 1) (Fig. 7)

| Músculos                        | Función  |
|---------------------------------|--|
| Músculos extraoculares          | Permiten el movimiento del globo ocular y de la apertura del párpado superior. |
| Músculos del oído medio         | Regulan el movimiento de los huesecillos del oído medio.                       |
| Músculos de la expresión facial | Encargados de mover la cara.   |
| Músculos de la masticación      | Mueven la mandíbula; la articulación temporomandibular.                        |
| Músculos del paladar blando     | Elevan y deprimen el paladar.  |
| Músculos de la lengua           | Mueven y cambian la forma de la lengua.  |

Tabla 1. <sup>24</sup>

Los principales grupos musculares en el cuello incluyen: (Tabla 2)

| Músculos  | Función   |
|---|---|
| Músculos de la faringe                                    | Constrictores y elevadores de la faringe.                                       |
| Músculos de la laringe                                    | Regulan las dimensiones de la vía aérea.  |
| Músculos pretiroideos                                     | Encargados de anclar la posición de la laringe y el hueso hioides en el cuello. |
| Músculos de la lámina superficial de la fascia cervical   | Mueven la cabeza y el miembro superior.   |
| Músculos posturales del compartimento muscular del cuello | Controlan la posición del cuello y de la cabeza.                                |

Tabla 2. <sup>24</sup>

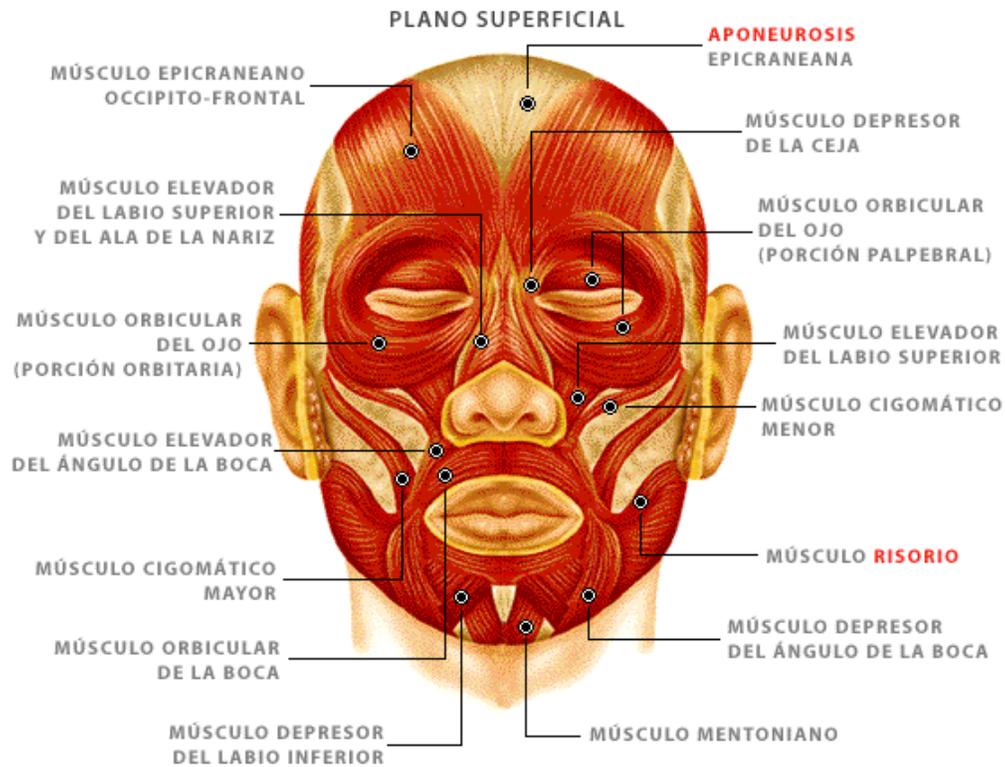


Figura 7. Músculos de la expresión facial. <sup>26</sup>

### 4.3 Nervios craneales

Hay doce nervios craneales y la característica que los define es que abandonan la cavidad craneal a través de agujeros o fisuras. Todos irrigan estructuras de la cabeza y el cuello, estos nervios son sensoriales, sensitivos, motores o mixtos. Los componentes sensoriales especiales se asocian con la audición, la visión, el olfato, el equilibrio y el gusto. <sup>24</sup>

Cada uno de ellos está constituido por dos partes: <sup>26</sup>

- Uno o varios centros encefálicos, los núcleos de los nervios craneales que conforman su origen real con sus conexiones.
- Un trayecto periférico con ramos colaterales, terminales y comunicantes.

Los nervios craneales son: (Tabla 3) (Fig. 8)

|             | <b>Función</b>   |
|-------------|------------------|
| <b>I</b>    | Olfatorio        |
| <b>II</b>   | Óptico           |
| <b>III</b>  | Oculomotor       |
| <b>IV</b>   | Troclear         |
| <b>V</b>    | Trigémino        |
| <b>VI</b>   | Abducens         |
| <b>VII</b>  | Facial           |
| <b>VIII</b> | Vestibulococlear |
| <b>IX</b>   | Glosofaríngeo    |
| <b>X</b>    | Vago             |
| <b>XI</b>   | Accesorio        |
| <b>XII</b>  | Hipogloso        |

Tabla 3. <sup>26</sup>

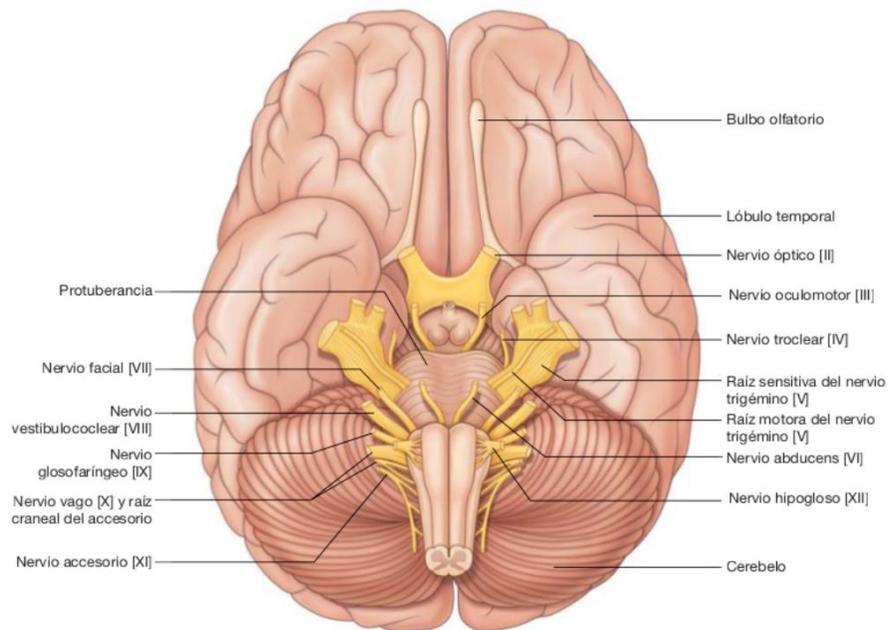
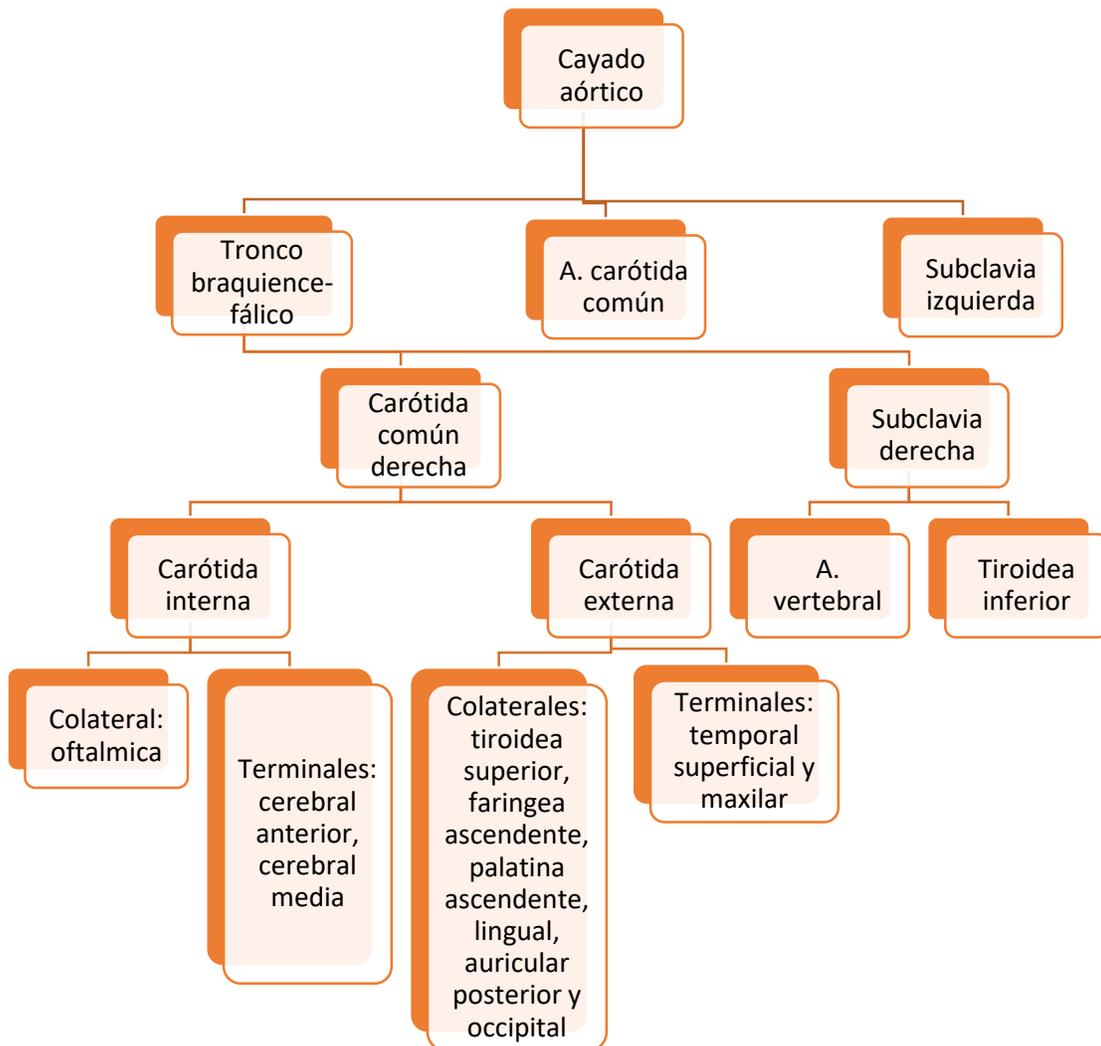


Figura 8. Nervios craneales. <sup>24</sup>

## 4.4 Arterias

La vascularización arterial de la cabeza y el cuello en la parte anterior surge de la arteria aorta. A partir del cayado de la aorta se originan una serie de arterias importantes para la irrigación de la cabeza y el cuello, estas arterias son las siguientes: (Gráfica 1) <sup>27</sup>



Gráfica 1. <sup>24, 27</sup>

## 4.5 Venas

La sangre de la cabeza y el cuello se vierte en los gruesos troncos venosos de la base del cuello por seis venas principales, las cuales son: <sup>28</sup>

- Vena yugular interna
- Vena yugular externa
- Vena yugular anterior
- Vena yugular posterior
- Vena vertebral
- Venas tiroideas inferiores

La mayor parte del retorno venoso es subsidiario de la vena yugular interna, aunque algunas conexiones faciales importantes resultan en que parte de la circulación venosa se realiza a través de una vía intracraneal importante desde el punto de vista clínico en la que participa el seno cavernoso. (Fig. 9) <sup>24</sup>

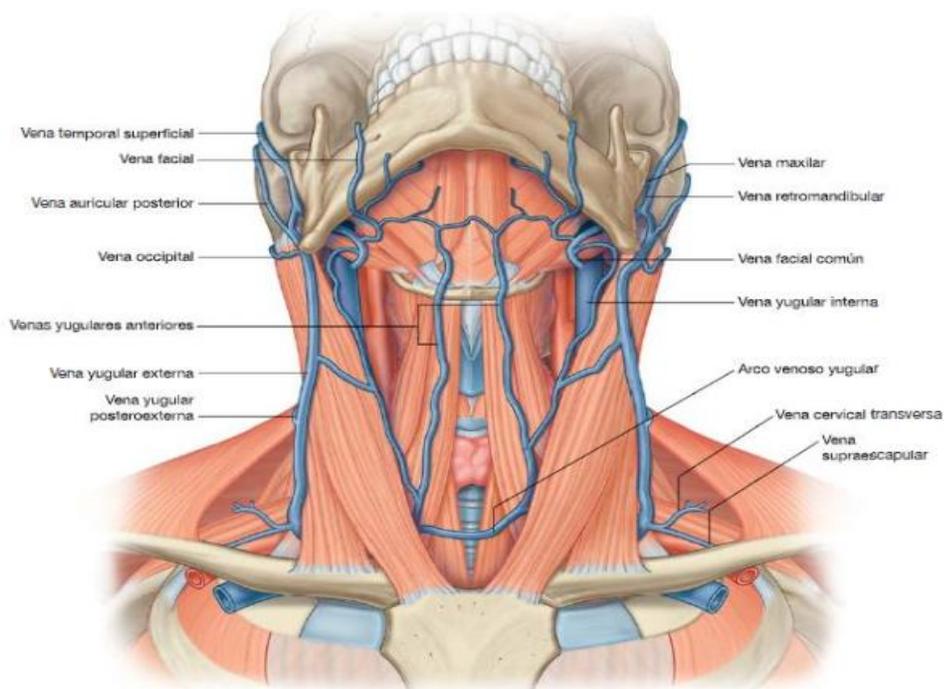


Figura 9. Venas principales. <sup>24</sup>

## 4.6 Drenaje linfático

El drenaje linfático de la cara se dirige principalmente hacia tres grupos de nodulos linfáticos: <sup>24</sup>

- **Nódulos submentonianos:** están inferiores y posteriores al mentón, drenan los linfáticos de la región medial del labio inferior y de la barbilla bilateralmente.
- **Nódulos submandibulares:** se encuentran superficiales a la glándula submandibular e inferiores al cuerpo de la mandíbula, drenan los linfáticos del ángulo interno de la órbita, zona externa de la nariz, zona media de la mejilla, labio superior y zona lateral del labio inferior.
- **Nódulos parotídeos y preauriculares:** se encuentran por delante de la oreja y drenan la mayor parte de los párpados, zona externa de la nariz y región lateral de la mejilla. (Fig. 10)

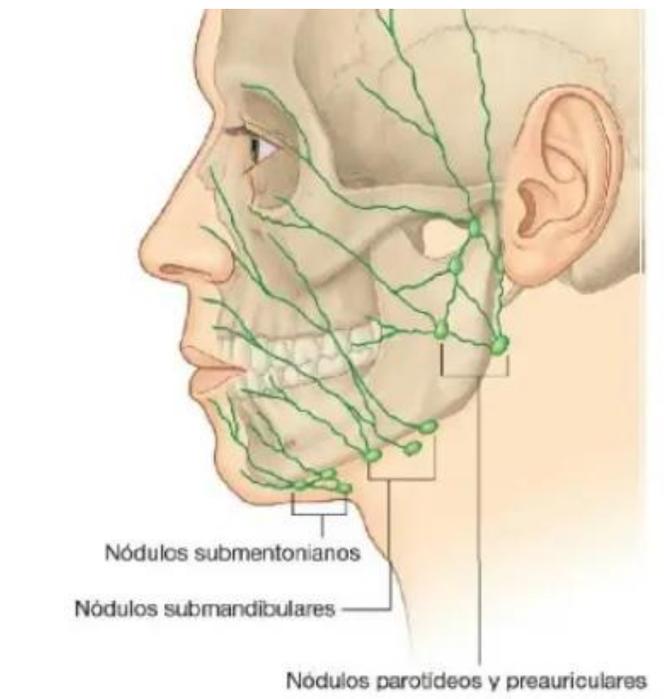


Figura 10. Drenaje linfático. <sup>24</sup>

## 5. Cáncer

### 5.1 Historia del cáncer

El cáncer ha existido desde siempre en el ser humano, como lo atestiguan los hallazgos egipcios en el papiro de Smith y de Ebers, por lo que para entender el tratamiento moderno del cáncer debemos remontarnos a la historia.<sup>29, 30</sup>

Hipócrates acuñó el término de úlcera maligna para describir al cáncer, o “*karkinos*”, que deriva de la palabra cangrejo. Él creía que el cuerpo tenía 4 humores en equilibrio: la sangre, la flema, la bilis amarilla y la bilis negra. Sugirió que el desequilibrio de cualquiera de estos humores en diversos sitios del cuerpo podía ocasionar enfermedad, entre ellas el cáncer. (Fig. 11)<sup>30, 31</sup>

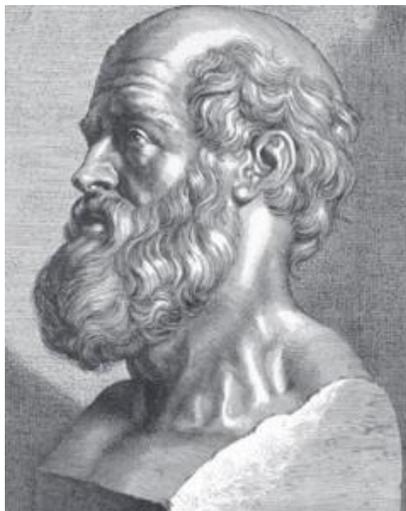


Figura 11. Hipócrates.<sup>31</sup>

Celsus (28-50 a.C), traduce el término de “*Karkinos*” a cáncer y Galeno (130-200 d.C) utilizó el término “*oncos*” para señalar su capacidad de “hincharse”, término del que por cierto se deriva la palabra “Oncología”. Galeno publica un

libro dedicado exclusivamente a los tumores: “*De tumoribus praeter naturam*”, en el cual describe diversas lesiones tumorales. Él consideraba que las tumoraciones cancerosas eran resultado de una alteración del humor bilis negra.<sup>31,32</sup>

Zacutus Lusitani y Nicholas Tulp, doctores en Holanda, concluyeron que el cáncer era contagioso. En 1759 se señaló el uso del tabaco como el responsable del cáncer de la cavidad oral y nasal.<sup>31</sup>

Rudolph Virchow, quien había demostrado que toda célula proviene de otra célula, sugirió que las células cancerosas debían derivar de otras células. Además, en 1860, Karl Thiersch, mostró que los cánceres se extienden por metástasis de las células malignas.<sup>31, 32</sup>

Hasta mediados del siglo XIX el tratamiento de tumores en Europa estaba basado mayormente en la extirpación con técnicas muy rudimentarias, ya que no existía anestesia, ni asepsia alguna. La carencia de conocimientos científicos jugó un importante papel, ya que no existían conceptos claros sobre la enfermedad.<sup>29</sup>

En Escocia John Hunter sugirió que el cáncer podía ser “removido” del organismo, y en Nueva York, el Dr. William Halsted planteaba que el cáncer se podía curar mediante cirugía, también proponía la hipótesis de la diseminación secuencial de algunos cánceres, primero localmente, a continuación, a los ganglios regionales y posteriormente a distancia. (Fig. 12)

<sup>30,33</sup>

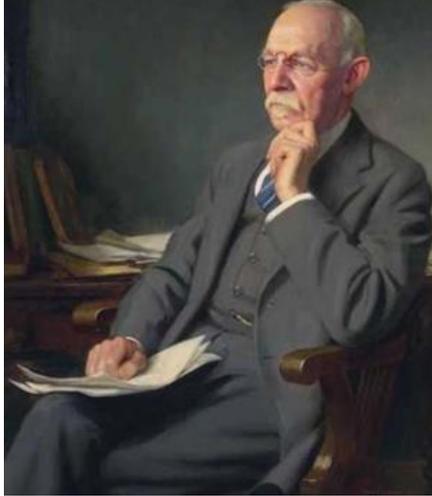


Figura 12. William Halsted. <sup>33</sup>

En el siglo XX se dio comienzo al tratamiento científico amplio del cáncer, ya no únicamente con la cirugía, sino con otras terapias que se descubrieron. Estos avances permiten tener terapias cada vez más eficaces. <sup>29</sup>

## 5.2 Generalidades

El cáncer es una enfermedad que se puede originar de cualquier parte del organismo, caracterizada por un crecimiento descontrolado y diseminación de células anormales, debido a que existen alteraciones importantes en los mecanismos de regulación del crecimiento celular. Los tipos de cáncer más frecuentes son el de pulmón, próstata, hepático, colorrectal, gástrico y mamario. El cáncer es la segunda causa de muerte en México. <sup>34</sup>

La transformación de una célula normal en una célula tumoral es un proceso multifactorial. Estas alteraciones son el resultado de la interacción entre los factores genéticos del individuo y los siguientes factores carcinógenos: <sup>34</sup>

- **Carcinógenos físicos:** radiaciones ultravioletas e ionizantes.
- **Carcinógenos químicos:** amianto, los componentes del humo de tabaco, mercurio, níquel plomo y arsénico.
- **Carcinógenos biológicos:** infecciones por virus como el del papiloma humano, bacterias y parásitos.

Para que una célula normal cambie su fenotipo y se convierta en una célula cancerosa se requieren varias mutaciones en genes como los siguientes:

- **Oncogenes:** son genes mutados que promueven la división celular. Proceden de otros genes llamados proto-oncogenes, encargados de la regulación del crecimiento célula. <sup>31</sup>
- **Genes supresores de tumores:** en el organismo controlan la proliferación celular. Cuando estos mutan, la célula se divide sin control. Cuando pierden su función normal, se originan los tumores. <sup>31</sup>
- **Genes de reparación del ADN:** son los responsables de subsanar los errores producidos en la incorporación de los nucleótidos durante la replicación del ADN y reparar las alteraciones inducidas en el ADN por radiaciones y agentes químicos. <sup>25</sup>

Las células normales crecen de manera controlada para formar los tejidos y los órganos. Están distribuidas ordenadamente, existen espacios entre cada una de ellas, tienen límites con los tejidos vecinos y después de un tiempo variable mueren para que células nuevas las sustituyan. Mientras que las células cancerosas crecen tan rápido como pueden, evaden la apoptosis, no respetan los espacios e invaden otros tejidos y órganos, pues al crecer y reproducirse sin control, el espacio con el que cuentan es insuficiente. <sup>34</sup>

El proceso por el cual las células normales se transforman en células malignas se denomina carcinogénesis el cual puede comprender tres etapas. (Fig. 13)

- **Iniciación:** ocurre a nivel del genoma y las alteraciones pueden darse en los tumores benignos y malignos. En ella se implican tres procesos fundamentales para la célula: metabolismo, reparación del ADN y proliferación celular. La alteración de cualquiera de estos procesos puede iniciar el proceso de la carcinogénesis. Los agentes carcinógenos que actúan en la primera etapa pueden ser físicos, químicos o virales. <sup>36, 37</sup>
- **Promoción:** representa la etapa de crecimiento tisular con la formación del tumor. Participan los factores de crecimiento, la angiogénesis y degradación de las matrices extracelulares. <sup>38</sup>
- **Progresión:** implica la capacidad de invadir tejidos vecinos a distancia, por parte de la célula tumoral maligna. Este estado se puede desarrollar a partir de células en estado de promoción o bien directamente a partir de células normales como resultado de la administración de dosis relativamente altas de agentes carcinogénicos. <sup>36, 38</sup>

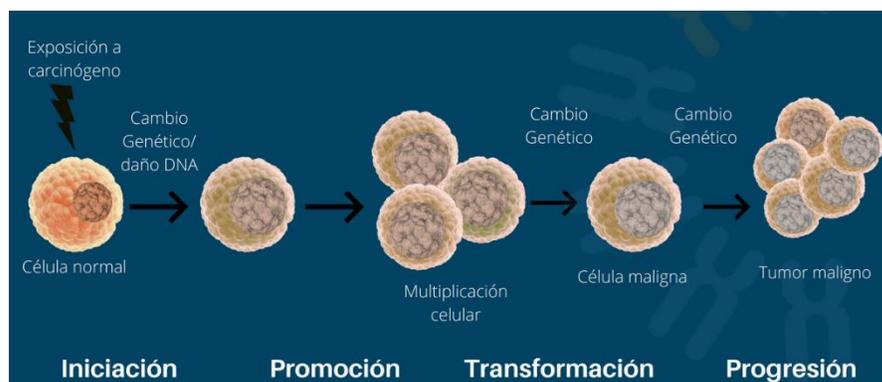


Figura 13. Etapas de la carcinogénesis. <sup>39</sup>

## 6. Cáncer de cabeza y cuello

### 6.1 Generalidades

El cáncer de cabeza y cuello (CCC) corresponde a una neoplasia maligna que afecta principalmente al tracto aéreo digestivo superior y también se subdivide según la región anatómica que está comprometida, clasificándose en cáncer de: (Fig. 14) <sup>39, 40</sup>

- Cavity oral
- Laringe
- Faringe (nasofaringe, orofaringe e hipofaringe)
- Fosas nasales
- Senos paranasales

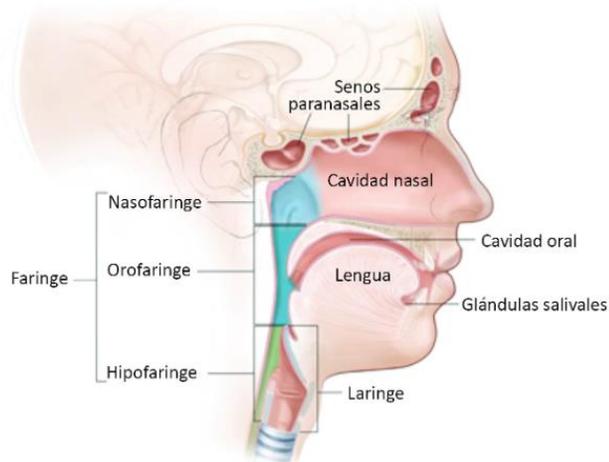


Figura 14. Regiones de afectación del cáncer de cabeza y cuello. <sup>39</sup>

El CCC comienza con distintos síntomas, es la progresión y duración de estos lo que orienta hacia la posible presencia del cáncer de cabeza y cuello. Dependiendo de su localización, suelen aparecer como manchas rojas o

blancas en boca, úlceras, dolor de garganta, alteraciones en la voz del tipo afonía o disfonía, dificultad para comer, obstrucción nasal unilateral, secreción nasal, dolor de oído, sangrado nasal, pérdida de la audición, visión doble, sintomatología neurológica, etc. <sup>39, 42</sup>

La mayoría de estos cánceres se originan del tejido epitelial que conforman las regiones mencionadas al inicio de este capítulo, por lo que son denominados carcinomas de células escamosas. Estos abarcan más del 90% de los casos. El carcinoma de células escamosas puede ser muy agresivo debido a su capacidad de invasión, extensión a tejidos adyacentes, metástasis linfática y a órganos distantes. Sus múltiples localizaciones conllevan a diferentes comportamientos clínicos y resultados. (Fig. 15) <sup>40, 43</sup>



Figura 15. Carcinoma oral de células escamosas. <sup>44</sup>

Un diagnóstico oportuno es de suma importancia, los pacientes que presentan una enfermedad en etapa temprana tienen mejores resultados que aquellos que presentan una enfermedad en etapa avanzada. Para el diagnóstico debe realizarse una exploración física con especial atención en la cavidad oral y orofaringe, además de una observación directa y palpación de las lesiones sospechosas, laringoscopia indirecta, palpación cuidadosa de todas las

cadenas ganglionares y otras exploraciones en función de la sintomatología presente. <sup>40, 41, 42</sup>

El diagnóstico definitivo viene dado por una biopsia del tumor primario o de los ganglios afectados si existieran. Otros análisis complementarios son la PET/TC y/o Resonancia Magnética (RM) cervicofacial. <sup>40, 41</sup>

El pronóstico del paciente depende del estadio tumoral. Cada tipo de cáncer requiere de un protocolo específico que puede abarcar uno o varios tratamientos tales como la cirugía, la radioterapia y quimioterapia. El objetivo principal de estos tratamientos es curar el cáncer o prolongar la vida del paciente. <sup>34, 43</sup>

## 6.2 Factores de riesgo

El cáncer de cabeza y cuello afecta principalmente al sexo masculino mayor de 50 años, está asociado con el estilo de vida y distintos factores, el tabaco, el alcohol, el virus del papiloma humano (VPH) y el Virus de Epstein-Barr (VEB) se han identificado como los principales factores de riesgo. <sup>40, 45</sup>

**Tabaco y Alcohol:** la causa más importante para el desarrollo del cáncer de cabeza y cuello es el hábito del tabaco, el riesgo está relacionado con la edad de inicio del consumo y la frecuencia con que se hace, así, los fumadores intensos tienen un riesgo superior respecto a los fumadores ocasionales. <sup>46</sup>

La actividad carcinogénica reside en las diferentes partículas que contiene el humo del tabaco. Existen más de 30 carcinógenos en él, los más importantes son los hidrocarburos aromáticos policíclicos y las nitrosaminas que tienen efectos genotóxicos. <sup>31, 47</sup>

No solo fumar, sino también el consumo de tabaco de mascar y la exposición al humo de este, también aumenta el riesgo de padecer cáncer oral. Dejar de fumar reduce el riesgo de padecer cáncer, pero si al mismo tiempo se consume

alcohol el riesgo aumenta en gran cantidad. Un fumador que no bebe incrementa su riesgo debido a la cantidad de tabaco que fuma. Un bebedor que no fuma incrementa su riesgo por la cantidad de bebidas alcohólicas que consume; en cambio, beber y fumar tiene un efecto multiplicador.<sup>42, 46, 47</sup>

El consumo de alcohol es otro de los factores de riesgo más importantes asociado al cáncer. El efecto más importante es la irritación local; el consumo de alcohol se asocia a cáncer en sitios donde hay contacto durante la ingestión y deglución (piso de boca, borde de la lengua, región glosomigdalina, hipofaringe y esófago).<sup>39, 48</sup>

El alcohol actúa como un disolvente que favorece la penetración de otros compuestos carcinogénicos en las mucosas, aumentando la captación celular de estos, por ejemplo, el tabaco. Además, el acetaldehído, un metabolito del alcohol, puede interferir con la síntesis y reparación del ADN.<sup>47</sup>

***Virus del Papiloma Humano (VPH):*** la infección por virus del papiloma humano es la enfermedad de transmisión sexual más común. Los casos de cáncer de cabeza y cuello VPH positivos están asociados a edades jóvenes, predomina el sexo masculino y la historia sexual del paciente como el número de parejas sexuales o la práctica de sexo oral.<sup>39,49</sup>

Más de 80 diferentes tipos de VPH han sido identificados. Estos virus tienen especial tropismo por los epitelios de células escamosas. La infección por VPH puede producirse en el epitelio escamoso de la orofaringe, de una manera similar a la que ocurre en la mucosa del cuello uterino.<sup>48, 49</sup>

En los pacientes que no consumen alcohol ni tabaco se ha observado que el VPH es el principal factor etiológico del cáncer de orofaringe. El VPH, principalmente los tipos 16 y 18 cumplen un papel relevante en el desarrollo de este cáncer. Es así como en el año 2010, la Asociación Dental Americana (ADA) reconoce al VPH como factor de riesgo del cáncer orofaríngeo. (Fig. 16)

<sup>39, 49</sup>



Figura 16. Condiloma. <sup>50</sup>

***Virus Epstein Barr (VEB)***: se trata de un virus de la familia de los herpesvirus, en la que también se encuentran el virus del herpes simple, el citomegalovirus y el virus de la varicela zóster, entre otros. El VEB se transmite de persona a persona por contacto con la saliva durante el beso, por la sangre, el contacto sexual, los trasplantes o la vía perinatal. <sup>51, 52</sup>

El cuadro clínico varía según el estado inmunitario del hospedero; la infección primaria en niños inmunocomprometidos suele ser asintomática, y en adolescentes y adultos jóvenes las manifestaciones clínicas corresponden principalmente a la mononucleosis infecciosa. Después de una infección inicial, el EBV entra en un periodo de latencia pudiendo reactivarse posteriormente en cualquier momento. <sup>51, 52</sup>

El EBV infecta principalmente a los linfocitos B y produce diferentes proteínas que interfieren con el control y la regulación del ciclo celular. Las células infectadas empiezan a dividirse de forma descontrolada y de manera autónoma. Este proceso en combinación con otros factores puede favorecer el desarrollo de cáncer. Al mismo tiempo, el virus dispone de diferentes estrategias para evitar el reconocimiento y la destrucción de las células infectadas por parte del sistema inmune. <sup>51</sup>

### **6.3 Epidemiología**

El cáncer en cabeza y cuello, en cuanto a prevalencia mundial, ha mostrado un incremento considerable posicionándose en el sexto lugar según los últimos reportes de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La “International Agency for Research on Cancer” (IARC GLOBOCAN), estima que más de 630,000 personas son diagnosticadas anualmente con CCC.<sup>39,53</sup>

En México las neoplasias malignas de cabeza y cuello representan el 17.6% de la totalidad de las neoplasias malignas según el Registro Histopatológico de Neoplasias en México.<sup>43</sup>

El pronóstico depende del estadio tumoral. Al momento del diagnóstico el 32% se encuentra en estadio localizado, el 47% con compromiso regional y el 15% con compromiso a distancia. En pacientes con un estadio avanzado existe una recurrencia tumoral del 40 -50% ocurriendo dentro de los primeros 2 años.<sup>45</sup>

El periodo de supervivencia global depende de diversos factores, entre ellos la edad y el género que son considerados factores clínicos de importancia para el desarrollo de CCC.<sup>43</sup>

Los tipos de CCC más frecuentes son el cáncer oral (25%), cáncer de laringe (18%), piel (17%) labio, orofaringe y tiroides (10%), los tumores de las glándulas salivales (5%) de estas lesiones.<sup>54</sup>

## **7. Tratamientos oncológicos**

El tipo de terapia más apropiada se determina en función del tipo de tumor, su extensión y de condiciones como el estado del paciente. Las principales modalidades terapéuticas utilizadas solas o en combinación con el tratamiento del cáncer son la cirugía, la quimioterapia y la radioterapia.<sup>55</sup>

## 7.1 Cirugía generalidades

La cirugía oncológica es el principal tratamiento para varios tipos de cánceres. Permite obtener información del pronóstico para definir si se requiere tratamiento complementario. Hoy en día la cirugía permite resecciones menos extensas y más precisas, conservación de órganos, extremidades y funciones, además de un menor deterioro en la calidad de vida del paciente. <sup>56</sup>

El papel terapéutico de la cirugía se puede separar en varias áreas:

- **Cirugía diagnóstica:** consiste en la toma de una biopsia a una lesión sospechosa para remitirla al laboratorio de patología. <sup>57</sup>
- **Cirugía curativa:** su objetivo es lograr la resección completa del tumor primario y los ganglios regionales en riesgo. <sup>56</sup>
- **Cirugía paliativa:** se practica cuando la curación no es un objetivo realista y se enfoca en eliminar la enfermedad local o regional para el alivio de manifestaciones presentes como dolor, sangrado o infección. <sup>56</sup>
- **Cirugía citorreductora (debarking):** es cuando se realiza la remoción incompleta del tumor de forma programada o no. Está indicada para aumentar la eficiencia de otras modalidades terapéuticas como la radioterapia. <sup>57</sup>
- **Cirugía reconstructiva:** constituye un aspecto significativo de la terapéutica del cáncer posterior a resecciones tumorales mayores donde se provoquen mutilaciones físicas con repercusión psicológica para el paciente. <sup>57</sup>

## 7.2 Quimioterapia generalidades.

La quimioterapia consiste en emplear medicamentos denominados antineoplásicos, quimioterápicos o citostáticos para combatir las células cancerosas. (Fig. 17) <sup>58</sup>



Figura 17. Quimioterapia. <sup>59</sup>

Es la base en el tratamiento de los tumores diseminados, ya que puede llegar a la mayoría de células. Se utiliza cuando la cirugía y la radioterapia tienen escasa eficacia como en los cánceres que se consideran de amplia diseminación en el momento del diagnóstico, cánceres con diseminación metastásica clínicamente evidente y cánceres que, al parecer son localizados, pero pueden haber desarrollado micrometástasis clínicamente indetectables.<sup>55</sup>

Existen varias formas de empleo de la quimioterapia:

- **Quimioterapia adyuvante:** consiste en la administración de un tratamiento sistémico después de que el tumor primario ha sido tratado mediante un método local, como la cirugía o radioterapia, el objetivo es eliminar las células cancerígenas que puedan quedar todavía en el organismo a nivel microscópico. <sup>55, 58</sup>
- **Quimioterapia neoadyuvante:** es aquella que se aplica como primera opción de tratamiento. Generalmente, se persigue reducir el tamaño del tumor posterior cirugía y/o tratamiento con radioterapia. <sup>58</sup>

- **Quimioterapia concomitante:** es el suministro de quimioterapia al mismo tiempo que otro tratamiento, generalmente radioterapia. <sup>58</sup>

Dependiendo del tipo de cáncer y de los fármacos que se vayan a emplear, la quimioterapia puede administrarse durante ciertos días o semanas, existen dos vías de administración, la intravenosa y la oral. <sup>36</sup>

## 7.3 Radioterapia

### 7.3.1 Antecedentes

Gracias a los descubrimientos realizados por Wilhem Roentgen y Henri Becquerel, mencionados en los capítulos 2 y 3, la aplicación de las radiaciones ionizantes toma un papel muy importante en el tratamiento de tumores malignos.

El primero en investigar los efectos de la radiación sobre la piel fue el radiólogo austríaco Leopold Freund en Viena. Estableció las bases del tratamiento radiológico medicinal. Leopold tenía por paciente a una niña con un gran lunar (nevus piloso) que abarcaba el cuello y la espalda. Le impartió durante 10 días, un tratamiento de dos horas de radiaciones. El pelo del lunar había desaparecido, pero al poco tiempo le aparecieron serias lesiones cutáneas, como enrojecimiento, inflamación y ampollas. Durante el tratamiento, también desarrolló una gran úlcera y después de años solo quedó como resto una cicatriz. (Fig. 18) <sup>5,13, 60</sup>

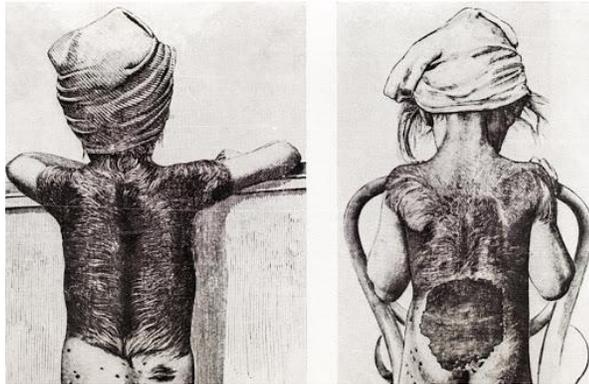


Figura 18. Primer paciente tratado por Leopold Freund.<sup>5</sup>

En 1896, en Chicago, Emil Grubbe administró a una mujer portadora de cáncer de mama inoperable el primer tratamiento de radioterapia utilizando rayos X.<sup>60</sup>

En febrero de 1896 el médico alemán Leonhard Voigt informó que había tratado a un paciente con cáncer de nasofaringe utilizando rayos X en sesiones de 30 minutos aplicadas dos veces al día, en un total de 80 sesiones. Observó en el paciente una reducción del dolor, lo que le permitió reducir la dosis de morfina que este utilizaba habitualmente.<sup>60</sup>

Victor Despeignes, fue autor del primer artículo sobre radioterapia publicado el 26 de julio de 1896. En este artículo describe el caso de un paciente de 52 años con un tumor avanzado de estómago que es tratado con rayos X, el paciente recibió 18 sesiones de 15 a 30 minutos dos veces al día, Víctor reportó una reducción del tamaño del tumor y del dolor.<sup>60, 61</sup>

La técnica de tratamiento con rayos fue denominada durante mucho tiempo Curieterapia, esto gracias a Marie Curie.<sup>13</sup>

En 1953 se puso en funcionamiento el primer acelerador lineal de megavoltaje (linac) para uso médico. Es a partir de 1980 que surgen sistemas más complejos y avanzados de radioterapia como la radioterapia conformada en

tres dimensiones (RT3D) y posteriormente la radioterapia por intensidad modulada (IMRT) y la radioterapia guiada por imágenes (IGRT).<sup>62</sup>

### **7.3.2 Generalidades**

La radioterapia consiste en radiación de alta energía que daña el material genético (ADN) de las células y, por lo tanto, bloquea su capacidad para dividirse y proliferar. La radioterapia afecta tanto a las células normales como a las cancerosas a pesar de que su objetivo es maximizar la dosis de radiación a las células cancerosas evitando en lo posible la exposición de las células normales, pero cuando esto ocurre, es cuando se producen efectos secundarios. Tiene el objetivo de curar o bien de ser un tratamiento paliativo para aliviar a los pacientes de los síntomas causados por el cáncer.<sup>63, 64</sup>

Puede administrarse en combinación con otros tratamientos como la cirugía o la quimioterapia. Si se administra antes de la cirugía ayudará a reducir el tamaño del tumor, lo que se denomina como radioterapia neoadyuvante y si se administra después de la cirugía ayudará a destruir las células tumorales microscópicas que hayan quedado, lo que se denomina como radioterapia adyuvante.<sup>63</sup>

Hay dos formas de administrar la radioterapia a la ubicación del cáncer. La más común es la radioterapia externa, que se administra desde el exterior del cuerpo, a través de un acelerador lineal, el otro tipo es la radiación interna o braquiterapia que se administra desde el interior del cuerpo a través de fuentes radiactivas.<sup>63</sup>

Al hablar de radioterapia se hace necesario aclarar el concepto de “dosis absorbida”, la cual es la cantidad de energía ionizante que recibe un cierto volumen de tejido con respecto a la masa total de la zona irradiada.<sup>65</sup>

La unidad de medida de la radioterapia es el Gray (Gy) que corresponde a la cantidad de energía depositada por unidad de masa. Su nombre se debe a Louis Harold Gray, el cual fue un físico y radiobiólogo inglés. Trabajó e investigó fundamentalmente en tres campos: los neutrones y sus efectos biológicos, el efecto oxígeno y la hipoxia como factor de radioresistencia y las unidades de dosis. En 1975 el Gray es integrado en el Sistema Internacional de Unidades. (Fig. 19) <sup>45, 66</sup>



Figura 19. Louis Harold Gray. <sup>66</sup>

### **7.3.3 Tipos de radioterapia**

#### **7.3.3.1 Radioterapia externa**

En la radioterapia externa las radiaciones son generadas y emitidas por máquinas de gran tamaño como el acelerador lineal, el cual, dirige rayos de alta energía a la ubicación exacta del tumor para afectar lo menos posible a los tejidos normales. <sup>67, 68</sup>

Existen diferentes técnicas para la aplicación de la radioterapia externa como la radioterapia de intensidad modulada (IMRT), la cual permite que se administren potentes dosis de radiación a ciertas partes del tumor, además ayuda a reducir el daño a los tejidos corporales normales adyacentes. <sup>68</sup>

Otro tipo es la radioterapia guiada por imágenes (IGRT) la cual mejora la precisión y exactitud del tratamiento, además de preservar los tejidos sanos adyacentes. Igualmente permite el ajuste durante el tratamiento en áreas del cuerpo que son susceptibles al movimiento como los pulmones y los tumores que se encuentran cerca de órganos y tejidos críticos. La tomografía computarizada, la resonancia magnética, y el ultrasonido pueden usarse durante la IGRT para la visualización de huesos y tejidos blandos. <sup>69</sup>

La radioterapia estereotáctica del cuerpo (SBRT) por sus siglas en inglés, es otro tipo, la cual administra con precisión dosis muy altas de radiación en muy pocas fracciones de tratamiento. <sup>63</sup>

El equipo más utilizado para la aplicación de la radioterapia externa es el Acelerador lineal. Está diseñado para producir haces de electrones de diferentes energías, además de fotones de alta energía utilizando un acelerador lineal (linac) como un generador. La tasa de la dosis suministrada por los aceleradores lineales es muy alta. Esto los convierte en herramientas muy versátiles para el tratamiento de un gran número de tumores (Fig. 20) <sup>70</sup>



Figura 20. Acelerador lineal. <sup>69</sup>

#### 7.3.3.1.1 Fraccionamiento de la dosis

Para obtener mayor beneficio terapéutico, la dosis total de radiación se fracciona, repartiéndose en un número determinado de sesiones y días. El fraccionamiento estándar consiste en administrar una sesión al día durante cinco días a la semana, descansando dos. De esta manera se permite una mejor recuperación de los tejidos sanos, actuando más selectivamente sobre los tejidos afectados. El tratamiento de radioterapia suele durar entre dos y siete semanas, dependiendo de la dosis que se administre y del número total de sesiones. <sup>65, 67</sup>

- **Hipofraccionamiento:** consiste en administrar dosis más elevadas en cada sesión, reduciendo el número de sesiones totales. Las ventajas son, por un lado, un acortamiento importante del tiempo total de tratamiento y por otro que se incrementa el índice terapéutico. <sup>67</sup>
- **Hiperfraccionamiento:** aumenta el número de fracciones totales de tratamiento administrando menos dosis en cada sesión. <sup>67</sup>

### **7.3.3.2 Radioterapia interna o braquiterapia**

Esta consiste en introducir en el interior del organismo isótopos radiactivos. Se pueden implantar de forma temporal o permanente en la zona que se va a tratar. <sup>67</sup>

Con esta técnica se logra la colocación precisa de las fuentes de radiación directamente en el lugar del tumor; por ello, la radiación solo afecta una zona muy localizada alrededor de su fuente. La exposición de los tejidos sanos alejados de las fuentes es reducida. <sup>71</sup>

Un tratamiento con braquiterapia permite intervalos de tiempo más cortos entre las sesiones, en comparación con otras técnicas de radioterapia, lo que reduce la probabilidad de que las células cancerosas sobrevivan, se dividan y crezcan en esos intervalos sin radioterapia. <sup>71</sup>

## **8. Efectos secundarios en cabeza y cuello derivados de la radioterapia**

La radioterapia no solo destruye las células cancerosas, sino que en ocasiones la radiación también puede afectar a las células sanas, causando su muerte o alteración, usualmente debido al daño directo sobre el ADN. Es aquí cuando se producen efectos secundarios. <sup>65</sup>

La aparición y severidad de estos efectos dependerá del área irradiada, la dosis total de radiación, el tiempo de exposición, la radiosensibilidad celular y de las características del paciente. Los efectos secundarios derivados de la radioterapia se clasifican temporalmente en tempranos y tardíos. <sup>45, 72</sup>

## 8.1 Efectos secundarios tempranos

Son aquellos que se presentan durante el tiempo de terapia o inmediatamente después de la exposición, en las primeras semanas, esto, producto de la muerte de células cancerosas y sanas. Afectan a tejidos con alta tasa de replicación celular, principalmente epitelios. Los principales efectos tempranos son: <sup>45, 65</sup>

### 8.1.1 Sialoadenitis

La sialoadenitis se conoce como la inflamación de las glándulas salivales (de una glándula salival mayor o menor) debido a una infección bacteriana. Puede ser una afección aguda, crónica o recurrente. <sup>73, 74</sup>

- Sialoadenitis
- Mucositis
- Disgeusia
- Xerostomía
- Infecciones secundarias

Las glándulas más afectadas son las parótidas (una o ambas) y, ocasionalmente, las glándulas submandibulares, pudiendo verse afectadas varias glándulas. <sup>73</sup>

Existen diferentes tipos de sialoadenitis:

- **Sialoadenitis esclerosante crónica:** es una enfermedad mediada por una lesión reactiva, que suele ser generalmente consecuencia de compresión directa u obstrucción ductal. <sup>74</sup>
- **Sialoadenitis bacteriana:** está condicionada por el estado inmunológico del paciente y por la disminución del flujo salival. En la mayoría de los casos existe el antecedente de una infección viral que afectó al parénquima glandular. <sup>73</sup>

- **Sialoadenitis linfoepitelial:** proceso inflamatorio autoinmunitario crónico progresivo que afecta fundamentalmente a las glándulas parótidas. <sup>74</sup>

La sialoadenitis por radiación se manifiesta en las primeras 48 horas posteriores al tratamiento, los cambios más precoces son la pérdida de gránulos secretores, tumefacción turbia con edema e infiltración por neutrófilos. Se puede observar un aumento en el tamaño de las glándulas salivales incluidas en el campo de tratamiento, puede ser asintomático, aunque en ocasiones causa leves molestias locales. Una glándula salival irradiada presenta atrofia acinar e inflamación crónica y puede dejar de funcionar. (Fig. 21 y 22) <sup>65, 74</sup>



Figura 21. Aumento de volumen por sialoadenitis. <sup>73</sup>



Figura 22. Salida de líquido purulento. <sup>73</sup>

### 8.1.2 Mucositis

La mucositis es la inflamación crónica de las mucosas por fallas en la reparación celular, se caracteriza por eritema, edema, desprendimiento epitelial, úlceras y formación de pseudomembranas, dolor orofaríngeo y

dificultades para hablar. Es atribuida a varios radicales libres liberados por los agentes terapéuticos. <sup>9, 72, 75</sup>

Es uno de los efectos secundarios más comunes dentro del tratamiento oncológico. Aproximadamente el 90% de los pacientes con tratamiento de radioterapia en la región de cabeza y cuello puede presentar esta patología. <sup>76</sup>

Se presenta a partir de la segunda semana de tratamiento y continúa expresándose hasta dos semanas después de haber concluido el tratamiento con radioterapia, en casos de mucositis severa esta puede permanecer de cinco a siete semanas. Al limitar tanto la dosis como la velocidad de administración este efecto secundario puede ser controlado. <sup>9, 75</sup>

A consecuencia de la mucositis puede haber una reducción en la ingesta de alimentos, pérdida de peso y en casos severos puede demandar alimentación por sonda nasogástrica e interrupciones del plan de tratamiento de radioterapia. <sup>75</sup>

Las localizaciones más frecuentes de la mucositis son la mucosa labial, mucosa yugal, paladar blando, piso de boca, vientre de la lengua, bordes de la lengua, paredes faríngeas y partes de la laringe. (Fig. 23) <sup>65, 75</sup>

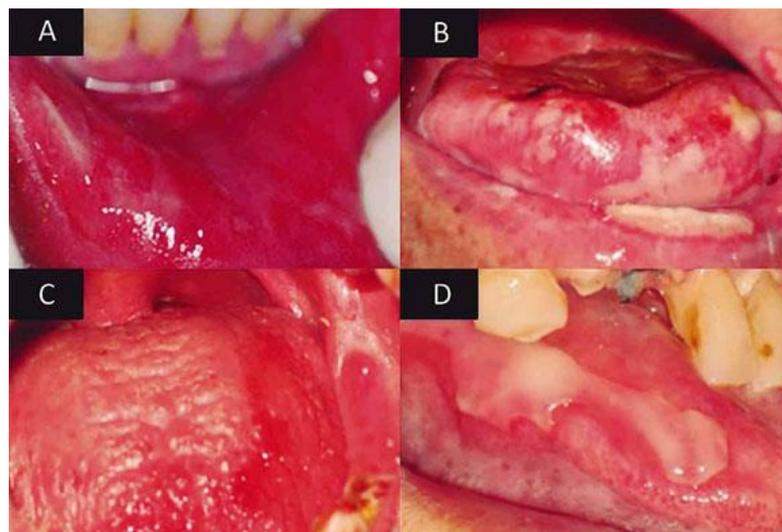


Figura 23. Mucositis en paciente oncológico. <sup>76</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud se puede clasificar en diferentes grados de acuerdo a su gravedad. (Tabla 4)

| GRADO | AFECTACIÓN  |
|-------|---|
| 0     | Mucosa normal.  |
| 1     | Mucositis leve, eritema y dolor leve.   |
| 2     | Mucositis moderada, eritema, úlceras, se mantiene la deglución de sólidos, dolor ligero.  |
| 3     | Mucositis severa, úlceras extensas, encías edematosas, saliva espesa, se mantiene la capacidad de deglutir líquidos, dolor y dificultad para hablar.                                      |
| 4     | Mucositis con úlceras muy extensas, encías sangrantes, dolor severo, infecciones, ausencia de flujo salival, imposibilidad de deglutir por lo cual requiere soporte enteral o parenteral. |

Tabla 4. <sup>65, 75</sup>

La mucositis puede clasificarse en 5 etapas biológicas, cada una de ellas es consecuencia del efecto de la quimioterapia o de la radioterapia en el epitelio.

- **Iniciación:** no hay síntomas, se produce una lesión tisular, comienza la lesión directa al ADN de las células del epitelio basal y células de la submucosa. <sup>75, 77</sup>
- **Señalización:** aumentan los mediadores de la inflamación y se inicia una respuesta inflamatoria. <sup>77</sup>
- **Amplificación:** las moléculas de la fase anterior potencian la producción de mediadores inflamatorios amplificando la señal. <sup>77</sup>
- **Ulceración:** se da por la mezcla de distintos factores como el daño celular causado por la acción del tratamiento, la respuesta inflamatoria,

la colonización bacteriana y el trauma mecánico, se caracteriza por la pérdida de integridad de la mucosa lo que es una vía de entrada a microorganismos oportunistas. <sup>75 77</sup>

- **Resolución:** ocurre una vez que se suspende la terapia, es la recuperación de la integridad de la mucosa. <sup>75</sup>

### 8.1.3 Xerostomía

La saliva es un fluido secretado por las glándulas salivales mayores como la glándula parótida, submaxilar, sublingual y las glándulas salivares menores. Es encargada de llevar a cabo la homeostasis de la cavidad bucal, ayuda en la protección de dientes, favorece la lubricación y humidificación de la mucosa oral y mantiene el equilibrio del pH. <sup>78</sup>

La xerostomía es una disminución o ausencia del flujo salival, tanto en reposo como tras estimulación y una disminución de su pH. Se produce por la inflamación que se da en las glándulas salivales incluidas en el campo irradiado, ya que principalmente en el cáncer de cabeza y cuello las radiaciones ionizantes inciden de forma directa en estas. <sup>65, 78</sup>

Suele aparecer a los pocos días del inicio del tratamiento con radioterapia. Dependiendo de la dosis que reciba la glándula parótida el flujo salival puede disminuir después de 10 a 15 Gy. Dosis mayores a 30 Gy generalmente producen semipermanente o permanente xerostomía. <sup>65</sup>

Las manifestaciones más comunes de la xerostomía son la resequedad labial, lengua eritematosa, depapilada, sensación de saliva más espesa y viscosa con afectación de las células acinares. Además, produce dificultad para hablar, masticar y deglutir, alteración del gusto, caries dentales, sensación de ardor, infecciones microbianas y un deterioro de la calidad de vida del paciente. <sup>65</sup>

La radioterapia de intensidad modulada (IMRT), permite someter al tumor a una dosis mayor mientras que disminuye la exposición de los tejidos no afectados, reduciendo los efectos secundarios. Con ello se ha demostrado que se incrementa la preservación de la glándula parótida, aunque algunos pacientes continúan presentando efectos secundarios de la radiación hasta seis meses después de la radioterapia. (Fig. 24) <sup>65, 79</sup>



Figura 24. Xerostomía. <sup>80</sup>

#### **8.1.4 Disgeusia**

Los pacientes con tratamiento de radioterapia en la cavidad oral pueden presentar pérdida o alteración del sentido del gusto. Los cambios en la percepción de los sabores ocurren en un 30-60% de los pacientes bajo tratamiento oncológico. La mayoría de los pacientes que reciben radioterapia experimenta tempranamente pérdida parcial o completa del sentido del gusto. <sup>65, 81</sup>

Los sabores que parecen tener una mayor pérdida gustativa son el amargo y el ácido frente al salado y dulce. Esta pérdida está producida por la afectación de la radiación sobre las células de los corpúsculos gustativos de las papilas

linguales. Los efectos se incrementan por la disminución temporal o permanente de la secreción salival, por déficit funcional de las glándulas salivales, en particular de la parótida. Los botones gustativos que se encuentran principalmente en las papilas fungiformes y circunvaladas son muy sensibles a la radiación y suelen estar afectados porque la lengua casi siempre suele estar incluida en el campo irradiado.<sup>81, 82</sup>

La disgeusia aparece como una complicación temprana aproximadamente en la primera semana de tratamiento y progresa rápidamente entre los 20 y 40 Gy, incluye la pérdida parcial o completa del sentido del gusto. Existen diversos factores que influyen en la disgeusia, como el sitio del tumor, estadio tumoral, estado fisiológico y hábitos del paciente, antecedentes de tabaquismo, alcoholismo y deficiencias nutricionales.<sup>65, 81</sup>

Tiene importancia clínica en el paciente oncológico, ya que además de afectar en grado notorio su calidad de vida, produce incapacidad para disfrutar la comida lo cual puede llevar a la pérdida de apetito, deficiencia vitamínica, aversión a la comida, pérdida de peso y desnutrición.<sup>75, 81</sup>

Suele ser transitoria y reversible, el sentido del gusto vuelve a aparecer gradualmente. La recuperación de este sentido suele estar entre los 60 y los 120 días después de finalizada la última dosis de radiación.<sup>82</sup>

### **8.1.5 Infecciones secundarias**

Diversos factores como la disminución del flujo salival, el cambio en los hábitos alimenticios, los efectos directos de las radiaciones ionizantes sobre la microbiota, una pobre higiene oral, contribuyen a la aparición de infecciones por hongos, virus y bacterias.<sup>65</sup>

**Hongos:** la infección fúngica más común en pacientes con cáncer es la Candidiasis, causada por *C. albicans*, flora normal en la cavidad oral que, ante

inmunodepresión, deficiencias salivales y ambientes ácidos se convierte en patógeno oportunista. La prevalencia de candidiasis oral durante la radioterapia en cabeza y cuello es del 37.4% y aumenta en pacientes con quimioterapia simultánea.<sup>65, 79</sup>

Se presenta de varias formas clínicas, como la pseudomembranosa, eritematosa e hiperplásica. Provoca alteraciones del gusto, dolor en las mucosas y sensación de ardor bucal. Las grandes acumulaciones de cándida pueden desprenderse provocando esofagitis, fungemia y suponer un riesgo de aspiración para el paciente. (Fig. 25 y 26)<sup>65, 80</sup>



Figura 25. Candidiasis.<sup>80</sup>



Figura 26. Candidiasis eritematosa.<sup>80</sup>

La xerostomía, el uso de prótesis dentales, el consumo de alcohol y tabaco, pacientes inmunocomprometidos, fármacos inmunosupresores, citotóxicos y la radioterapia, son factores predisponentes para el desarrollo de la candidiasis.<sup>65</sup>

**Virus:** estas infecciones se asocian con virus del herpes: virus del herpes simple (VHS), virus de la varicela zóster (VZV), virus de Epstein-Bar (VEB), los cuales son el resultado de una reactivación de un virus latente, mientras que las infecciones por citomegalovirus (CMV) pueden resultar de un virus latente

o recientemente adquirido. Al igual que con otras infecciones, el riesgo de diseminación sistémica, morbilidad y mortalidad aumentan con el grado de inmunosupresión del paciente. <sup>79, 82</sup>

La reactivación del virus del herpes simple tipo 1 (VHS) latente es una de las causas más comunes de infección viral en pacientes que reciben radioterapia y quimioterapia. En individuos sanos, las lesiones herpéticas son autolimitadas y por lo general se resuelven en dos semanas. Sin embargo, en los pacientes oncológicos, se diseminan por toda la cavidad bucal y pueden poner en peligro la vida. (Fig. 27) <sup>80</sup>



Figura 27. Infección por el virus Herpes simple. <sup>80</sup>

**Bacterias:** la mala higiene bucal y la hiposalivación aumentan la carga microbiana oral alterando así el equilibrio de la flora bucal. Los microorganismos gram positivos colonizan predominantemente la cavidad bucal; pero durante la terapia oncogénica, la incapacidad de generar una respuesta inflamatoria adecuada permite que otros organismos patógenos prosperen y provoquen diversas infecciones oportunistas. <sup>80</sup>

## **8.2 Efectos secundarios tardíos**

Los efectos tardíos se manifiestan meses o años después de la exposición a radioterapia, con una incidencia creciente en el tiempo, generalmente irreversibles y asociados a secuelas permanentes. Se cree que éstos se deben a las alteraciones en el material genético de una célula después de una exposición a la radiación, además de la dosis recibida. Afectan a tejidos con lenta tasa de replicación celular: tejidos conectivos, vasos sanguíneos y tejido nervioso. Los principales efectos tardíos son: <sup>45, 65</sup>

- Necrosis de los tejidos blandos
- Caries
- Trismus
- Osteoradionecrosis
- Condroradionecrosis
- Radionecrosis cerebral
- Leucoencefalopatía
- Tumores radioinducidos

### **8.2.1 Necrosis de los tejidos blandos**

La necrosis de los tejidos blandos es caracterizada por la presencia de una úlcera localizada en el tejido irradiado, sin presencia de malignidad residual. Posterior a la radioterapia, los tejidos pueden sufrir fibrosis, esto es, presentar una coloración pálida y estar delgados. Su ocurrencia está relacionada con la dosis, tiempo de administración y tipo de radioterapia utilizada, en casos de braquiterapia, la frecuencia de ocurrencia es mayor. <sup>65</sup>

La necrosis de los tejidos blandos es resultado de un proceso de inflamación y cicatrización vascular, puede afectar cualquier superficie de mucosa oral, las superficies no queratinizadas parecen tener un riesgo moderadamente más

alto. Comienza como una ruptura ulcerativa en la superficie de la mucosa y se puede propagar en diámetro y profundidad. Normalmente, es una condición dolorosa y el dolor se vuelve más intenso con el deterioro de la necrosis del tejido blando. <sup>65, 83</sup>

### **8.2.2 Caries**

La caries no es provocada directamente por la acción de las radiaciones, sino por la pérdida de saliva y la disminución de su Ph, los electrolitos y las inmunoproteínas; también por el cambio en el tipo de alimentación, ya que el paciente en tratamiento con radioterapia suele sustituir su dieta normal por una más blanda o líquida con un alto contenido de carbohidratos. Así mismo, puede influir en su aparición la falta o disminución de los hábitos higiénicos por las molestias. <sup>82</sup>

La caries por radiación se presenta del 40 al 100% de pacientes irradiados, después de tres meses de finalizadas las dosis de radioterapia, son lesiones irreversibles y extensas que afectan a las áreas cervicales dentales, tanto vestibulares como palatinas o linguales, también pueden darse en zonas como los bordes incisales y cúspides. (Fig. 28) <sup>79, 82</sup>



Figura 28. Caries cervicales postradioterapia. <sup>80</sup>

El diente radiado puede presentar cambios estructurales del esmalte (mayores espacios interprismáticos) y dentina (disminución de la microdureza). La desmineralización conduce a la destrucción del esmalte de la corona y del área cervical, donde el cemento y la dentina quedan directamente expuestos. Subsecuentemente, hay cambios en la translucidez y color (decoloración café-negro en toda la corona del diente), lo que aumenta su friabilidad y riesgo de fractura, acompañado por el desgaste de la superficie incisal y oclusal, hasta llegar a la fractura coronal como tal. <sup>65, 79</sup>

La caries por radiación se ha clasificado en función de las características clínicas y radiográficas. La caries por radiación tipo 1 es una caries superficial diseminada, el tipo 2 es la caries del cemento y la dentina en la región cervical y el tipo 3 es la pigmentación oscura de toda la corona; sin embargo, puede ocurrir cualquier combinación de estas características. <sup>79, 80</sup>

### **8.2.3 Trismus**

A través de la contracción muscular coordinada, la mandíbula puede ser elevada, deprimida, protruida, retruida y realizar movimientos de lateralidad. La radiación en cabeza y cuello puede afectar los músculos pterigoideos, masetero y temporal, es así cómo puede conducir al trismus. <sup>75</sup>

El trismus es la incapacidad de abrir la boca adecuadamente y se produce como resultado de cambios fibróticos en los músculos y en la articulación temporomandibular. Suele aparecer de tres a seis meses después de la radiación. <sup>65, 72</sup>

Provoca implicaciones significativas en la salud, pues está asociado a dolor, problemas del habla, dificultad para deglutir, desnutrición, deshidratación, dificultad para la higiene oral y menor calidad de vida. <sup>65</sup>

La prevalencia del trismo aumenta conforme se incrementa la dosis de radiación, también si la radioterapia abarca la articulación temporomandibular, los músculos pterigoideos, o el músculo masetero, tiene muchas probabilidades de convertirse en trismo. <sup>83</sup>

#### **8.2.4 Osteoradionecrosis**

La lesión más seria tras la radioterapia es la osteoradionecrosis (ORN). Es una condición en la cual el hueso irradiado de la cavidad oral se expone a través de una lesión o mucosa suprayacente y persiste sin cicatrización a lo largo de 3 a 6 meses aproximadamente. <sup>75, 72</sup>

El riesgo de desarrollarla es mayor dentro de los primeros seis meses después de la radioterapia, aunque puede aparecer después de un trauma durante un número indefinido de años o también puede aparecer de manera espontánea.<sup>9</sup>

La ORN ocurre en el 15% de los pacientes que reciben radioterapia, pero esta puede aumentar hasta en un 44% cuando las dosis de radiación superan los 50 Gy y el sitio irradiado se traumatiza posteriormente. Los pacientes con tumores adyacentes a hueso o dientes, diabetes mellitus, tabaquismo, alcoholismo y procesos infecciosos orales tienen más posibilidades de desarrollar ORN. <sup>79, 80</sup>

Hay una mayor incidencia de ORN en mandíbula que en maxilar, supuestamente debido a una red vascular más baja y más hueso cortical en la mandíbula, lo que conlleva a un mayor poder de absorción de las radiaciones ionizantes. (Fig. 29) <sup>80</sup>



Figura 29. Osteoradionecrosis mandibular. <sup>80</sup>

El riesgo de ORN aumenta en procedimientos como la extracción dental y otros procedimientos invasivos que pueden exponer el hueso al medio oral, lo que genera procesos infecciosos difíciles de tratar y de rápida progresión. Puede producirse ulceración con necrosis de la membrana mucosa, la lesión se acompaña de dolor o parestesia del nervio dentario inferior e irritación de los tejidos adyacentes. La progresión de la lesión puede producir la formación extraoral de fístula y/o fractura patológica. <sup>9</sup>

Los signos radiológicos incluyen disminución de la densidad ósea con fracturas espontáneas (o no) y destrucción cortical con pérdida del trabeculado del hueso esponjoso. <sup>65</sup>

### **8.2.5 Condroradionecrosis**

El cáncer de laringe afecta principalmente a hombres, de 50 a 70 años de edad, fumadores y alcohólicos crónicos, también otras etiologías tales como VPH, reflujo laringofaríngeo y riesgos ocupacionales. <sup>84</sup>

En cuanto a la clínica de la necrosis laríngea, la ronquera persistente, el dolor que no cede en un tiempo prudencial tras el tratamiento radioterápico, la halitosis y las aspiraciones son los síntomas más frecuentes. <sup>85</sup>

En particular para el cáncer de laringe, la radioterapia provoca daños y complicaciones en casi el 100% de los pacientes irradiados. La condroradionecrosis de laringe es una complicación que puede presentarse muchos años después de la radioterapia aplicada como tratamiento de lesiones tumorales de las estructuras laríngeas. (Fig. 30) <sup>84, 85</sup>



Figura 30. Fístula cervical por condroradionecrosis. <sup>85</sup>

La reacción inflamatoria que se produce en la mucosa laríngea, cede en las semanas siguientes al cese del tratamiento radioterápico y, en caso de que la tumefacción aumente, habría que sospechar la recidiva de la lesión tumoral. Si no se tratan alteraciones en los tejidos perilaríngeos y laríngeos que provocan hipoxia local, pueden conducir a la pérdida del órgano, con broncoaspiración continua, requiriendo cirugía de rescate. <sup>84, 85</sup>

### **8.2.6 Radionecrosis cerebral**

La radioterapia se ha convertido en los últimos años en una opción terapéutica coadyuvante en el manejo de los tumores cerebrales. Sin embargo, existe la posibilidad de que la misma provoque lesiones secundarias en el parénquima cerebral causadas por la radiación, estas lesiones se han denominado lesiones por radionecrosis. Esta, es prácticamente indistinguible de una recidiva tumoral mediante los métodos diagnósticos tradicionales (como la TC y la RM).<sup>86</sup>

Puede causar daño en las funciones de la capacidad del paciente y puede repercutir sobre su calidad de vida, pues allí, en el cerebro, se encuentran los centros encargados del control neurovegetativo de funciones orgánicas que dan soporte vital. Esta complicación de la radioterapia, no es muy frecuente, pero es bastante impredecible y su ventana de aparición puede estar marcada por unos cuantos meses luego de la última radiación hasta décadas, lo que hace todavía más complicado su seguimiento y diagnóstico.<sup>87</sup>

### **8.2.7 Leucoencefalopatía**

La leucoencefalopatía por radiación se presenta clínicamente como un trastorno cognitivo asociado cronológicamente a la radioterapia. Se caracteriza por cambios en la sustancia blanca cerebral que suelen ser bilaterales y simétricos. Ocurre principalmente en pacientes sometidos a radiación cerebral. Clínicamente se caracteriza por confusión, trastornos en la memoria y cambios de personalidad, sin embargo, podrían presentarse alteraciones sensoriales, motoras, visuales, etc. Se relaciona con dosis mayores a 30-40 Gy y se recomienda fraccionarlas para menor toxicidad, se prefiere también la irradiación localizada. (Fig. 31)<sup>88</sup>



Figura 31. Lesión en el lóbulo frontal izquierdo. <sup>88</sup>

### 8.2.8 Tumores radioinducidos

La radioterapia es una modalidad de tratamiento usada con frecuencia en los tumores de cabeza y cuello, tanto para el tratamiento de los tumores primarios, como para los metastásicos. No obstante, este tipo de tratamiento no está exento de complicaciones. Los tumores radioinducidos son una de las complicaciones tardías más devastadoras del uso de la radioterapia. <sup>89</sup>

Los factores predisponentes más importantes relacionados con el desarrollo de estas lesiones son la edad en el momento de la irradiación y la dosis administrada. Cuanto más joven es el paciente y cuanto mayor es la dosis de radiación administrada, mayor será el riesgo de desarrollar tumores secundarios. Estas son neoplasias de cualquier estirpe embrionaria que se originan después de un tratamiento con radioterapia. De todas ellas, las neoplasias de origen mesenquimal tipo sarcoma, son las más comunes. <sup>89, 90</sup>

## 9. Conclusiones

La aplicación de las radiaciones ionizantes en la medicina ha sido un hecho que ha traído grandes avances, pues gracias a esto hoy en día enfermedades como el cáncer pueden beneficiarse con su aplicación.

El cáncer es una enfermedad multifactorial que afecta a gran parte de la población, por lo que lo que el cirujano dentista puede llegar a encontrarse con algún caso a lo largo de su carrera; ya sea un paciente que presente cáncer o bien que en el pasado haya sido sometido a algún tratamiento oncológico para eliminarlo; por lo que es importante conocer cómo actúa el cáncer, así como los beneficios y desventajas de sus distintos tratamientos.

El cáncer en cabeza y cuello es el de mayor importancia para el cirujano dentista ya que abarca áreas que le competen; uno de los principales tratamientos utilizados en este es la radioterapia, la cual, además de eliminar el cáncer y mejorar la calidad de vida, también puede llegar a causar distintos efectos secundarios en el paciente afectando nuevamente su estado de salud, debido al daño inevitable de las células por la exposición directa a la radiación, esto se puede dar en la misma zona donde se encuentra el tumor o en tejidos circundantes al campo irradiado, presentándose durante el tratamiento con radioterapia o posterior a este.

Concluyo que el cirujano dentista debe tener conocimientos más amplios sobre el tema, ya que la mayoría de estos efectos secundarios pueden observarse en la cavidad oral, por lo que es de gran importancia saber identificarlos y abordarlos correctamente para mejorar en lo posible la salud del paciente; además una buena comunicación con sus médicos tratantes ayudara a brindarle una atención integral.

## 10. Referencias bibliográficas

1. Whaites E. Fundamentos de radiología dental. Barcelona: Elsevier Masson; 2008. [Acceso 15 de abril 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/9vgdQR3>
2. Sosa A, Borjas L. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA EN CENTROAMÉRICA [Internet]. 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2015/pdf/RFCMVol12-2-2015-5.pdf>
3. González G, González M. HISTORIA DE LA RADIOLOGIA [Internet]. 2017 [Acceso 16 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RCEUCS/pdf/RCEUCS4-1-2017-10.pdf>
4. Röntgen W. Acerca de un nuevo tipo de rayos. Notificación preliminar. 2a edición Würzburg; 1896 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://www.deutschestextarchiv.de/book/view/roentgen\\_strahlen\\_1896?p=13](https://www.deutschestextarchiv.de/book/view/roentgen_strahlen_1896?p=13)
5. Busch U. Wilhelm C. El descubrimiento de los rayos X y la creación de una nueva profesión médica. Rev Argent Radiol. 2016. [Acceso 16 de abril de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rard.2016.08.003>
6. Robert N. RADIACIONES IONIZANTES [Internet]. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [www.insst.es/documents/94886/162520/Capítulo+48.+Radiaciones+ionizantes](http://www.insst.es/documents/94886/162520/Capítulo+48.+Radiaciones+ionizantes)
7. Organización Mundial de la Salud. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. [Internet]. 2016 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

8. Cuenca R. La génesis del uso de las radiaciones en la medicina [Internet]. Colombia. Redalyc.org. 1997 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/283/28328107.pdf>
9. Ilescas Maldonado M, Echeverría y Pérez E, Benavides Ríos A. Osteoradionecrosis en cabeza y cuello. Reporte de un caso clínico [Internet]. Revistas.unam.mx. 2010 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rom/article/view/15425/14672>
10. Brandan M, Diaz Perches R, Ostrosky P. I. LOS DESCUBRIDORES [Internet]. Bibliotecadigital.ilce.edu.mx. [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/099/htm/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/099/htm/sec_6.htm)
11. Brandan M. A cien años de las observaciones de Becquerel: los descubrimientos de la radiactividad [Internet]. Nucleares.unam.mx. 1995 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://www.nucleares.unam.mx/~bijker/subnuclear/Becquerel.pdf>
12. Ruiza, M., Fernández, T. y Tamaro, E. Pierre y Marie Curie. La radiactividad. En Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Barcelona (España). 2004. [Acceso 15 de abril de 2021] Disponible en: <https://www.biografiasyvidas.com/monografia/curie/radiactividad.htm>
13. Lindell, Bo. Historia de la radiación, la radioactividad y la radioprotección: La caja de Pandora.- Buenos Aires. Sociedad Argentina de Radioprotección. 2011. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://radioproteccionsar.org.ar/downloads/la-caja-de-pandora-bo-lindell.pdf>
14. Brandan M, Diaz Perches R, Ostrosky P. LOS BENEFICIOS DE LA RADIACION EN LA MEDICINA. [Internet]. Bibliotecadigital.ilce.edu.mx. [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en:

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/099/htm/sec\\_13.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/099/htm/sec_13.htm)

15. Villarreal M, Ramos O. FUNDAMENTOS FÍSICOS EN EL RADIODIAGNÓSTICO. Rev. Electr. Quimer@, 2013 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311814204\\_FUNDAMENTOS FÍSICOS EN EL RADIODIAGNOSTICO](https://www.researchgate.net/publication/311814204_FUNDAMENTOS_FISICOS_EN_EL_RADIODIAGNOSTICO)
16. (ACR) R. Rayos X óseo (radiografía) [Internet]. Radiologyinfo.org. 2020 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/es/info/bonerad>
17. Radiografía de tórax en niños: en qué consiste, en qué casos se realiza y qué riesgos tiene [Internet]. Faros HSJBCN. 2016 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://faros.hsjdbcn.org/es/articulo/radiografia-torax-ninos-consiste-casos-realiza-riesgos-tiene>
18. Instituto nacional de Biología e Imágenes Biomédicas Medicina Nuclear [Internet]. Nibib.nih.gov. 2013 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/>
19. Medicina nuclear general [Internet]. Lubbockdiagnad.com. 2018. [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [www.radiologyinfo.org/sp/pdf/gennuclear.pdf](http://www.radiologyinfo.org/sp/pdf/gennuclear.pdf)
20. Chain Y, Illanes L. Radio fármacos en medicina nuclear [Internet]. Sedici.unlp.edu.ar. 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46740/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46740/Documento_completo.pdf?sequence=1)
21. Borrajo-Sánchez J., Cabrero-Fraile F. J. Tomografía por emisión de positrones (PET): fundamentos y limitaciones tecnológicas. Arch Soc Esp Oftalmol [Internet]. 2010 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S03656691201000400001&lng=es.](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03656691201000400001&lng=es)

22. Altamirano J, Estrada G, Ramírez J. Tomografía por emisión de positrones. PET Fundamentos e indicaciones [Internet]. Medigraphic.com. 2005 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2005/am053e.pdf>
23. (ACR) R. Introducción a la terapia para el cáncer (radioterapia) [Internet]. Radiologyinfo.org. 2019 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://www.radiologyinfo.org/es/info/intro\\_onco](https://www.radiologyinfo.org/es/info/intro_onco)
24. Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell. Gray Anatomía para estudiantes. 2º edición. Barcelona; Elsevier, 2010. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/468088765/Cabeza-y-Cuello-Anatomia-de-Gray-pdf>
25. Contreras N. GUIA ANATOMÍA CABEZA Y CUELLO [Internet]. 2018 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <http://vinculacion.ucsh.cl/wp-content/uploads/GUIA-ANATOMÍA-CABEZA-Y-CUELLO.pdf>
26. Latarjet, Ruiz Liard. Anatomía humana Tomo I. 4a edición. Buenos aires: Medican Panamericana; 2007. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=Gn64RKVTw0cC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
27. IRRIGACION CABEZA Y CUELLO [Internet] 2021. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-del-magdalena/anatomia/informe/irrigacion-cabeza-y-cuello/8497858/view>
28. Drenaje venoso de cabeza y cuello [Internet]. Es.scribd.com. 2021. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/262875745/18-Drenaje-Venoso-de-Cabeza-y-Cuello>
29. Graña A. Breve evolución histórica del cáncer [Internet]. Sisbib.unmsm.edu.pe. 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en:

[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/carcinos/v5n1\\_2015/pdf/a06v05n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/carcinos/v5n1_2015/pdf/a06v05n1.pdf)

30. Capdeville F. Evolución histórica del cáncer [Internet]. Contactocientifico.alemana.cl. 2021 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://contactocientifico.alemana.cl/ojs/index.php/cc/article/download/286/273/>
31. de la Garza J, Juárez P. El cáncer [Internet]. Eprints.uanl.mx. 2014 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [http://eprints.uanl.mx/3465/1/El\\_Cancer.pdf](http://eprints.uanl.mx/3465/1/El_Cancer.pdf)
32. Salaverry O. La etimología del cáncer y su curioso curso histórico. Rev. perú. med. exp. salud publica [internet]. 2013 [Acceso 15 de abril 2021] Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342013000100026](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342013000100026)
33. Stewart W. Imagen de la medicina. Colombia. Redalyc; 2008. [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2310/231016421009.pdf>
34. Instituto Nacional de Cancerología. GUIA MEDICA DEL CANCER [Internet]. 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://1minuto.org/wp-content/widgets/guiasMedicas/guias/09\\_GUIA-MEDICA-GENERALIDADES-DEL-CANCER-Y-COMO-PREVENIRLO.pdf](https://1minuto.org/wp-content/widgets/guiasMedicas/guias/09_GUIA-MEDICA-GENERALIDADES-DEL-CANCER-Y-COMO-PREVENIRLO.pdf)
35. Carcinogénesis [Internet]. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://www3.uah.es/bioquimica/Sancho/quimica/tema-19.pdf>
36. Domínguez Boada L. PRINCIPIOS GENERALES DE CARCINOGENESIS: CARCINOGENESIS QUÍMICA Y HORMONAL [Internet]. Inen.sld.pe. 2004 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [www.inen.sld.pe/portal/documentos/pdf/educacion/01102014\\_CARCINOGENESIS III.pdf](http://www.inen.sld.pe/portal/documentos/pdf/educacion/01102014_CARCINOGENESIS_III.pdf)

37. Martín de Civetta M, Civetta J. [Internet]. Scielo.org.mx. 2011 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53n5/a08v53n5.pdf>
38. Carcinogénesis [Internet]. 2020 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/tvl7iY0>
39. Cárcamo M. Epidemiología y generalidades del tumor de cabeza y cuello [Internet]. Elsevier. 2018 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864018300920>
40. HEAD AND NECK CANCER BACKGROUNDER [Internet]. Boehringer-  
ingelheim.jp. 2011 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [www.boehringer-  
ingelheim.jp/sites/jp/files/Infographics/head\\_and\\_neck\\_cancer\\_backgr  
ounder\\_0.pdf](http://www.boehringer-<br/>ingelheim.jp/sites/jp/files/Infographics/head_and_neck_cancer_backgr<br/>ounder_0.pdf)
41. CANCER DE CABEZA Y CUELLO [Internet]. Seor.es. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://seor.es/wp-content/uploads/CANCER-DE-ORL-tratamientos-y-cuidados.pdf>
42. Cáncer de cabeza y cuello [Internet]. Esmo.org. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.esmo.org/content/download/74342/1359984/1/ESMO-ACF-Cancer-de-Cabesa-y-Cuello-Guia-para-pacientes.pdf>
43. Vargas O, Molina N, Castañeda E. Carcinomas de cabeza y cuello, experiencia de un Centro Oncológico del Estado de Durango, México. [Internet]. Medigraphic.com. 2016 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od164f.pdf>
44. Donohue Cornejo A, Guzmán Gastelum, Constandse Cortéz D, Gaitán Cepeda L, Reyes Escalera C. Carcinoma de células escamosas en lengua en un paciente con síndrome de Plummer-Vinson: Presentación de un caso. Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]. 2011. [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-199X2011000300009&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2011000300009&lng=es).

45. Vinés E, Orellana M, Bravo C, Jofré D. Manejo del cáncer de cabeza y cuello: ¿Radioterapia a quién, cuándo y por qué?. Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello [Internet]. 2017. [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162017000100013>.
46. Tirado L, Granados M. Epidemiología y Etiología del Cáncer de la Cabeza y el Cuello [Internet]. Incan-mexico.org. 2007 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <http://incan-mexico.org/revistainvestiga/elementos/documentosPortada/1181662434.pdf>
47. Silva Galbiatti A, Padovani A, Maníglia J. Head and neck cancer: causes, prevention and treatment [Internet]. Core.ac.uk. 2013 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/82106906.pdf>
48. Gallegos Hernández J. El cáncer de cabeza y cuello. Factores de riesgo y prevención [Internet]. Medigraphic.com. 2006 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2006/cc064m.pdf>
49. Montero P. Cáncer de Cabeza y Cuello asociado a Virus Papiloma Humano: Prevención, diagnóstico y tratamiento [Internet]. Elsevier.es. 2018 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-pdf-S0716864018300907>
50. HPV en la boca: todo lo que tenes que saber Bis Salud [Internet]. Bis Salud. 2020 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://bisodontologia.com/lesiones-orales-por-hpv-que-son/>
51. Cáncer e infecciones por el virus de Epstein-Barr [Internet]. MiSistemaInmune. 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en:

<https://www.misistemainmune.es/enfermedades-sistema-inmunitario/cancer/cancer-e-infecciones-por-el-virus-de-epstein-barr>

52. Medina Á, López D, Mosqueda S, Mora D, Dueñas R. Virus de Epstein-Barr y su relación con el desarrollo del cáncer. [Internet]. Revistas.udea.edu.co. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/25886/20794640#toc>
53. Gallegos J. Cáncer de cabeza y cuello [Internet]. Elsevier.es. 2015 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-pdf-S1665920115000024>
54. Espino O, Romero J, Boza Y, Acevedo O, Quintana I, Selme P. Concordancia clínico-histopatológica en lesiones de cabeza y cuello. MediSur [Internet]. 2009 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2009000100005&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2009000100005&lng=es).
55. Cajaraville G, Carreras M, Massó J, Tamés M. Oncología [Internet]. Sefh.es. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.sefh.es/bibliotecavirtual/fhtomo2/CAP14.pdf>
56. Granados M, Beltrán A, Soto B, León A. Cirugía oncológica: evolución histórica y estado actual [Internet]. Medigraphic.com. 2011 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2011/gm116q.pdf>
57. Meyer P. Generalidades de la cirugía oncológica [Internet]. Vetcomunicaciones.com.ar. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/oncolog\\_a\\_pablo\\_meyer.pdf](https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/oncolog_a_pablo_meyer.pdf)
58. Quimioterapia neoadyuvante, adyuvante y concomitante, ¿qué son? [Internet]. Itaccancer.es. 2016 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en:

<https://itaccancer.es/es/noticias/quimioterapia-neoadyuvante-adyuvante-y-concomitante-que-son/>

59. Menores dosis de quimioterapia controlarían mejor el cáncer [Internet]. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/Zvzldva>
60. Los pioneros de la radioterapia [Internet]. Rincón Educativo. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/los-pioneros-de-la-radioterapia>
61. Wagener D. The History of Oncology [Internet]. 2009 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=53fmwacXu44C&pg=PA128&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=53fmwacXu44C&pg=PA128&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
62. Radioterapia [Internet]. Diarium.usal.es. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://diarium.usal.es/lcal/files/2013/10/Radioterapia.pdf>
63. Baskar R. Cancer and Radiation Therapy: Current Advances and Future Directions [Internet]. Medsci.org. 2012 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.medsci.org/v09p0193.pdf>
64. Paladini G. Comprehensive Division of RADIOTHERAPY [Internet]. Aots.sanita.fvg.it. 2021 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [www.aots.sanita.fvg.it/aots/InfoCMS/RepositPubbl/table35/32/Allegati/radiotherapy.pdf](http://www.aots.sanita.fvg.it/aots/InfoCMS/RepositPubbl/table35/32/Allegati/radiotherapy.pdf)
65. Hurtado DC, Estrada JH. Complicaciones orales en pacientes sometidos a radioterapia: revisión de literatura. Univ Odontol. 2012 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/download/4348/3633>
66. Biete A. UNA MIRADA AL PASADO VII [Internet]. Seor.es. 2018 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [https://seor.es/wp-content/uploads/2020/05/Mirada\\_VII\\_1.pdf](https://seor.es/wp-content/uploads/2020/05/Mirada_VII_1.pdf)

67. ¿Qué es la radioterapia? [Internet]. 2011 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: [www.redescuelassalud.es/podemosAyudar/cuidados/docs/Guia Radioterapia AECC.pdf](http://www.redescuelassalud.es/podemosAyudar/cuidados/docs/Guia_Radioterapia_AECC.pdf)
68. American Cancer Society. Radioterapia con rayo externo [Internet]. Cancer.org. 2019 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/radioterapia/radioterapia-externa.html>
69. (ACR) R. Radioterapia guiada por imágenes (IGRT) [Internet]. Radiologyinfo.org. 2018 [Acceso 16 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/es/info/igrt>
70. Arellanes Jarquín E. Inventario Funcional de Equipos Médicos de Alta Tecnología (EMAT) [Internet]. 2015 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipoMedico/Inventario EMAT IB Gto.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipoMedico/Inventario EMAT_IB_Gto.pdf)
71. Estévez Cobo L, Gómez Delgado I, Estévez Gómez L. Braquiterapia: tratamiento eficaz para varios tipos de cáncer. Medicentro Electrónica [Internet]. 2018 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30432018000300018&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432018000300018&lng=es).
72. Álvarez GómezG, López Camacho R, Botero Torres J, Botero Gómez S, Cardona Álzate D, Carmona Ross P et al. Alteraciones en la cavidad bucal en pacientes tratados con radioterapia de cabeza y cuello. Medellín, Colombia. Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]. 2017 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/rom/article/view/60330>
73. Ávila Sánchez C, Téllez Rodríguez J, López Fernández R. Sialoadenitis bacteriana crónica recurrente de la infancia. Caracterización clínica

[Internet]. 2015 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-23912015000200009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912015000200009)

74. Delgado I, Irizar L, Peña P, Pérez D, Abizanda S. Sialoadenitis: Revisión bibliográfica de los artículos científicos más relevantes publicados en los 2 últimos años. [Internet]. 2008 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [http://biopat.cs.urjc.es/conganat/files/2007-2008\\_G14.pdf](http://biopat.cs.urjc.es/conganat/files/2007-2008_G14.pdf)
75. Barboza G. ABORDAJE DE LAS COMPLICACIONES ORALES DEL PACIENTE ONCOLÓGICO SOMETIDO SOMETIDO A QUIMIO-RADIOTERAPIA UN RETO PARA LA ODONTOLOGÍA ACTUAL [Internet]. Redalyc.org. 2015 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3242/324243574004.pdf>
76. CUEVAS-GONZÁLEZ, M. V.; ECHEVARRÍA-Y- PÉREZ, E.; DÍAZ-AGUIRRE. C. M. & CUEVAS-GONZÁLEZ, J. C. Tratamiento de la mucositis oral en pacientes oncológicos. Revisión de la literatura y experiencia en el Hospital General de México. Int. J. Odontostomat. 2015. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v9n2/art16.pdf>
77. Mora-Montoya D, Gómez-García FJ, Yassin-Noreña L, López Jornet P, Vicente-Ortega V. Evaluación de terapias alternativas en mucositis oral experimental. Av. Odontoestomatol. 2016 [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/svzCC5M>
78. Martín Martín M, López M, Cerezo L. Xerostomía postradioterapia. Eficacia de tratamientos tópicos basados en aceite de oliva, betaína y xilitol. Odontoestomatol. 2014. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v30n3/original8.pdf>
79. Vega Menchaca N, Milena Corral Apodaca M, Estrada Esquivel B, Nevárez Rascón A. Enfermedades orales secundarias a quimio y radioterapia en pacientes con cáncer en cabeza y cuello. 2018. [Acceso

- 16 de abril 2021] Disponible en: [www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2018/ora1861d.pdf](http://www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2018/ora1861d.pdf)
80. Turner L, Muralidhar M, Sunday OA. Review of the Complications Associated with Treatment of Oropharyngeal Cancer: A Guide to the Dental Practitioner. 2014. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3773981/>
81. Sánchez-Lara K, Rodríguez-Ríos L, R. Sosa-Sánchez a, Green-Renner D. Trastornos del gusto en pacientes oncológicos. 2009. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-articulo-trastornos-del-gusto-pacientes-oncologicos-X1665920109479406>
82. Silvestre-Donat FJ, Puente Sandoval A. Efectos adversos del tratamiento del cáncer oral. Av. Odontostomatol. 2008. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v24n1/original11.pdf>
83. INSTITUTO NACIONAL DE CÁNCER. Complicaciones orales de la quimioterapia y la radioterapia a la cabeza y el cuello. 2020. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/efectos-secundarios/boca-garganta/complicaciones-orales-pro-pdq#\\_939\\_toc](https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/efectos-secundarios/boca-garganta/complicaciones-orales-pro-pdq#_939_toc)
84. Molina Melo G, Demetrio Souza P, Bastos Castro L, Catafesta Neves M, Espirito Santo K, Cervantes O. Laryngeal chondroradionecrosis following radiotherapy. Rev. Col. Bras. Cir. [Internet]. 2017. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69912017000400374&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69912017000400374&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
85. Sancho E Rivas P Escorial O Cortés JM Millán J Vallés H. La condroradionecrosis laríngea como complicación tardía de la radioterapia. 2001. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en:

<http://www.saorl.org/catalogo.aspx?idArea=40&idPadre=0&idNodo=45&idParrafo=105>

86. Esquivel Miranda M, Moya Álvarez, Alvarado F. Diagnóstico Diferencial entre recurrencia tumoral vs. Radionecrosis mediante la utilización del PET. 2003. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/neuroeje/17n1/ART3.htm>
87. Durán E., Valderrama G., Buitrago A. OXÍGENO HIPERBÁRICO EN EL MANEJO DE RADIONECROSIS DEL TALLO CEREBRAL EN UNA PACIENTE CON MÉDULOBLASTOMA. 2013. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: [www.scielo.org.co/pdf/med/v21n2/v21n2a12.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/med/v21n2/v21n2a12.pdf)
88. Piana D, Guzmán E. Leucoencefalopatía Post-Radioterapia: Reporte de Caso y Revisión de Literatura. 2018. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rneuro/v27n3/2631-2581-rneuro-27-03-00077.pdf>
89. Almeida Branco M, Vargas F, Fernández F. Sarcoma miofibroblástico posradioterapia. 2016. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/orl/v76n1/art10.pdf>
90. Garbizu JM, Mateo Sierra O, Pérez Calvo JM, Iza B y Ruiz F. Tumores craneales radioinducidos: serie clínica y revisión de la literatura. 2008. [Acceso 16 de abril 2021] Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/neuro/v19n4/3.pdf>