



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

Caries inducida por radiación derivada del tratamiento contra el cáncer de cabeza y cuello.

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Barrera Cupacán, Kevin Sebastián

Tutor:

Dra. Sandra Marcela Quisigüña Guevara

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Kevin Sebastián Barrera Cupacán, con cédula de ciudadanía 0401755855, autor del trabajo de investigación titulado: Caries inducida por radiación derivada del tratamiento contra el cáncer de cabeza y cuello, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 6 días del mes de mayo de 2025



Kevin Sebastián Barrera Cupacán

C.I: 0401755855

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Sandra Marcela Quisigüiña Guevara catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Caries inducida por radiación derivada del tratamiento contra el cáncer de cabeza y cuello, bajo la autoría de Kevin Sebastián Barrera Cupacán; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 30 días del mes de abril de 2025.



Dra. Sandra Marcela Quisigüiña Guevara

TUTORA

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Caries inducida por radiación derivada del tratamiento contra el cáncer de cabeza y cuello, presentado por Kevin Sebastián Barrera Cupacán, con cédula de identidad número 0401755855, bajo la tutoría de Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, a los 6 días del mes de mayo de 2025.

Dr. Cristian David Guzmán Carrasco
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Kathy Marilou Llori Otero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Victor Israel Crespo Mora
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Barrera Cupacán Kevin Sebastián** con CC: **0401755855**, estudiante de la Carrera de **Odontología**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Caries inducida por radiación derivada del tratamiento contra el cáncer de cabeza y cuello**", cumple con el **8 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 30 de abril de 2025

Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara
TUTORA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto investigativo a mis padres y hermanos quienes durante toda mi carrera universitaria me apoyaron incansablemente, convirtiéndose en mi inspiración y mi fuerza de voluntad para superar toda adversidad para no perder el rumbo lejos de casa y lograr mi objetivo. Finalmente quiero agradecer a Ambar, quien con su amor y lealtad me apoyó en todo momento y me dio fuerzas para mantener claros mis objetivos.

Kevin Sebastián Barrera Cupacán

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial a mi tutora Dra. Sandra Marcela Quisigüiña Guevara por ser mi guía en este proceso, quien con sus conocimientos me supo guiar para desarrollar el trabajo correctamente. A la Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme estudiar en tan prestigiosa institución de educación superior y vivir la experiencia universitaria de manera satisfactoria. A todos los docentes que supieron inculcar sus conocimientos y dogmas para desempeñarme como un buen estudiante y profesional. A mi familia, por ser un apoyo gigantesco e incondicional en toda mi vida y en mi carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Problema	15
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	18
2.1. Caries	18
2.1.1. Microorganismos	18
2.1.2. Fisiopatología	18
2.2. Principales métodos para la estadificación de la lesión cariosa	19
2.2.1. International Caries Detection and Assessment System II (ICDAS)	19
2.2.2. International Caries Classification and Management System (ICCMS)	19
2.3. Caries de esmalte, dentina y cemento	19
2.3.1. Caries de esmalte	19
2.3.2. Caries de dentina	20
2.3.3. Caries de cemento	20
2.4. Cáncer de cabeza y cuello	21

2.4.1. Factores de riesgo	21
2.5. Radioterapia de cabeza y cuello	22
2.5.1. Tipos de entornos para aplicación de radioterapia de cabeza y cuello	22
2.5.2. Efectos secundarios de la radioterapia	22
2.5.3. Efectos secundarios agudos	23
2.5.4. Efectos secundarios tardíos	23
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.	24
3.1. Tipo de Investigación.	24
3.2. Diseño de Investigación	24
3.3. PRISMA	24
3.3.1. Formulación de la pregunta PICO	24
3.3.1.2. Estrategia de Búsqueda	25
3.3.1.3. Establecimiento de criterios de selección para limitar la búsqueda	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. RESULTADOS	30
4.2. DISCUSIÓN	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	49
5.1. CONCLUSIONES	49
5.2. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Pregunta PICO _____	25
Tabla 2. Estrategia de búsqueda en las diferentes bases de datos _____	25
Tabla 3. Estrategia de Búsqueda _____	27
Tabla 4. Artículos en etapa de inclusión _____	27
Tabla 5. Efectos de la radiación en la superficie dental _____	30
Tabla 6. Efectos directos e indirectos que provocan la aparición de caries por radiación __	34
Tabla 7. Dosis de radiación en radioterapia de cabeza y cuello y su relación con la caries_	39
Tabla 8. Comportamiento de los microorganismos orales después de la radiación _____	42
Tabla 9. Caries por radiación y como afecta a la calidad de vida de los pacientes _____	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma PRISMA	26
-----------------------------	----

RESUMEN

El cáncer de cabeza y cuello tiene una alta incidencia a nivel mundial cuyo tratamiento indicado para conseguir la disminución del tumor es la radioterapia. La radioterapia de cabeza y cuello y su mecanismo de acción puede provocar diversos efectos secundarios, entre ellos la caries por radiación. Se propuso analizar la relación entre la caries dental con la radioterapia de cabeza y cuello a través de una recopilación documental proveniente de fuentes de alto impacto. **Metodología:** Se realizó la búsqueda en bases de datos como Pubmed, Scopus y Web of Science, utilizando metodología PRISMA y cumpliendo criterios de inclusión para la búsqueda de artículos. **Resultados:** 30 artículos fueron finalmente seleccionados. La radioterapia afecta a las propiedades físicas de esmalte y dentina creando irregularidades en la superficie ideales para la colonización bacteriana. A medida que los Gy aumentan la pieza dental se degrada gradualmente; la radiación afecta el flujo salival, aumenta las poblaciones de bacterias cariogénicas y disminuye el pH; una mala higiene oral y una dieta cariogénica aumenta el riesgo de caries por radiación. La calidad de vida se afecta por el avance de la enfermedad que indica la extracción y una posible osteoradionecrosis, el aumento en consumo de dieta cariogénica y las bajas tasas de flujo salival. **Conclusión:** La radioterapia hace más susceptible a un paciente a tener caries por radiación. La dosis acumulada, las bacterias y los estados de hiposalivación influyen en el riesgo de desarrollar caries por radiación. La calidad de vida de los pacientes se afecta por la caries por radiación, aumenta el riesgo de osteoradionecrosis y la ingesta de una dieta cariogénica aumenta el riesgo de sufrir caries por radiación post radioterapia.

Palabras claves: caries por radiación, cáncer de cabeza y cuello, radioterapia, efectos secundarios

Abstract

Head and neck cancer have a high global incidence, and radiotherapy is the primary treatment to achieve tumor reduction. However, head and neck radiotherapy and its mechanism of action can cause various side effects, including radiation dental caries. This study aimed to analyze the relationship between dental caries and head and neck radiotherapy through a systematic review of high-impact sources. A literature search was conducted in PubMed, Scopus, and Web of Science databases following PRISMA guidelines and applying inclusion criteria for article selection. Thirty articles were ultimately included. The results show that radiotherapy alters the physical properties of enamel and dentin, creating surface irregularities that facilitate bacterial colonization. As radiation doses (Gy) increase, dental structures gradually degrade. Radiation reduces salivary flow, increases cariogenic bacterial populations, and lowers oral pH. Poor oral hygiene and a cariogenic diet further elevate the risk of radiation caries. Quality of life is impacted by disease progression, often leading to tooth extraction and potential osteoradionecrosis, alongside increased cariogenic dietary habits and reduced salivary flow rates. Ultimately, radiotherapy heightens a patient's susceptibility to radiation caries. Cumulative radiation dose, bacterial factors, and hyposalivation states significantly influence this risk. Radiation caries adversely affects patients' quality of life, increase osteoradionecrosis risk, and post-radiotherapy cariogenic diets further exacerbate the likelihood of developing radiation caries.

Keywords: Radiation dental caries, head and neck cancer, radiotherapy, side effects.



Reviewed by:
Mgs. Jenny Alexandra Freire Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604235036

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El cáncer de cabeza y cuello es el séptimo cáncer más común a nivel mundial. Anualmente se reportan más de 890.000 nuevos casos y 450.000 muertes siendo el continente asiático donde más casos nuevos y muertes se reportan cada año. Le sigue Europa, Norteamérica, Latinoamérica y el Caribe, África y Oceanía. En Ecuador, en el año 2022 se registraron 595 nuevos casos y 283 fallecidos.(1–3)

El cáncer de cabeza y cuello en su mayoría es derivado de hábitos nocivos como ingesta de alcohol y tabaco u irritantes de la cavidad oral.(4) Los pacientes afectados por la enfermedad en la mayoría de los casos reciben un diagnóstico tardío por ende teniendo una menor esperanza de supervivencia.(5) De todos los tipos de cáncer que afectan a la cavidad oral el Carcinoma Oral de Células Escamosas es el más prevalente. Por otro lado, el cáncer derivado del virus del papiloma humano está aumentando en los últimos años.(6)

La presencia del cáncer de cabeza y cuello puede afectar la capacidad fonatoria y masticatoria a medida que el tumor crece siendo necesario varios acercamientos terapéuticos como la cirugía, quimioterapia y radioterapia. Los efectos secundarios son esperados en estos 3 procedimientos y debe ser realizado mayoritariamente con un equipo multidisciplinario.(7)

La radioterapia como parte del tratamiento multidisciplinario es administrada a más de la mitad de los pacientes que padecen cáncer de cabeza y cuello.(8) Sin embargo, la mayoría de los pacientes son susceptibles a presentar efectos adversos en la cavidad oral producidos por la radiación ionizante. Uno de los efectos secundarios es la caries por radiación en donde las piezas dentales presentan una pérdida de estructura altamente destructiva y progresiva.(9)

La radiación afecta a los tejidos blandos y duros del diente, esto sumado a otros factores como xerostomía y aumento de actividad cariogénica de ciertos tipos de bacterias aumenta el riesgo de aparición de caries dental por radiación.(10) Una vez establecida la caries, la supervivencia del diente en boca está condicionada por factores como una posible extracción de la pieza dental, la debilitada capacidad de sanación del paciente y el establecimiento de osteoradionecrosis en maxilar o mandíbula.(10)

Existen muchos otros factores que pueden desencadenar diversas patologías en el paciente que ha sido irradiado, muchas veces los efectos inevitables e irreversibles.(11) Con la

finalidad de evitar problemas más graves en el paciente, el seguimiento de modelos predictivos, la concientización del paciente, la promoción y prevención de la salud oral y la correcta higiene de la cavidad oral pueden mitigar los efectos secundarios.(12)

En base a lo descrito, la presente investigación pretende detallar la relación entre la caries dental y la radioterapia en pacientes con cáncer de cabeza y cuello a través de una búsqueda de artículos científicos presentes en diferentes bases de datos confiables.

1.1 Problema

El cáncer de cabeza y cuello es el séptimo cáncer más común a nivel mundial en donde cada año se reportan más de 890.000 nuevos casos y 450.000 muertes.(1) Según los datos de GLOBOCAN, en el año 2022 se reportaron 947.211 nuevos casos que pertenecen a la incidencia a nivel mundial para dicho año.(13) Específicamente, los nuevos casos se presentan como: 389.846 casos de cáncer de labio y cavidad oral, 189.191 de laringe, 120.434 de nasofaringe, 106.400 de orofaringe, 86.257 de hipofaringe y 55.083 de glándulas salivales.(13) Por otro lado, las muertes totales fueron de 482.428 derivadas de los cánceres que pertenecen a las neoplasias de Cabeza y Cuello.(13) La incidencia general del cáncer de cabeza y cuello sigue en aumento, en donde se espera que para el año 2030 sea del 30% anual.(2)

En el continente asiático en el año 2022 se registraron 605.459 nuevos casos siendo la India el país más afectado(14), pudiéndose asociar al consumo masticación de nuez de areca (quid de betel), con o sin tabaco.(3) El continente europeo registró 161.910 nuevos casos(15) seguido de Norte América con 70.677 nuevos casos.(16) En Latinoamérica los nuevos casos totales sumaron 55.310(17); el continente africano registró 46.325 nuevos casos(18) y Oceanía 7.500 nuevos casos(19). Al tener la mayor incidencia, el continente asiático también registro el mayor número de muertes con 334.887.(14)

En Ecuador, según GLOBOCAN (20) en el año 2022 se registraron nuevos casos detallados de la siguiente manera: cáncer de labio y cavidad oral 244, cáncer de laringe 148, cáncer de orofaringe 86, cáncer de glándulas salivales 84, cáncer de nasofaringe 33.(20) La incidencia para el año 2022 fue de 595 nuevos casos con un total de fallecidos de 283. No se registraron pacientes con cáncer de hipofaringe.(20)

La radioterapia es un tratamiento para tratar el cáncer de cabeza y cuello en donde se utiliza radiación ionizante para destruir las células neoplásicas.(21) Cerca del 80 % de los pacientes que poseen la enfermedad están recibiendo radioterapia como parte de su tratamiento multidisciplinario.(21) Entre el 50 al 60 % de los pacientes tienen afectados los ganglios linfáticos al momento del diagnóstico.(22) Sin embargo, no es una terapia individualizada y puede provocar diversos efectos secundarios. Un efecto secundario llamativo e importante es la caries por radiación que tiene una incidencia del 29% entre la población con tendencia a aumentar cuando no se toman medidas preventivas.(22)

1.2 Justificación

La investigación tendrá como finalidad dar a conocer al lector, tanto profesionales de la salud, docentes o cualquier persona en todo ámbito, sobre el efecto de la radiación en las piezas dentales. El impacto de la radioterapia muchas veces puede no ser comprendido por la sociedad, o muchas veces se desconoce los efectos secundarios que aparecen temprana o tardíamente en la cavidad oral. Aquellos pacientes deben ser orientados a una atención no solo después del tratamiento oncológico si no antes para precautelar la integridad de la salud ya de por si comprometida.

Para los odontólogos, la investigación será una fuente de conocimiento que podrá ser aplicada en su labor diaria. Esto será posible porque la investigación incluirá como la radiación afecta a la cavidad oral y también como un apartado especial se enumerarán los efectos secundarios de la misma. Se espera que, las instituciones de salud del país que posean protocolos de atención a pacientes con cáncer de cabeza y cuello fomenten el cuidado dental de los pacientes mediante las revisiones periódicas en ámbito hospitalario.

Para los médicos, en especial los oncólogos la investigación les brindará la capacidad de orientar a sus pacientes hacia el odontólogo ya que conocerán las consecuencias que podrían aparecer en la cavidad oral. Al ser el pilar de la atención medica de la sociedad, podrá dar el punto de partida para crear nuevos protocolos de atención para mejorar la calidad y reducir los índices de complicaciones de la radioterapia. Finalmente, la preservación de las piezas dentales a través de la prevención durante la radioterapia de Cabeza y Cuello es lo que los profesionales aconsejarán e implementarán en sus pacientes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la relación entre la caries dental con la radioterapia de cabeza y cuello a través de una recopilación documental proveniente de fuentes de alto impacto.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar como la radiación afecta a la pieza dental y como la hace más susceptible a presentar caries.
- Identificar los efectos directos e indirectos que predisponen a la formación de caries por radiación.
- Estudiar como la caries por radiación afecta la calidad de vida de los pacientes adultos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Caries

La caries dental es una enfermedad oral muy extendida que sigue siendo un problema de salud pública global.(23) A pesar del avance en los tratamientos con fines preventivos o de lesiones perceptibles, en todo el mundo 2.300 millones de personas presentan caries no tratadas en su dentición permanente.(23) Actualmente, Se sabe que las lesiones de caries, cavitadas y no cavitadas, son causadas por un desequilibrio fisiológico entre la biopelícula y el mineral dental.(24)

2.1.1. Microorganismos (25)

El *Streptococcus* spp. Coloniza inicialmente a la biopelícula dental y el *Streptococcus mutans* posee la capacidad de metabolizar y procesar carbohidratos de azúcar. Estudios recientes demostraron que por sí solo la *S. mutans* no podría desarrollar caries ya que necesita de otras especies bacterianas. Los siguientes microorganismos se consideran cariogénicos: *Bifidobacterium dentium*, *Lactobacillus fermentum*, *Scardovia wiggsiae*, *Prevotella*, *Actinomyces viscosus* e incluso la *Candida albicans*.(25)

2.1.2. Fisiopatología

La desmineralización progresiva de los tejidos duros del diente se produce por la acción de ácidos orgánicos producidos por el metabolismo de ciertos microorganismos, en donde la progresión de la lesión es directamente proporcional a la higiene y al consumo de azúcar.(26) La caries dental se produce ante una alteración de la homeostasis o alteraciones del pH que interactúa directamente con la formación paulatina de la placa dental.(26) Ante una alteración en el pH de 5,5 a 6, algunas bacterias resistentes a ambientes ácidos pueden proliferar convirtiéndose en el primer paso para la formación de caries.(27)

En específico la *S. mutans* es capaz de producir lactato, formiato y etanol en su proceso de fermentación.(28) En el proceso de acidificación de la superficie, se produce un cambio en la composición microbiana de la placa dental con aumento paulatino de más especies acidógenas y resistentes a los ácidos.(28)

2.2. Principales métodos para la estadificación de la lesión cariosa

2.2.1. International Caries Detection and Assessment System II (ICDAS)

Es un sistema que mediante la codificación de la lesión cariosa se establece el avance de la lesión a través de su interpretación visual.(29) La interpretación se detalla a continuación: código 0 = sano, código 1 = mancha blanca/marrón en esmalte seco, 2 = mancha blanca/marrón en esmalte húmedo, 3 = microcavidad en esmalte seco menor a 0.5mm, 4 = sombra oscura de dentina vista a través del esmalte húmedo con o sin microcavidad, 5 = exposición de dentina en cavidad mayor a 0.5mm hasta la mitad de la superficie, 6 = exposición de dentina en cavidad mayor a la mitad de la superficie dental.(29)

2.2.2. International Caries Classification and Management System (ICCMS)

El ICCMS por su parte va de la mano con la interpretación radiográfica y clínica a través de 4 etapas: 1 D. Determinar: evaluación del riesgo de caries; 2 D. Detectar y evaluar: estadificación del proceso de caries combinando criterios visuales con radiográficos; 3 D. Decidir: plan de cuidado personalizado del paciente y de la superficie dental, y 4 D. Hacer: atención preventiva ajustada al riesgo a nivel individual. (30)

Habiendo dicho lo anterior y siguiendo la etapa 2, el diagnóstico definitivo de la lesión cariosa se basa en el código ICDAS entonces la estadificación de la lesión cariosa según ICCMS será: superficies dentales sanas (ICDASTM código 0); caries en estadio inicial (ICDASTM códigos 1 y 2); caries en estadio moderado (ICDASTM códigos 3 y 4) y caries en estadio extenso (ICDASTM códigos 5 y 6). (31)

2.3. Caries de esmalte, dentina y cemento

2.3.1. Caries de esmalte

El pH crítico del esmalte oscila entre 4,5 a 5. Cuando el pH cae en valores menores a 5, la biopelícula dental produce en el esmalte la desmineralización.(32) La pieza dental naturalmente posee áreas de estancamiento de placa, las más comunes son fosas y fisuras en dientes posteriores y región cervical. Toda lesión cariosa comienza con un signo de grabado en su superficie debajo de la placa dental cuando el líquido de la placa comienza a saturarse

sobre el mineral del esmalte. En proceso cariogénico establecido la disolución produce microporosidades en la superficie del esmalte que se extenderá más hacia la profundidad del tejido.(33)

Estas microporosidades suelen estar ubicadas en el límite del prisma en lesiones iniciales y en el núcleo del prisma en lesiones crónicas. Se pueden diferenciar 4 zonas de lesión cariosa en esmalte: zona superficial, cuerpo de la lesión, zona oscura y zona traslúcida.(33)

2.3.2. Caries de dentina

Al llegar la lesión cariosa a la unión amelodentinaria, esta puede progresar rápidamente por la invasión bacteriana de los túbulos dentinarios; clínicamente se puede diferenciar dos tipos de afectación. La primera es la dentina infectada la cual es blanda y de color amarillo llamada zona de dentina necrótica, más profundamente se localiza la zona de dentina desmineralizada superficial, con deformación de morfología tubular, pero con integridad de la matriz orgánica. Los túbulos se encuentran dilatados y congestionados por microorganismos esta dentina no es capaz de remineralizarse y en mayor medida no se encuentra en lesiones de caries detenida.(34)

La dentina afectada posee un tejido alterado con presencia en su mayoría de microorganismos acidogénicos. En la superficie hacia la pulpa se encuentra una zona de dentina desmineralizada profunda, por debajo de la zona de desmineralización más superficial una zona de esclerosis dentinaria y luego dentina reaccional. Lo mencionado anteriormente se denomina zona de dentina hipermineralizada. En su sector más profundo, no hay invasión bacteriana, es un tejido vital, es sensible a la instrumentación. En dentina la caries avanza siguiendo la curvatura de los túbulos dentinarios.(34)

2.3.3. Caries de cemento

Entre los diversos factores que predisponen al desarrollo de caries de cemento están edad, recesión gingival, mala higiene, pH crítico (6,7 en cemento), fármacos y enfermedades que disminuyen el flujo salival.(35) La exposición de superficies radiculares por pérdida de inserción o recesión gingival produce una exposición al medio oral. Las caries de cemento generalmente se inician en el límite amelo dentinario y afecta el cemento acelular, de superficie irregular. Cuando la placa bacteriana comienza a asentarse en los espacios

antiguamente ocupados por las fibras de Sharpey la desmineralización del cemento se da en forma de bloques derivado de la antigua aposición incremental del cemento.(35)

2.4. Cáncer de cabeza y cuello

El cáncer de cabeza y cuello es una enfermedad derivada de mutaciones genéticas provocadas por agentes teratógenos o un cambio sustancial en la homeostasis de procesos metabólicos. (36) Se considerará este tipo de cáncer cuando aparezca en las siguientes estructuras: nasofaringe, la orofaringe, la hipofaringe, la laringe, la cavidad nasal, la cavidad oral, el suelo de la boca, el paladar, la lengua, las amígdalas, el esófago, el oído medio, los senos paranasales, las glándulas salivales, piel de la glándula tiroides.(6)

2.4.1. Factores de riesgo

El consumo de alcohol, tabaco y la infección por virus de papiloma humano son factores de riesgo establecidos para desarrollar cáncer de cabeza y cuello.

2.4.1.1. Alcohol

El abuso de alcohol y el desarrollo de cáncer se relaciona directamente por el etanol e indirectamente por sus metabolitos oxidativos como el acetaldehído. (37)El consumo excesivo expone a las células epiteliales a compuestos carcinógenos haciéndolas susceptibles a los factores oncogénicos del alcohol (estrés oxidativo, modificaciones epigenéticas, daño en el ADN, reparación inexacta del ADN y formación de aductos de ADN).(37)

2.4.1.2. Tabaco

Su consumo en todas las formas se ha catalogado como carcinógeno grupo 1 por la IARC desde el año 1985; determinándose que, la capacidad de desarrollar cáncer depende de la cantidad de consumo por día y la duración.(38) Su consumo se relaciona con el apareamiento de fibrosis submucosa oral y leucoplasia que pueden transformarse en carcinoma oral de células escamosas(39) procesos derivados de la hiperqueratosis que se desarrolla en los tejidos de recubrimiento.(40)

2.4.1.3. Virus del Papiloma Humano (VPH)

El virus del papiloma humano (VPH) se considera un factor de riesgo importante en el apareamiento de cáncer de cabeza y cuello, siendo su manifestación más prevalente el carcinoma de células escamosas orofaríngeo.(41,42) Su variante denominada VPH 16 es considerada de alto riesgo y es responsable de la mayoría de los cánceres en cavidad oral y orofaringe.(43)

2.5. Radioterapia de cabeza y cuello

La radioterapia para tratar los cánceres de cabeza y cuello es el método de elección para tratar el crecimiento tumoral. La dosis de radiación convencional de 2 a 2,25 Gy por fracción hasta un total de 70 Gy es la terapéutica actual para tratar la mayoría de los casos.(44)

Actualmente, cerca del 75% de los pacientes con cáncer de y cuello reciben radioterapia en donde primeramente se realiza tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RMN) y la tomografía por emisión de positrones-tomografía computarizada (PET) para evaluar tamaño, extensión del tumor y relación con otros tejidos y órganos.(45)

2.5.1. Tipos de entornos para aplicación de radioterapia de cabeza y cuello

De Felice(46) establece 3 entornos o guías para aplicación de radioterapia de cabeza y cuello. En primer lugar, se habla del entorno curativo cuando la lesión en estadio T1-2N0 negativo/positivo para p16 en donde la lesión se trata únicamente con radioterapia. En segunda instancia se encuentra la aplicación adyuvante en lesiones T3-4 N2-3, donde se necesita una cirugía y luego se aplicará radioterapia de 6 a 7 semanas después para controlar las posibles recidivas del tumor. Finalmente, está el entorno paliativo en donde se aplica radioterapia a pacientes con una enfermedad altamente metastásica cuando el tratamiento curativo no será efectivo.(46)

2.5.2. Efectos secundarios de la radioterapia

Los pacientes sometidos a radioterapia de cabeza y cuello experimentan efectos secundarios que dependen de la dosis total de radiación administrada, el tiempo de aplicación y las zonas donde es aplicada.(47)

2.5.3. Efectos secundarios agudos

Las manifestaciones tempranas por la irradiación incluyen diversas enfermedades como mucositis oral donde la mucosa se desprende sin capacidad de recuperación produciendo inflamación.(48) Otra consecuencia es la xerostomía que es la reducción del flujo salival causado por la pérdida parcial o total de función de las glándulas salivales cuyo riesgo involucra el desarrollo de candidiasis o caries cervical o radicular. La disgeusia o alteraciones del gusto puede derivarse de la mucositis oral lo que puede llevar a la pérdida total de la capacidad de sentir el sabor de los alimentos. Finalmente, la disfagia es la dificultad para digerir alimentos que puede conducir a desnutrición debido a la atrofia de los músculos encargados de llevar el bolo alimenticio al estómago.(48)

2.5.4. Efectos secundarios tardíos

Se definen como efectos tardíos aquellos que aparecen desde los 90 días posteriores a la radioterapia y llegan a durar varios años o incluso toda la vida.(49) Los efectos adversos van desde la xerostomía, hiposalivación y candidiasis. Sin embargo, se observan de igual manera otras afecciones tales como osteoradionecrosis, fibrosis, cambios en la piel, linfedema, hipotiroidismo y cánceres secundarios.(49) Dichas enfermedades pueden desarrollarse 5 años posteriores a la ventana de seguimiento y tienen más riesgo de aparecer si la radiación afectado las vías linfáticas en el cuello.(50) Los efectos secundarios tardíos en particular, pueden afectar negativamente la calidad de vida de los pacientes en donde será necesario mayor tiempo de tratamiento para resolver dichas dolencias.(50)

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1. Tipo de Investigación.

Bibliográfica Documental

Es una investigación que se basa en la búsqueda y análisis de libros, artículos, informes o archivos para obtener información y conocimientos sobre un tema de interés.(51) Este tipo de investigación ayudará a recopilar información sobre la caries asociada con la radioterapia de cabeza y cuello.

3.2. Diseño de Investigación

No experimental de corte transversal porque no se manipulan las variables y el periodo de desarrollo de la investigación corresponderá al periodo 2024-2S.

Con alcance descriptivo porque se buscará detallar y especificar la relación entre la radioterapia y la caries en pacientes con cáncer de cabeza y cuello. Se emplearán instrumentos para recopilar, organizar y archivar la información recolectada.

Estudio retrospectivo: Se usará toda la información destacada en relación con la presencia de caries derivada del tratamiento con radioterapia en pacientes con cáncer de cabeza y cuello de artículos publicados desde el año 2020.

3.3. PRISMA

3.3.1. Formulación de la pregunta PICO

La pregunta PICO (población, intervención, comparación, outcomes) será: “¿Cuál es la relación entre la radioterapia y la caries en pacientes con cáncer de cabeza y cuello?”. Los elementos serán “P” (Población): Pacientes con cáncer de cabeza y cuello; “I” (Intervención): Radioterapia de cabeza y cuello; “C” (Comparación): Factores directos e indirectos que pueden hacer susceptible a la cavidad oral para el desarrollo de caries por radiación; “O” (outcomes): Analizar la relación entre el apareamiento de caries debido a la aplicación de radioterapia en el paciente como tratamiento antineoplásico. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Pregunta PICO

	Elemento 1	Elemento 2
P	Población	Pacientes con cáncer de cabeza y cuello
I	Intervención	Radioterapia de cabeza y cuello
C	Comparación	Factores directos e indirectos que pueden hacer susceptible a la cavidad oral para el desarrollo de caries por radiación
O	Outcomes (Resultados)	Analizar la relación entre el apareamiento de caries debido a la aplicación de radioterapia en el paciente como tratamiento antineoplásico

“¿Cuál es la relación entre la radioterapia y la caries en pacientes con cáncer de cabeza y cuello?”

3.3.1.2. Estrategia de Búsqueda

Se realizará una exhaustiva búsqueda en las 3 bases de datos establecidas, a su vez se debe enfatizar que se cumplan los criterios de selección a la par de obtener información relevante. En una búsqueda inicial se utilizaron palabras clave: radiation caries, head and neck cancer, dental caries, radiotherapy. Las palabras fueron combinadas utilizando operadores booleanos “AND”, “OR”, “NOT” en las diversas bases científicas utilizando el motor de búsqueda avanzada. (ver tabla 2)

Tabla 2. Estrategia de búsqueda en las diferentes bases de datos

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA
PubMed	((radiation caries) AND (radiotherapy)) AND (head and neck cancer) NOT (children)
Web of Science	radiation caries (All Fields) and radiotherapy (All Fields) and head and neck cancer (All Fields) not children (All Fields)
ProQuest	((radiation caries) AND (radiotherapy)) AND (head and neck cancer) NOT (children)

3.3.1.3. Establecimiento de criterios de selección para limitar la búsqueda

Criterios de inclusión: Artículos en idioma inglés, de acceso gratuito al texto completo, el año de publicación entre 2020 y 2024, artículos originales, artículos que estudie el bienestar de los pacientes post radioterapia de cabeza y cuello en pacientes adultos.

Criterios de exclusión: Artículos de 6 o más años de antigüedad, artículos sobre niños que padezcan cáncer de cabeza y cuello, artículos sin acceso gratis al texto completo.

Figura 1. Flujograma PRISMA

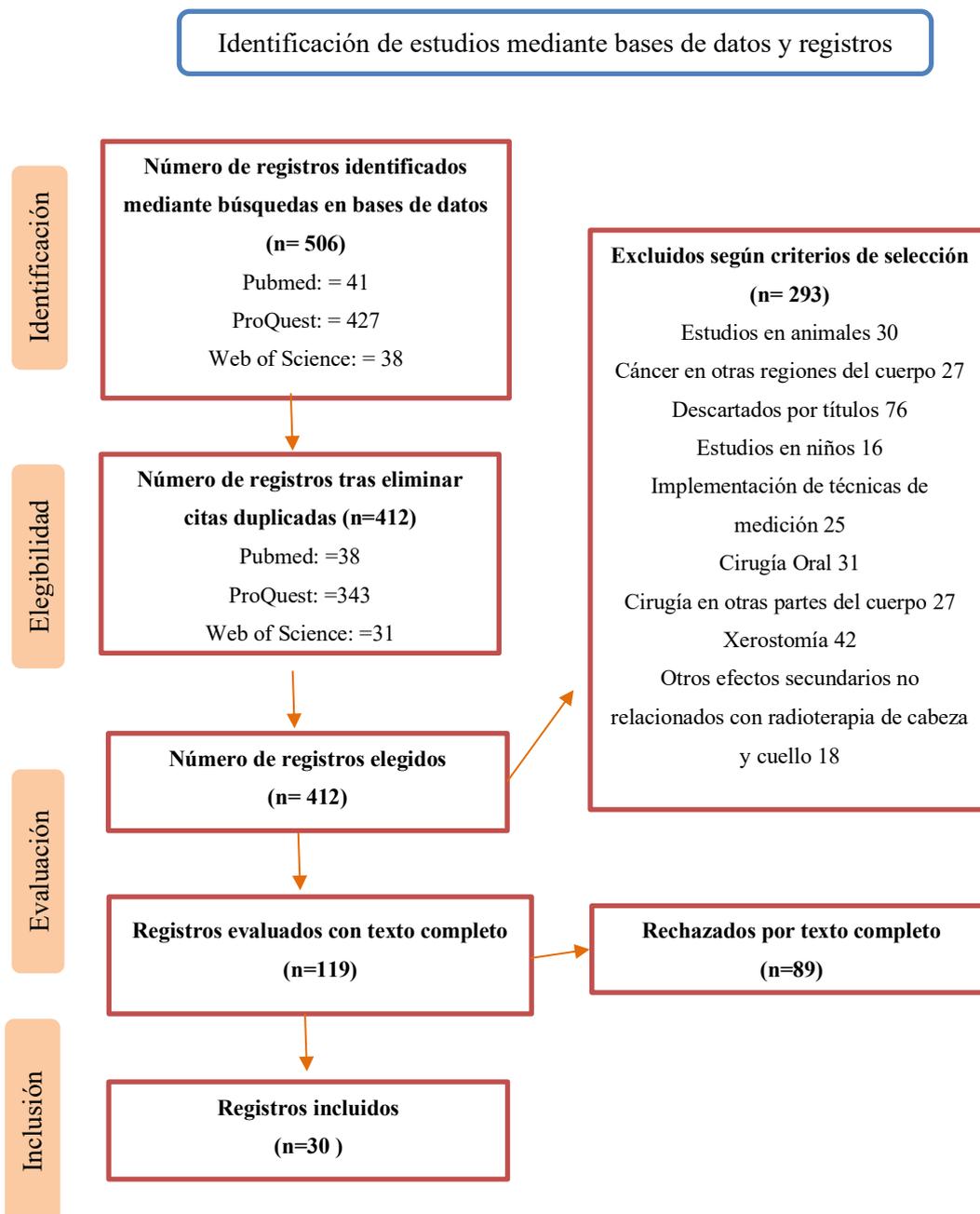


Tabla 3. Estrategia de Búsqueda

BASE DE DATOS	BOOLEANOS	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Pubmed	((radiation caries) AND (radiotherapy)) AND (head and neck cancer) NOT (children)	41
ProQuest	((radiation caries) AND (radiotherapy)) AND (head and neck cancer) NOT (children)	427
Web of Science	radiation caries (All Fields) and radiotherapy (All Fields) and head and neck cancer (All Fields) not children (All Fields)	38

Los artículos totales en la etapa inicial (ver figura 1) fueron 506. La búsqueda de la información necesaria implicó la lectura por fases de los artículos que son título, resumen o abstract y la lectura total de los artículos). Finalmente, 30 artículos cumplieron con los requisitos y se consideraron aptos para el desarrollo de la investigación.

Tabla 4. Artículos en etapa de inclusión

Nº	Autor	Base de datos	Procedencia	Cuartil	SJR
1	Klarić Sever E et al.,	ProQuest	Croacia	Q2	0.39
2	Wang Z et al.,	Pubmed	Estados Unidos	Q1	1.03
3	Kudkuli J et al.,	Pubmed	India	Q3	0.43
4	Priya AH et al.,	ProQuest	India	Q2	0.26

5	Sakiko S et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q1	0.97
6	Sohn HO et al.,	Pubmed	Taiwan	Q1	0.76
7	Palmier NR et al.,	ProQuest	Estados Unidos	Q3	0.37
8	Mester A et al.,	ProQuest	Suiza	Q1	0.82
9	Anushree et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q4	0.19
10	Daveshwar S et al.,	Pubmed	India	Q2	0.8
11	Derya GS et al.,	ProQuest	Italia	Q3	0.45
12	Oktay E et al.,	Web of Science	India	Q3	0.28
13	de Amorin et al.,	Web of Science	Países Bajos	Q2	0.65
14	Oglakci B et al.,	ProQuest	Costa Rica	Q3	0.19
15	Bulancea BP et al.,	Web of Science	Suiza	Q2	0.51
16	Yang J et al.,	ProQuest	Alemania	Q3	0.42
17	Başer Can ED et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	0.94
18	Matsuda Y et al.,	ProQuest	Suiza	Q2	0.61
19	de Carvalho A et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	0.94
20	Patel V et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q4	0.125
21	Mojdami ZD et al.,	Web of Science	Suiza	Q1	1.18
22	Thibault C et.,	ProQuest	Reino Unido	Q2	0.6

23	Dezanetti JMP et al.,	Web of Science	Alemania	Q1	1.01
24	Li Z et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q1	0.9
25	Yen-Wen S et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q1	0.74
26	Sudhir B et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	1.01
27	Kawashima M et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	1.01
28	Pedroso CM et al.,	Web of Science	Suiza	Q1	0.69
29	Lalla RV et al.,	Pubmed	Estados Unidos	Q2	0.56
30	Brook I. et al.,	Web of Science	Corea del Sur	Q2	0.7

El número de artículos encontrados por base de datos fue: 18 Proquest, 5 Pubmed y 7 Web of Science. Al finalizar la búsqueda se obtuvieron 30 artículos científicos que cumplían con los criterios de inclusión. 13 artículos con cuartil Q1 (46,67%); 9 artículos con cuartil Q2 (30%); 6 artículos con cuartil Q3 (20%); 2 artículos con Q4 (4%). Un artículo que ya había sido usado en el marco teórico sin la búsqueda con booleanos y que apareció luego de aplicar la combinación en las bases fue elegido en etapa de inclusión para complementar la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Tabla 5. Efectos de la radiación en la superficie dental

ARTÍCULO	AUTOR Y AÑO	DATOS ENCONTRADOS
Effect of ionizing radiation and cariogenic biofilm challenge on root-dentin caries	Lopes Camila de Carvalho Almança, Rodrigues RB, Cenci MS, Uehara Juliana LS, Timm MT, Limirio Pedro Henrique JO, et al. (2021)	La microdureza dentinaria se reduce y el esmalte se vuelve más rígido; la unión amelo-dentinaria se afecta provocando la delaminación de los tejidos creando una cavidad ideal para la colonización bacteriana. La caries por radiación avanza rápidamente hasta producirse la amputación coronal o pérdida de la pieza dental. La lesión de caries por radiación tiene un patrón circunferencial de desmineralización en la región cervical de la pieza dental.(52)
Radiotherapy quadrant doses in oropharyngeal cancer treated with intensity modulated radiotherapy	Patel V, Humbert-Vidan L, Thomas C, Sassoon I, McGurk M, Fenlon M, et al. (2020)	La característica propia de la caries por radiación es la presencia de la lesión en la unión cemento esmalte produciéndose, en casos avanzados, la decoronación de los dientes. Es poco común que los pacientes con este tipo de caries manifiesten dolor o sensibilidad y la posterior fractura dental, incluso con varios dientes afectados.(53)
Effects of ionizing radiation on surface	de Amorim, D. M. G., Veríssimo, A.	Los pacientes sometidos a radioterapia de cabeza y cuello son más propensos a

properties of current restorative dental materials	H., Ribeiro, A. K. C., de Assunção E Souza, R. O., de Assunção, I. V., Caldas, M. R. G. R., & Borges, B. C. D. (2021)	desarrollar caries en los márgenes de la restauración.(54)
Dosimetric evaluation of the effect of dental restorative materials in head and neck radiotherapy	Oktay E, Zerener T, Dırıcan B, Yıldız S, Sager O, Karaoglanoglu S, et al. (2022)	La exposición a dosis altas de radiación puede tener una adherencia deficiente de materiales restauradores en esmalte y dentina lo que puede provocar caries secundarias.(55)
Effect of the cavity disinfectant containing chitosan on dentin bonding strength after radiotherapy.	Derya GS, Borsoken AG, Kervancioglu G, N Ezgi YH. (2022)	La radioterapia daña los tejidos duros del diente, como el esmalte y la dentina, lo que resulta en la formación de caries, deterioro de la unión amelodentinaria, pérdida de la función de unión de la capa híbrida con daño a las fibrillas de colágeno y disminución de la fuerza de unión. La radioterapia provoca daños en las fibrillas de colágeno y conduce a una disminución de la estabilidad de la unión, la resistencia a la tracción, la resistencia a la abrasión y la dureza de la dentina.(56)
Evaluation of physical and adhesive properties of enamel after a therapeutic dose of radiation and bonding of orthodontic metal	Anushree A, Shetty A, Soans CR, Kuttappa MN, Shetty A, Shetty K, et al. (2021)	Las alteraciones en el esmalte y la dentina incluyen una solubilidad aumentada, microdureza reducida, pérdida del esmalte prismático, mayor riesgo de fractura, mayor formación de calcio y menor

brackets: an in vitro study.		contenido de oxígeno en el esmalte. Los cambios en esmalte son irreversibles. La alteración en la formación de colágeno afecta significativamente la propiedad mecánica del esmalte.(57)
The Side Effects of Therapeutic Radioiodine-131 on the Structure of Enamel and Dentin in Permanent Human Teeth	Mester A, Moldovan M, Taulescu M, Sarosi C, Petean I, Vulpoi A, et al. (2021)	Dientes libres de caries irradiados con yodo radioactivo en dosis terapéuticas mostraron que a 48 h después de la exposición, la superficie del esmalte mostró áreas multifocales e irregulares con rugosidad distintiva. A los 8 días después de la exposición, se revelaron múltiples cavidades, muy profundas y delimitadas con márgenes elevados en la estructura del esmalte. Las alteraciones estructurales se producen en la dentina a partir de las 12 h de tratamiento, La degradación continúa con el aumento de las depresiones con tendencia a la pérdida de minerales después de 48 h de tratamiento. La pérdida de minerales hace más visible la red de fibras de colágeno que rodea las formaciones de cantos rodados. La caries profunda de la dentina se observa a los 8 días.(58)
Effects of the professional oral care management program on patients with head and neck cancer after	Sohn HO, Park EY, Jung YS, Lee JY, Kim EK. (2021)	La radiación puede afectar directamente la estructura mecánica de la superficie dental, lo que puede ser una de las razones por las que las caries inducidas por la radiación se

radiotherapy: A 12-month follow-up		desarrollan más rápido que las caries convencionales.(59)
Evaluation of the efficacy of low concentration fluoride gel using custom trays to prevent radiation-related dental caries in patients with head and neck cancer: protocol for a randomised controlled phase III trial (FluCar study)	Sakiko Yanamoto Murata Kawashita Yoshimatsu Funahara M, et al. (2020)	S, S, M, Y, M, La desmineralización del esmalte se desencadena fuertemente por la irradiación directa, dañando la hidroxiapatita y alterando su estructura. Si el daño apenas ha comenzado, puede repararse mediante la remineralización de los iones de calcio presentes en la saliva, lo que puede verse afectado por el estado de hiposalivación propio del tratamiento de radioterapia.(60)
Demineralization of tooth enamel following radiation therapy; An in vitro microstructure and microhardness analysis	Kudkuli J, Agrawal A, Gurjar OP, Sharma SD, Rekha PD, Manzoor MAP, et al. (2020)	El estudio demostró que la radiación aumenta la densidad del esmalte, en específico en los cristales de hidroxiapatita, seguido de la pérdida tribológica, la desmineralización y la posterior incidencia de caries por radiación.(61)
Direct Induced Effects of Standard and Modified Radiotherapy Protocol on Surface Structure of Hard Dental Tissue	Klarić Sever E, Tarle A, Vukelja J, Soče M, Grego T. (2021)	La afectación de la microdureza y el módulo de elasticidad en la unión dentina-esmalte puede disminuir la distorsión dental durante la masticación, formándose bolitas en el esmalte varias semanas post radioterapia.(62)
Push-out bond strength of fiber posts to irradiated and non-irradiated intraradicular dentin.	Başer Can ED, Barut G, Işık V, Algül E, Yaprak G, Can E. (2022)	La caries por radiación aparece en región cervical de la pieza dental. Tiene una progresión rápida, causando una destrucción masiva del tejido duro.(63)

Effectiveness of glass ionomer cements in the restorative treatment of radiation-related caries — a systematic review.	Dezanetti JMP, Nascimento BL, Orsi JSR, Souza EM. (2022)	La radiación ionizante interactuando con la pulpa podría ser responsable del agotamiento de minerales y proteínas en el esmalte y la dentina. La caries por radiación progresa rápidamente y se instaura en región cervical donde el espesor del esmalte es menor, se expone la dentina hasta producirse la decapitación de la corona haciendo necesaria la extracción de la pieza dental aumentando el riesgo de osteoradionecrosis.(64)
---	--	---

Los efectos de la radiación sobre la superficie dental (ver tabla 5) son aquellos que provocan efectos negativos en las propiedades físicas del esmalte y la dentina. La radiación produce desmineralización en esmalte y dentina con la consiguiente afectación en la microdureza en esmalte y al módulo de elasticidad de la dentina afectando a la unión amelodentinaria y amelocementaria. La radiación afecta a los cristales de hidroxiapatita volviendo frágil al esmalte mientras disminuye el contenido de oxígeno.(57,60,61) Resultados en un estudio mostraron que 12 horas después de la radioterapia la dentina es afectada; 48 horas después la pérdida mineral era tan alta que se exponía la red de fibras de colágeno y finalmente a los 8 días era observable la caries profunda.(58)

Aparecen irregularidades ideales para la colonización bacteriana cuya característica propia es la ubicación en la región cervical con un patrón circunferencial que en casos avanzados produce la amputación coronal (52,57,62) avance que cursa sin sintomatología.(53,64) Dientes ya restaurados e irradiados tienen el riesgo de desarrollar caries secundarias en los márgenes de la restauración por la ya mencionada pérdida de minerales, la afectación de la capa híbrida y daño a las fibras de colágeno.(54–56) Este sería el mecanismo por el cual la caries por radiación avanza más rápidamente con respecto a la caries convencional.(59,63)

Tabla 6. Efectos directos e indirectos que provocan la aparición de caries por radiación

ARTÍCULO	AUTOR Y AÑO	DATOS ENCONTRADOS
-----------------	--------------------	--------------------------

Quantitative Polymerase Chain Reaction Analysis of Cariogenic Streptococcus mutans in Saliva of Oral and Laryngeal Cancer Patients Undergoing Radiotherapy: A Clinical Study	Daveshwar Kapoor Daveshwar (2020)	S, S, M.	La disminución promedio del flujo salival fue de 7,6 ml/5 min a 1,6 ml/5 min después de la radioterapia. El flujo de saliva en reposo <0,30 ml/min se considera una amenaza para desarrollar caries.(65)
The Side Effects of Therapeutic Radioiodine-131 on the Structure of Enamel and Dentin in Permanent Human Teeth	Mester A, Moldovan M, Taulescu M, Sarosi C, Petean I, Vulpoi A, et al. (2021)		Debido al flujo salival insuficiente, los pacientes que realizan terapia con yodo radioactivo también pueden desarrollar mucositis oral, colonización microbiana o fúngica de la mucosa, patologías periodontales o lesiones cariosas o fracturas dentales.(58)
Effects of the professional oral care management program on patients with head and neck cancer after radiotherapy: A 12-month follow-up	Sohn HO, Park EY, Jung YS, Lee JY, Kim EK. (2021)		La secreción salival de la glándula parótida puede disminuir de manera considerable por la acción de la radiación. La saliva tiene muchas funciones protectoras, como controlar el pH de las placas, mantener la estructura dental y apoyar la flora microbiana natural.(59)
Evaluation of the efficacy of low concentration fluoride gel using custom trays to prevent radiation-related dental caries in patients with head and	Sakiko S, Yanamoto S, Murata M, Kawashita Y, Yoshimatsu M, Funahara M, et al. (2020)		Las causas de la caries dental relacionada con la radiación incluyen tanto la reducción salival debido a la hipofunción de las glándulas salivales como los cambios en los tejidos duros y blandos en relación con las piezas dentales.(60)

neck cancer: protocol for a randomised controlled phase III trial (FluCar study)

Evaluation of alteration in oral microbial flora pre- and postradiation therapy in patients with head and neck cancer.	Priya AH, Rajmohan, Arun Kumar H, Akash Raj S, Archana S, Venkatanarasu B. (2020)	La caries por radiación puede ocurrir por dos mecanismos, relacionados con la etiología y la patogenia: uno es por el efecto directo de la radiación que afecta al diente que se encuentra en el campo de la radioterapia y el otro es por un mecanismo indirecto, correspondiente a la alteración en los parámetros salivales (caudal y pH), cambios en el comportamiento de bacterias (principalmente <i>S. mutans</i>), y la falta de mantenimiento de la higiene bucal en los pacientes con radioterapia.(66)
---	---	--

Deminerlization of tooth enamel following radiation therapy; An in vitro microstructure and microhardness analysis	Kudkuli J, Agrawal A, Gurjar OP, Sharma SD, Rekha PD, Manzoor MAP, et al. (2020)	La delaminación en esmalte por la exposición directa a la radiación terapéutica y la xerostomía como efecto secundario provocan la pérdida de la superficie dental.(61)
---	--	---

Heavy Ion Radiation Directly Induced the Shift of Oral Microbiota and Increased the Cariogenicity of Streptococcus mutans pubmed	Wang Z, Yang G, Zhou X, Peng X, Li M, Zhang M, et al. (2023)	En la actualidad, se considera que una serie de factores están relacionados con la caries por radiación, como la hiposalivación inducida por la radiación, la disminución de la microdureza de la dentina, el aumento de la ingesta de carbohidratos y un
--	--	---

		cambio de la microbiota oral hacia la flora cariogénica.(67)
The Quantification of Salivary Flow and pH and Stomatognathic System Rehabilitation Interference in Patients with Oral Diseases, Post-Radiotherapy	Bulancea BP, Checherita LE, Foia GL, Stamatin O, Teslaru S, Iulian CL, et al.2022	En el estudio se concluyó que en pacientes con cáncer labial, yugal, lingual, palatino u oral combinado, según las observaciones de los valores medios calculados, hubo una disminución del pH salival después de la radioterapia (por debajo de 6,0). Se concluye que el valor del pH = 4,580 y el valor medio de flujo salival después de la radioterapia = 0,145 ml/min, provocó la desmineralización de los tejidos duros dentales y aumentó riesgo de caries después de la radioterapia detectado mediante un cribado oral.(68)
Effect of ionizing radiation and cariogenic biofilm challenge on root-dentin caries	Lopes Camila de Carvalho Almança, Rodrigues RB, Cenci MS, Uehara Juliana LS, Timm MT, Limirio Pedro Henrique JO, et al. (2021)	El estudio in vitro sugiere que la acumulación de los efectos directos de la radiación ionizante sobre la dentina, más un estado de bajo flujo salival, propio de los pacientes con cáncer de cabeza y cuello postradioterapia, aumenta el riesgo de la aparición de caries radicular-dentinaria. (52)
Role of the consultant in restorative dentistry in managing head and neck cancer patients undergoing radiotherapy: a novel	Thibault C, Brown T, Keys W. (2020)	La caries relacionada con la radioterapia puede aparecer por el reducido flujo salival cuyo riesgo aumenta con una dieta alta en proteína y alta en calorías.(69)

**intraoral shield
appliance design**

Oral pH value predicts the incidence of radiotherapy related caries in nasopharyngeal carcinoma patients. Li Z, Qiuji W, Xiangyu M, Yu H, Dazhen J, Gaili C, et al. (2021) En el estudio, se analizó el pH salival cada 3 meses post radioterapia de 118 pacientes durante 2 años. Se encontró que un pH inferior a 5,3 resultaba en 14,71 y 24 veces más probabilidades que aquellos con un pH superior a 5,3 de sufrir caries relacionadas con la radioterapia.(70)

Impact of non-compliance with oral care on radiation caries in head and neck cancer survivors. Sudhir B, Wadhwa SB, Sushmita G. (2021) Los pacientes tendrán más riesgo de desarrollar caries por radiación si: poseen nivel educativo y socioeconómico deficiente, ansiedad ante el diagnóstico de cáncer, desinformación con respecto a la salud oral, dieta cariogénica, ausentismo a controles post tratamiento.(71)

Los efectos directos e indirectos en relación con la caries por radiación tienen un papel fundamental en el riesgo de presentar dicha patología (ver tabla 6). El efecto directo es la radiación lo que produce los efectos indirectos, en primer lugar, los estados de hiposalivación ya que la saliva posee funciones protectoras y remineralizantes además de mantener la homeostasis de la microflora oral. (52,58,60,72) Un estudio estableció que cuando el flujo salival cae por debajo de los 0,30ml/min en reposo el paciente tendrá un alto riesgo de desarrollar caries por radiación. (65) Por otro lado, un estudio en pacientes post radiación midió la tasa de flujo salival en 0,145ml/min lo que aceleró la desmineralización de esmalte y dentina, aumentando el riesgo de caries por radiación.(68) Otro factor importante es la caída en los niveles de pH, en donde un estudio encontró que un pH menor a 5,3 aumentaba de 14,71 y 24 veces el riesgo de sufrir caries por radiación. (66,70) Finalmente, el incumplimiento por parte de los pacientes en higienizar la cavidad oral(59,61,66) el encaminamiento hacia dietas altas en proteínas y calorías (67,69) y un bajo nivel educativo, socioeconómico sumado al estrés por el diagnóstico y tratamiento contra el cáncer(71)

también demostraron ser factores predisponentes de desarrollar caries en pacientes que han sido irradiados.

Tabla 7. Dosis de radiación en radioterapia de cabeza y cuello y su relación con la caries

ARTÍCULO	AUTOR Y AÑO	DATOS ENCONTRADOS
Evaluation of physical and adhesive properties of enamel after a therapeutic dose of radiation and bonding of orthodontic metal brackets: an in vitro study.	Anushree A, Shetty A, Soans CR, Kuttappa MN, Shetty A, Shetty K, et al. (2021)	60Gy es la dosis mínima para el tratamiento radical de HNC. Valores superiores producen efectos peligrosos de la radiación en la superficie del esmalte.(57)
The Side Effects of Therapeutic Radioiodine-131 on the Structure of Enamel and Dentin in Permanent Human Teeth	Mester A, Moldovan M, Taulescu M, Sarosi C, Petean I, Vulpoi A, et al. (2021)	En el experimento, los dientes fueron irradiados con una solución de 16 mCi (592 MBq) de I-131. Se observó una ligera alteración del esmalte después de 6 h. A las 12 h se detectan cambios significativos en la morfología con pérdida de cristales de hidroxiapatita en el esmalte, lo que determina la alteración de la cohesión superficial. Además, se pueden observar cambios estructurales en la superficie de la dentina con la aparición de formaciones de cantos rodados. Esta degradación continúa incrementando las depresiones con tendencia a la pérdida de minerales después de 48 h de tratamiento. Después de 8 días, la microestructura de la interfaz está profundamente alterada con un

		aumento de las depresiones en el diámetro.(58)
Evaluation of alteration in oral microbial flora pre- and postradiation therapy in patients with head and neck cancer	Priya AH, Rajmohan, Arun Kumar H, Akash Raj S, Archana S, Venkatanarasu B. (2020)	Los pacientes fueron sometidos durante 8 semanas a dosis de radioterapia de intensidad modulada (IMRT) de 60–66 unidades Gy. Se evidenció el aumento en recuento de <i>S. mutans</i> y de lactobacillus después de la radioterapia, por ende, mayor riesgo de caries.(66)
Deminerlization of tooth enamel following radiation therapy; An in vitro microstructure and microhardness analysis	Kudkuli J, Agrawal A, Gurjar OP, Sharma SD, Rekha PD, Manzoor MAP, et al. (2020)	Las irregularidades en el esmalte se producen a 20 Gy. Dosis superiores a 40 Gy pueden causar una pérdida grave del volumen mineral de los dientes. A 80 Gy la pérdida mineral fue significativa.(61)
Heavy Ion Radiation Directly Induced the Shift of Oral Microbiota and Increased the Cariogenicity of Streptococcus mutans	Wang Z, Yang G, Zhou X, Peng X, Li M, Zhang M, et al. (2023)	A medida que la radiación va de 20 Gy hasta 80 Gy con radiación de iones pesados se demuestra que esta produce un aumento en los <i>estreptococos</i> y también redujo sus bacterias antagonistas para desplazar la microflora oral.(67)
Direct Induced Effects of Standard and Modified Radiotherapy Protocol on Surface Structure of Hard Dental Tissue	Klarić Sever E, Tarle A, Vukelja J, Soče M, Grego T. (2021)	El protocolo de irradiación convencional (2 Gy durante 35 días) o hasta la acumulación de 70 Gy provocó una reducción significativa en la microdureza media de esmalte y dentina. (62)
How Does Radiotherapy Affect the Adhesion of	Oglakci B, Burduroğlu D, Eriş	En el estudio se irradiaron piezas dentales a 2Gy por fracción durante 5 días por 6 semanas hasta acumular

Universal Adhesive to Enamel and Dentin?	AH, Mayadađlı A, Arhun N. (2022)	60Gy. Al ver las muestras con microscopio electr3nico de barrido se evidenci3 la p3rdida de la estructura del prisma del esmalte y la obliteraci3n de los t3bulos dentinarios irregulares.(73)
Radiotherapy quadrant doses in oropharyngeal cancer treated with intensity modulated radiotherapy	Patel V, Humbert-Vidan L, Thomas C, Sassoon I, McGurk M, Fenlon M, et al. (2020)	Los dientes que reciben dosis de 30-60Gy son m3s propensos a efectos secundarios post radioterapia. Despu3s de dosis superiores a 30-35Gy, la pulpa dental tiene menos sensibilidad. Adem3s, se produce una disminuci3n de la microdureza en el esmalte cervical despu3s de la RT.(53)
Radiation therapy for head and neck cancer leads to gingival recession associated with dental caries.	Lalla RV, Treister NS, Sollecito TP, Schmidt BL, Patton LL, Helgeson ES. (2022)	En el estudio se concluy3 que la radioterapia de cabeza y cuello en dosis altas para HNC produce recesi3n gingival mandibular. Esta recesi3n gingival aumenta el riesgo de caries relacionadas con la radiaci3n en las 3reas cervicales de los dientes.(74)

La dosis de radiaci3n en el tratamiento contra el c3ncer de cabeza y cuello es acumulativa durante un cierto periodo de tiempo para evitar la toxicidad agresiva (ver tabla 7). Un estudio menciona que la dosis m3nima para evitar afectar la pieza dental es hasta 60 Gy.(57) Sin embargo otros estudios mencionan que al acumular 20 Gy el esmalte empieza a presentar irregularidades, mientras la acumulaci3n hasta los 60Gy o valores superiores la desmineralizaci3n se agrava. (61,62,66,67,73) Un estudio utiliz3 yodo radioactivo (I-131) para irradiar a 16 mCi (592 MBq) piezas dentales permanentes; estudiando la piezas cada 6, 12, 48 horas y 8 d3as se comprob3 que la desmineralizaci3n y las depresiones en esmalte y dentina se acent3an con el pasar de las horas.(58) Los resultados de un estudio demuestran que a mayor dosis acumulada mayor ser3 la recesi3n gingival lo que aumenta el riesgo de desarrollar caries cervical, la ubicaci3n usual de la caries por radiaci3n. (74)

Tabla 8. Comportamiento de los microorganismos orales después de la radiación

ARTÍCULO	AUTOR Y AÑO	DATOS ENCONTRADOS
Quantitative Polymerase Chain Reaction Analysis of Cariogenic Streptococcus mutans in Saliva of Oral and Laryngeal Cancer Patients Undergoing Radiotherapy: A Clinical Study	Daveshwar S, Kapoor S, Daveshwar M. (2020)	La cantidad de <i>S. mutans</i> aumenta después de la radioterapia en pacientes con cáncer oral. (65)
Evaluation of alteration in oral microbial flora pre- and postradiation therapy in patients with head and neck cancer.	Priya AH, Rajmohan, Arun Kumar H, Akash Raj S, Archana S, Venkatanarasu B. (2020)	Se analizaron 3 grupos de pacientes: el primero antes de la radioterapia, el segundo después de la radioterapia y el tercero 6 meses después de la radioterapia. El recuento de <i>Streptococcus mutans</i> aumentó después y 6 meses después de la radioterapia. El mismo comportamiento se observó con <i>Lactobacillus</i> . Mostrando una alteración significativa en la flora microbiana oral relacionada con la caries dental.(66)
Heavy Ion Radiation Directly Induced the Shift of Oral Microbiota and Increased the Cariogenicity of Streptococcus mutans	Wang Z, Yang G, Zhou X, Peng X, Li M, Zhang M, et al. (2023)	Después de la radioterapia de iones pesados, se evidenció un aumento de especies potencialmente asociadas a la caries. La radiación potenció la formación de biopelículas y la síntesis de exopolisacáridos en <i>S. mutans</i> y aumentó la proporción <i>S. mutans/S. sanguinis</i> tanto en biopelículas

		derivadas de la saliva como en biopelículas de especies duales.(67)
The Effect of Intensity-Modulated Radiotherapy to the Head and Neck Region on the Oral Innate Immune Response and Oral Microbiome: A Prospective Cohort Study of Head and Neck Tumour Patients.	Mojdami ZD, Barbour A, Oveisi M, Sun C, Fine N, Saha S, et al. (2022)	En el estudio, se analizaron muestras de enjuague bucal de pacientes antes, durante y después de la radioterapia donde se evidenció el aumento <i>Streptococcus</i> y lactobacilos durante y después la radioterapia, bacterias relacionadas con la caries dental.(75)
Late side effects of radiation treatment for head and neck cancer	Brook I. (2020)	Después de la radioterapia se evidencia el aumento en el número de bacterias productoras de caries oral (<i>especies de Streptococcus mutans</i> y <i>Lactobacillus</i>), la menor concentración de proteínas antimicrobianas salivales y la pérdida de los componentes mineralizantes de la saliva. (47)

El comportamiento de los de los microorganismos orales en pacientes post irradiados (ver tabla 8) es importante porque se ha establecido un nuevo ambiente por el estado de hiposalivación. Un estudio evidenció la presencia de especies como *S. sanguis* y como esta y la *S. mutans* mejoraron su capacidad para formar biopelículas.(67) Otro estudios mencionan que *S. mutans* y *Lactobacillus* aumentan su presencia post radiación comparados con muestras pre-radioterapia; concluyendo que existe el aumento de especies bacterianas formadoras de caries. (47,65,66,75)

Tabla 9. Caries por radiación y como afecta a la calidad de vida de los pacientes

ARTICULO	AUTOR Y AÑO	DATOS ENCONTRADOS
The impact of radiation caries on morbidity and mortality outcomes of head and neck squamous cell carcinoma patients	Palmier NR, Prado-Ribeiro AC, Mariz BALA, Rodrigues-Oliveira L, Paglioni M de P, Napimoga JTC, et al. (2024)	Los pacientes con caries por radiación requirieron más consultas odontológicas, restauraciones, extracciones y prescripciones de antibióticos y analgésicos, tratamientos quirúrgicos invasivos, mayor riesgo de Osteoradionecrosis y mayor necesidad de ingresos hospitalarios.(76)
Effects of the professional oral care management program on patients with head and neck cancer after radiotherapy: A 12-month follow-up	Sohn HO, Park EY, Jung YS, Lee JY, Kim EK. (2021)	El dolor agudo en la cavidad oral puede ser causado por la inflamación de la piel y las mucosas en el campo de radiación, lo que a su vez puede conducir a una mala higiene bucal y una mala calidad de vida. Estas condiciones alteradas pueden agravar la caries dental y la periodontitis, que son las principales razones para la extracción dental. (59)
Evaluation of the efficacy of low concentration fluoride gel using custom trays to prevent radiation-related dental caries in patients with head and neck cancer: protocol for a randomised controlled phase III trial (FluCar study)	Sakiko Yanamoto Murata Kawashita Yoshimatsu Funahara M, et al. (2020)	La caries dental relacionada con la radiación no solo reduce gravemente la calidad de vida de los pacientes, sino que también causa osteoradionecrosis de la mandíbula. (60)

Deminerlization of tooth enamel following radiation therapy; An in vitro microstructure and microhardness analysis	Kudkuli J, Agrawal A, Gurjar OP, Sharma SD, Rekha PD, Manzoor MAP, et al. (2020)	J, A, OP, SD, PD, et	La caries inducida por la radiación se considera una complicación importante que afecta la calidad de vida a largo plazo de los pacientes de cáncer H y N. Puede provocar una ruptura grave de la dentición.(61)
The dose limits of teeth protection for patients with nasopharyngeal carcinoma undergoing radiotherapy based on the early oral health-related quality of life	Yang J, Yang L, Han Q, Zhang Y, Tao Z, Zhou Y, et al. (2023)	Yang J, Yang L, Han Q, Zhang Y, Tao Z, Zhou Y, et al. (2023)	Aproximadamente el 30 % de los pacientes que reciben radioterapia de cabeza y cuello desarrollarán caries. En el estudio se obtuvo como resultado que la calidad de vida de los pacientes mejoró si la dosis promedio dirigida a los dientes anteriores maxilares se limitó a menos de 28,78 Gy y se redujo la ingesta de alimentos con alto contenido de azúcar.(77)
Oral Health Management and Rehabilitation for Patients with Oral Cancer: A Narrative Review	Matsuda Y, Jayasinghe RD, Zhong H, Arakawa S, Kanno T. (2022)	Matsuda Y, Jayasinghe RD, Zhong H, Arakawa S, Kanno T. (2022)	El ambiente oral, alterado por la cirugía y la xerostomía y la disminución de la secreción de saliva debido a los efectos de la radioterapia, hace que sea más probable que ocurran caries por radiación, que no son fáciles de prevenir, incluso con una limpieza bucal intensiva.(78)
Radiation-induced xerostomia and cariogenic dietary habits	Kawashima M, Kawabata T, Ando C, Sakuma M, Aoyama T, Ogawa H, Yokota T, et al. (2024)	Kawashima M, Kawabata T, Ando C, Sakuma M, Aoyama T, Ogawa H, Yokota T, et al. (2024)	A través de un estudio mediante aplicación de cuestionario a pacientes post radioterapia se encontró que debido al estado de sequedad bucal los pacientes aumentaron la ingesta de bebidas altamente azucaradas o bebidas cariogénicas. El riesgo aumenta con la

					falta de higiene y falta de controles periódicos dentales.(79)
Over 300 Caries Reflections From the Rearview Mirror	Radiation Papers: the	Pedroso CM, Migliorati CA, Epstein JB, Ribeiro ACP, Brandão TB, Lopes MA, et al.. (2022)			La caries por radiación es una complicación oral crónica que afecta hasta el 30% de los pacientes dentro de los 12 meses posteriores a la conclusión de la radioterapia de cabeza y cuello.(80)
The Association of Salivary Flow Rate and Sleep Quality among Head and Neck Cancer Survivors after Radiotherapy	of	Yen-Wen S, Wen-Chen W, Nan-Chin L, Ningrum V, Tzong-Ming Shieh, Yin-Hwa Shih. (2024)			Al analizar los flujos salivales de pacientes que habían recibido radioterapia de cabeza y cuello, se descubrió que los sobrevivientes de cáncer de cabeza y cuello con un flujo de saliva deficiente tuvieron una mayor prevalencia de caries dental.(81)

La calidad de vida de los pacientes con caries por radiación puede afectar su calidad de vida lo cual es dependiente de factores predisponentes (ver tabla 9). La caries por radiación afectará al 30% de los pacientes que recibieron radioterapia dentro de los 12 meses posteriores.(77,80) Estudios informan que ante el grave avance de la caries por radiación los pacientes necesitaban extracciones dentales lo que aumentaba el riesgo de osteoradionecrosis.(59–61,76) Un estudio mencionaba que la caries por radiación puede presentarse incluso con una higiene oral adecuada. (78) Por otro lado, los pacientes irradiados parecen tener menos riesgo de caries por radiación si la dosis se limita hasta los 28,78 Gy minimizando el consumo de alimentos altos en azúcar (77); sin embargo, los pacientes con sequedad bucal tienen la necesidad de consumir bebidas altamente azucaradas, que sumados a la falta de higiene y controles dentales periódicos aumentaba el riesgo de caries por radiación.(79) Finalmente, un estudio demostró que si los pacientes irradiados con nivel educativo inferior al secundario y presentaban una baja tasa de flujo salival eran susceptibles a desarrollar caries dental post radioterapia.(81)

4.2. DISCUSIÓN

El presente estudio detalló las principales características de la radioterapia como factor etiológico del desarrollo de la caries por radiación. La desmineralización y deficiencia degenerativa de las propiedades físicas de esmalte, dentina y cemento son los efectos iniciales. Estudios mediante análisis de imagen (radiografías, tomografías) por un lado Araujo(82) en pacientes y por otro Bohn(83) a través de dientes extraídos, comprobaron que la desmineralización por capas de esmalte y dentina era evidente y el riesgo de presentar caries era alto si no se tomaban medidas preventivas.

Palmier NR (84) menciona características patognomónicas de este tipo de caries como lo son la caries cervical, pérdida de estructura del esmalte y dentina junto con la amputación coronal; a esto le añade que las piezas tendrán una decoloración marrón inicial en esmalte en región incisal y cuspídea de molares, lesiones inicialmente no cavitadas.

También se mencionó que las piezas dentales restauradas irradiadas podrían desarrollar caries lo que confirma los resultados de otros estudios sobre adhesión deficiente por desmineralización. (85–87) Por el contrario, estudios in vitro no relacionan significativamente la afectación del material restaurador en el diente irradiado(88) y la calidad del adhesivo colocado.(89)

El efecto directo es la radiación, cuando es dirigida a la pieza dental, glándulas salivales y otros órganos puede provocar efectos indirectos como lo son la xerostomía y la pobre higiene oral post radiación. Estudios de Muller(90), Sim(91) y Schulz(92) evaluaron el daño a las glándulas salivales concluyendo que tanto un flujo salival disminuido y un pH oral cada vez más ácido contribuye a la formación de caries. Un resultado importante en esta investigación fue que el desconocimiento, la ansiedad y la ingesta de alimentos altos en azúcar era un factor de riesgo para desarrollar caries por radiación.

Diversos estudios, como el de Martins(93) donde menciona que factores de riesgo como el desconocimiento sobre este tipo de caries y el estudio de Lima(94) que menciona su relación con la pobre higiene le dan sentido al estudio de Wu(95) donde recomienda la radioterapia de intensidad modulada (IMRT) para disminuir el impacto de los efectos adversos del tratamiento.

Según los resultados obtenidos, los daños en la pieza dental comienzan a aparecer al acumular 20 Gy; la desmineralización se vuelve más grave hasta llegar a la dosis terapéutica de 70Gy, postura que coincide con los estudios de Gan(96), Siripamitdul(97) y Muñoz(98) que se realizaron basándose en regímenes de radiación idénticos. Sin embargo, un estudio de Lu(99) realizado mediante la irradiación a 25 piezas dentales mostro irregularidades en la dentina al acumular 10Gy. Liang(100) analizó a 42 post radioterapia con carcinoma nasofaríngeo y determinó que la caries por radiación fue prevalente cuando la dosis de radiación había acumulado 35.8 Gy. De igual manera Zhang(101) en su investigación realizó un seguimiento a pacientes con carcinoma nasofaríngeo que habían recibido radioterapia de cabeza y cuello determinando que el 33% de los pacientes, desarrolló caries por radiación al acumular 40Gy. Gomes-Silva(102) evaluó la perdida dental post radioterapia en donde al sobrepasar los 60Gy la caries era más prevalentes y por ende la extracción indicada y futura osteoradionecrosis, que coincide con los resultados expuestos en esta investigación.

En este estudio también se detalló que la radioterapia provocaba un cambio en el comportamiento y poblaciones de bacterias cariogénicas, aumentando el riesgo de caries por radiación. Diversos estudios se han centrado en estudiar la población microbiana en saliva antes y después de la radioterapia. Los resultados obtenidos pueden afirmarse que son controvertidos; por un lado, Anjali (103) establece que las poblaciones de *Streptococcus* aumentan junto con otras especies como *Candida albicans*, *Klebsiella* y *Pediococcus*. Almståhl(104) obtuvo como resultado la prevalencia post radioterapia de especies como *Lactobacillus*, *Enterococcus* o *Candida* pero el número de estreptococos había disminuido 3 años post radioterapia. Otros resultados son más controvertidos aún; Arrifin(105) concluyó que bacterias como *Streptococcus mutans* habían aumentado en número pero no significativamente; o por otro lado, Almståhl(106) concluyó que el riesgo de caries era bajo porque había disminuido la población de *S.mutans* por el aumento de *Lactobacillus* o *Candida*.

En la presente investigación se obtuvo como resultados que la calidad de vida es afectada negativamente en los pacientes que desarrollaron caries después de la radioterapia. Puede afirmarse que el problema más grave que se presenta es la posible osteoradionecrosis por la extracción de piezas dentales demasiado afectadas por la caries. Estudios de Soutome(107), Kojima(108) y Dobroś(109) concluyen que la radioterapia de cabeza y cuello conlleva al

desarrollo de caries por radiación y a una futura extracción dental riesgosa, afectando la calidad de vida de los pacientes. La presente investigación mencionó alrededor del 30% de los pacientes que recibieron radioterapia de cabeza y cuello desarrollarán caries por radiación. Diversos autores concluyen diferentes porcentajes, como 3,2 % de Obukhov(110), 29% de Moore(111) y tan alto como 80% de Lima(94) mencionando que el estudio con el valor menor fue desarrollado en base a análisis de pacientes y los otros valores fueron revisiones sistemáticas. Existen más estudios cuyos valores varían demasiado, esto puede ocurrir debido a que las revisiones sistemáticas y estudios en pacientes en base a su evolución dental poseen metodologías y muestras diferentes.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La radioterapia de cabeza y cuello afecta a las propiedades físicas del esmalte y dentina, la desmineralización produce irregularidades en la superficie ideales para la colonización bacteriana. La ubicación predominante de la caries por radiación es la región cervical cuyo avance es rápido y puede provocar la amputación coronal. Aquellos pacientes con dientes restaurados pueden sufrir caries post radioterapia debido a la afectación de la capacidad de adhesiva. Los pacientes con caries por radiación pueden no manifestar sintomatología mientras la enfermedad avanza.
- La radiación en dosis terapéuticas afecta a las glándulas salivales lo que produce una menor producción de flujo salival y un menor pH haciendo que la pieza dental se vuelva vulnerable a la caries por radiación. Existe un aumento en la población de bacterias cariogénicas post radioterapia; todo esto sumado a la pobre higiene oral, bajos niveles en calidad de vida y una dieta cariogénica confluyen para aumentar más aun el riesgo de caries por radiación en pacientes irradiados contra el cáncer de cabeza y cuello.
- Alrededor del 30% de los pacientes desarrollará caries por radiación dentro del primer año después de la radioterapia, por lo tanto, la calidad de vida se ve afectada. A medida que se produce una ruptura generalizada de la dentición por el avance de la caries por radiación son indicadas exodoncias que pueden conllevar a una osteoradionecrosis. Los pacientes muestran una necesidad de consumir bebidas altas en azúcar para aliviar

los síntomas de sequedad bucal, pero a su vez los pacientes pueden presentar bajos niveles de higiene oral y una falta de interés en realizarse controles dentales periódicos conllevan a un mayor riesgo de desarrollar caries por radiación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe encaminar a los pacientes que vayan a recibir radioterapia de cabeza y cuello hacia tratamientos de prevención antes, durante y después del tratamiento, que ayuden a conservar la salud de las piezas dentales presentes. Dichos esfuerzos evitarán que el paciente sufra más efectos secundarios del tratamiento de los que ya posee y se asegurará una conservación satisfactoria de su dentición para mantener las funciones normales como alimentación, fonación y estética.
- Se recomienda que médicos, odontólogos y futuros profesionales tengan presente que el riesgo de desarrollar caries por radiación es alto por lo que la necesidad de implementación un seguimiento de los pacientes es necesario, primordialmente para tratar su sintomatología y resolver dolencias que puedan provocar la baja higienización de la cavidad oral.
- Los odontólogos y especialistas deben mantenerse actualizados sobre tratamientos y acercamientos en este tipo de caries ya que ante el evidente aumento de pacientes con cáncer de cabeza y cuello en los próximos años se volverá más necesaria la atención dirigida a estos pacientes para prevenir y detener el avance de este de tipo de caries tan destructiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mody MD, Rocco JW, Yom SS, Haddad RI, Saba NF. Head and neck cancer. *The Lancet*. diciembre de 2021;398(10318):2289–99.
2. Barsouk A, Aluru JS, Rawla P, Saginala K, Barsouk A. Epidemiology, Risk Factors, and Prevention of Head and Neck Squamous Cell Carcinoma. *Medical Sciences*. el 13 de junio de 2023;11(2):42.
3. Gormley M, Creaney G, Schache A, Ingarfield K, Conway DI. Reviewing the epidemiology of head and neck cancer: definitions, trends and risk factors. *Br Dent J*. el 11 de noviembre de 2022;233(9):780–6.
4. Anderson G, Ebadi M, Vo K, Novak J, Govindarajan A, Amini A. An Updated Review on Head and Neck Cancer Treatment with Radiation Therapy. *Cancers (Basel)*. el 30 de septiembre de 2021;13(19):4912.
5. Raudenská M, Balvan J, Masařík M. Cell death in head and neck cancer pathogenesis and treatment. *Cell Death Dis*. el 18 de febrero de 2021;12(2):192.
6. Amaral MN, Faísca P, Ferreira HA, Gaspar MM, Reis CP. Current Insights and Progress in the Clinical Management of Head and Neck Cancer. *Cancers (Basel)*. el 10 de diciembre de 2022;14(24):6079.
7. Kawashita Y, Soutome S, Umeda M, Saito T. Oral management strategies for radiotherapy of head and neck cancer. *Japanese Dental Science Review*. noviembre de 2020;56(1):62–7.
8. Bhandari S, Soni BW, Bahl A, Ghoshal S. Radiotherapy-induced oral morbidities in head and neck cancer patients. *Special Care in Dentistry*. el 7 de mayo de 2020;40(3):238–50.
9. Palmier NR, Migliorati CA, Prado-Ribeiro AC, de Oliveira MCQ, Vechiato Filho AJ, de Goes MF, et al. Radiation-related caries: current diagnostic, prognostic, and management paradigms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. julio de 2020;130(1):52–62.
10. Morais MO, Martins AFL, de Jesus APG, de Sousa Neto SS, da Costa AWF, Pereira CH, et al. A prospective study on oral adverse effects in head and neck cancer patients

- submitted to a preventive oral care protocol. *Supportive Care in Cancer*. el 3 de septiembre de 2020;28(9):4263–73.
11. Bhat GhR, Hyole RG, Li J. Head and neck cancer: Current challenges and future perspectives. En: *Advances in Cancer Research*. Charleston, SC, Estados Unidos : Elsevier; 2021. p. 67–102.
 12. Salcedo-Bellido I, Requena P, Mateos R, Ortega-Rico C, Olmedo-Requena R, Lozano-Lorca M, et al. Factors associated with the development of second primary tumours in head and neck cancer patients. *Eur J Cancer Care (Engl)*. el 18 de noviembre de 2022;31(6).
 13. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/900-world-fact-sheet.pdf>
 14. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/935-asia-fact-sheet.pdf>
 15. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia ; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/908-europe-fact-sheet.pdf>
 16. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Toda [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/905-northern-america-fact-sheet.pdf>
 17. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en:

- <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/903-africa-fact-sheet.pdf>
18. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/909-oceania-fact-sheet.pdf>
 19. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/904-latin-america-and-the-caribbean-fact-sheet.pdf>
 20. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia; 2024 [citado el 27 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/218-ecuador-fact-sheet.pdf>
 21. Pisani P, Airoidi M, Allais A, Aluffi Valletti P, Battista M, Benazzo M, et al. Metastatic disease in head & neck oncology. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. abril de 2020;40(SUPPL. 1):S1–86.
 22. Rocha PHP, Reali RM, Decnop M, Souza SA, Teixeira LAB, Júnior AL, et al. Adverse Radiation Therapy Effects in the Treatment of Head and Neck Tumors. *RadioGraphics*. mayo de 2022;42(3):806–21.
 23. Peres KG, Ha DH, Christofis S. Trend and distribution of coronal dental caries in Australians adults. *Aust Dent J*. el 25 de junio de 2020;65(S1).
 24. Ochoa Acosta EM, Jácome Liévano S, Beltrán Zuñiga EO, Martignon Bierman S. Oportunidades y problemáticas para la adopción del paradigma actual de caries dental en Colombia desde la perspectiva de los docentes. *Salud Uninorte*. el 22 de septiembre de 2023;39(2):364–77.
 25. Chen X, Daliri EBM, Tyagi A, Oh DH. Cariogenic Biofilm: Pathology-Related Phenotypes and Targeted Therapy. *Microorganisms*. el 16 de junio de 2021;9(6):1311.

26. Andriivna L, Oleksiivna F, Volodymyrivna C, Mykolaivna A. Epidemiological and etiological aspects of dental caries development. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*. 2021;38(1):27–34.
27. Fylenko BM. ETHIOPATHOGENETIC PARALLELS OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN CHRONIC DENTAL CARIES AND ITS COMPLICATIONS. *Ukrainian Dental Almanac*. el 26 de junio de 2020;(2):40–6.
28. He Y, Vasilev K, Zilm P. pH-Responsive Biomaterials for the Treatment of Dental Caries—A Focussed and Critical Review. *Pharmaceutics*. el 27 de junio de 2023;15(7):1837.
29. Cerón-Bastidas XA. El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. *Rev CES Odon*. 2015;28(2):100–9.
30. Martignon S, Cortes A, Gamboa LF, Jácome-Liévano S, Arango-De-la-Cruz MC, Cifuentes-Aguirre OL, et al. Effectiveness of the ICCMS caries management system for children: a 3-year multicentre randomised controlled trial. *Acta Odontol Scand*. el 3 de octubre de 2022;80(7):501–12.
31. Cheng L, Zhang L, Yue L, Ling J, Fan M, Yang D, et al. Expert consensus on dental caries management. *Int J Oral Sci*. el 31 de diciembre de 2022;14(1):17.
32. Atkinson FS, Khan JH, Brand-Miller JC, Eberhard J. The Impact of Carbohydrate Quality on Dental Plaque pH: Does the Glycemic Index of Starchy Foods Matter for Dental Health? *Nutrients*. el 6 de agosto de 2021;13(8):2711.
33. Meyer J, Paris S. *Caries Management-Science and Clinical Practice*. 1a ed. Meyer-Lueckel H, Paris S, Effenberger S, Ekstrand KR, editores. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2013. 40–48 p.
34. Henostroza G. *Diagnóstico de Caries Dental*. 1a ed. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2005. 33–36 p.
35. Barrancos P. *Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética*. 5a ed. Vol. 2. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.; 2015. 50 p.
36. Szyfter K. Genetics and Molecular Biology of Head and Neck Cancer. *Biomolecules*. el 31 de agosto de 2021;11(9):1293.
37. Ferraguti G, Terracina S, Petrella C, Greco A, Minni A, Lucarelli M, et al. Alcohol and Head and Neck Cancer: Updates on the Role of Oxidative Stress, Genetic, Epigenetics,

- Oral Microbiota, Antioxidants, and Alkylating Agents. *Antioxidants*. el 11 de enero de 2022;11(1):145.
38. Nokovitch L, Maquet C, Crampon F, Taihi I, Roussel LM, Obongo R, et al. Oral Cavity Squamous Cell Carcinoma Risk Factors: State of the Art. *J Clin Med*. el 3 de mayo de 2023;12(9):3264.
 39. Ramasamy J, Sivapathasundharam B. A study on oral mucosal changes among tobacco users. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*. septiembre de 2021;25(3):470–7.
 40. Sharma G, Gokulraj S, Bharadwaj A, Jagadeesh K, Parihar A, Hegde S. Assessment of Oral Mucosal Lesions Among Tobacco Users – A Cross-Sectional Survey. *J Orofac Sci*. 2020;12(2):80.
 41. Zhou JZ, Jou J, Cohen E. Vaccine Strategies for Human Papillomavirus-Associated Head and Neck Cancers. *Cancers (Basel)*. el 22 de diciembre de 2021;14(1):33.
 42. Economopoulou P, Kotsantis I, Psyrris A. Special Issue about Head and Neck Cancers: HPV Positive Cancers. *Int J Mol Sci*. el 11 de mayo de 2020;21(9):3388.
 43. Belyakova EN. Clinical and epidemiological profile and risk factors causing hpv-associated head and neck cancer in Russia: results of a selected study. *Health Risk Analysis*. marzo de 2022;(1):72–80.
 44. Hui C, Chau B, Gan G, Stokes W, Karam SD, Amini A. Overcoming Resistance to Immunotherapy in Head and Neck Cancer Using Radiation: A Review. *Front Oncol*. el 1 de julio de 2021;11.
 45. Alfouzan AF. Radiation therapy in head and neck cancer. *Saudi Med J*. el 24 de marzo de 2021;42(3):247–54.
 46. De Felice F, Cattaneo CG, Franco P. Radiotherapy and Systemic Therapies: Focus on Head and Neck Cancer. *Cancers (Basel)*. el 24 de agosto de 2023;15(17):4232.
 47. Brook I. Late side effects of radiation treatment for head and neck cancer. *Radiat Oncol J*. el 30 de junio de 2020;38(2):84–92.
 48. Da Conceição TC, Sanches ACB, Freire TFC, Martins GB, Marques MVC, Dantas JB de L. Acute Oral Manifestations in Patients Submitted to Radiotherapy in the Head and Neck Region: Literature Narrative Review. *Journal of Health Sciences*. el 21 de junio de 2021;23(2):92–8.
 49. Martinez AC, Silva IM V., Berti Couto SorayaA, Gandra RF, Rosa EAR, Johann ACBR, et al. Late Oral Complications Caused by Head and Neck Radiotherapy:

- Clinical and Laboratory Study. *J Oral Maxillofac Res.* el 30 de septiembre de 2020;11(3).
50. Buchberger AMS, Strzelczyk EA, Wollenberg B, Combs SE, Pickhard A, Pigorsch SU. Report on Late Toxicity in Head-and-Neck Tumor Patients with Long Term Survival after Radiochemotherapy. *Cancers (Basel).* el 26 de agosto de 2021;13(17):4292.
 51. Haro Sarango AF, Chisag Pallmay ER, Ruiz Sarzosa JP, Caicedo Pozo JE. Tipos y clasificación de las investigaciones. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades.* el 6 de abril de 2024;5(2).
 52. Lopes C de CA, Rodrigues RB, Cenci MS, Uehara JLS, Maske TT, Limirio PHJO, et al. Effect of ionizing radiation and cariogenic biofilm challenge on root-dentin caries. *Clin Oral Investig.* el 25 de junio de 2021;25(6):4059–68.
 53. Patel V, Humbert-Vidan L, Thomas C, Sassoon I, McGurk M, Fenlon M, et al. Radiotherapy quadrant doses in oropharyngeal cancer treated with intensity modulated radiotherapy. *Faculty Dental Journal.* octubre de 2020;11(4):166–72.
 54. de Amorim DMG, Verissimo AH, Ribeiro AKC, de Assunção e Souza RO, de Assunção IV, Caldas MRGR, et al. Effects of ionizing radiation on surface properties of current restorative dental materials. *J Mater Sci Mater Med.* el 12 de junio de 2021;32(6):69.
 55. Oktay EA, Zerener T, Dirican B, Yıldız S, Sager O, Karaoglanoglu S, et al. Dosimetric evaluation of the effect of dental restorative materials in head and neck radiotherapy. *Indian J Cancer.* julio de 2022;59(3):402–7.
 56. Gursel Surmelioglu D, Gungor Borsoken A, Kervancıoglu G, Yeniceri Hilaloglu NE. Effect of the cavity disinfectant containing chitosan on dentin bonding strength after radiotherapy. *The Journal of Infection in Developing Countries.* el 31 de octubre de 2022;16(10):1602–6.
 57. Anushree A, Shetty A, Soans CR, Kuttappa MN, Shetty A, Shetty K, et al. Evaluation of physical and adhesive properties of enamel after a therapeutic dose of radiation and bonding of orthodontic metal brackets: an in vitro study. *J Radiother Pract.* el 23 de marzo de 2021;20(1):78–82.
 58. Mester A, Moldovan M, Taulescu M, Sarosi C, Petean I, Vulpoi A, et al. The Side Effects of Therapeutic Radioiodine-131 on the Structure of Enamel and Dentin in Permanent Human Teeth. *Biology (Basel).* el 1 de abril de 2021;10(4):284.

59. Sohn HO, Park EY, Jung YS, Lee JY, Kim EK. Effects of the professional oral care management program on patients with head and neck cancer after radiotherapy: A 12-month follow-up. *J Dent Sci.* enero de 2021;16(1):453–9.
60. Sakiko S, Yanamoto S, Murata M, Kawashita Y, Yoshimatsu M, Funahara M, et al. Evaluation of the efficacy of low concentration fluoride gel using custom trays to prevent radiation-related dental caries in patients with head and neck cancer: protocol for a randomised controlled phase III trial (FluCar study). *BMJ Open.* el 29 de septiembre de 2020;10(9):e038606.
61. Kudkuli J, Agrawal A, Gurjar OP, Sharma SD, Rekha PD, Manzoor MAP, et al. Demineralization of tooth enamel following radiation therapy; An in vitro microstructure and microhardness analysis. *J Cancer Res Ther.* 2020;16(3):612–8.
62. Klarić Sever E, Tarle A, Vukelja J, Soče M, Grego T. Direct Induced Effects of Standard and Modified Radiotherapy Protocol on Surface Structure of Hard Dental Tissue. *Acta Stomatol Croat.* el 15 de diciembre de 2021;55(4):334–45.
63. Başer Can ED, Barut G, Işık V, Algül E, Yaprak G, Can E. Push-out bond strength of fiber posts to irradiated and non-irradiated intraradicular dentin. *Clin Oral Investig.* el 18 de agosto de 2022;26(12):7057–69.
64. Dezanetti JMP, Nascimento BL, Orsi JSR, Souza EM. Effectiveness of glass ionomer cements in the restorative treatment of radiation-related caries — a systematic review. *Supportive Care in Cancer.* el 3 de noviembre de 2022;30(11):8667–78.
65. Daveshwar SR, Kapoor SV, Daveshwar MR. Quantitative Polymerase Chain Reaction Analysis of Cariogenic *Streptococcus mutans* in Saliva of Oral and Laryngeal Cancer Patients Undergoing Radiotherapy: A Clinical Study. *Int J Appl Basic Med Res.* 2020;10(2):91–6.
66. Priya AH, Rajmohan, Arun Kumar H, Akash Raj S, Archana S, Venkatanarasu B. Evaluation of alteration in oral microbial flora pre- and postradiation therapy in patients with head and neck cancer. *J Pharm Bioallied Sci.* 2020;12(5):109.
67. Wang Z, Yang G, Zhou X, Peng X, Li M, Zhang M, et al. Heavy Ion Radiation Directly Induced the Shift of Oral Microbiota and Increased the Cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr.* el 17 de agosto de 2023;11(4).
68. Bulancea BP, Checherita LE, Foia GL, Stamatina O, Teslaru S, Lupu IC, et al. The Quantification of Salivary Flow and pH and Stomatognathic System Rehabilitation

- Interference in Patients with Oral Diseases, Post-Radiotherapy. *Applied Sciences*. el 7 de abril de 2022;12(8):3708.
69. Colloc T, Brown T, Keys W. Role of the consultant in restorative dentistry in managing head and neck cancer patients undergoing radiotherapy: a novel intraoral shield appliance design. *Br Dent J*. el 27 de noviembre de 2020;229(10):655–60.
 70. Li Z, Wu Q, Meng X, Yu H, Jiang D, Chen G, et al. Oral pH value predicts the incidence of radiotherapy related caries in nasopharyngeal carcinoma patients. *Sci Rep*. el 10 de junio de 2021;11(1):12283.
 71. Bhandari S, Soni BW, Ghoshal S. Impact of non-compliance with oral care on radiation caries in head and neck cancer survivors. *Supportive Care in Cancer*. el 1 de agosto de 2021;29(8):4783–90.
 72. Sohn HO, Park EY, Jung YS, Lee JY, Kim EK. Effects of the professional oral care management program on patients with head and neck cancer after radiotherapy: A 12-month follow-up. *J Dent Sci*. enero de 2021;16(1):453–9.
 73. Oglakci B, Burduroğlu D, Eriş AH, Mayadağlı A, Arhun N. How Does Radiotherapy Affect the Adhesion of Universal Adhesive to Enamel and Dentin? a Qualitative and Quantitative Analysis? *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*. el 1 de abril de 2022;307–22.
 74. Lalla R V., Treister NS, Sollecito TP, Schmidt BL, Patton LL, Helgeson ES, et al. Radiation therapy for head and neck cancer leads to gingival recession associated with dental caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. mayo de 2022;133(5):539–46.
 75. Mojdami ZD, Barbour A, Oveisi M, Sun C, Fine N, Saha S, et al. The Effect of Intensity-Modulated Radiotherapy to the Head and Neck Region on the Oral Innate Immune Response and Oral Microbiome: A Prospective Cohort Study of Head and Neck Tumour Patients. *Int J Mol Sci*. el 24 de agosto de 2022;23(17):9594.
 76. Palmier NR, Prado-Ribeiro AC, Mariz BALA, Rodrigues-Oliveira L, Paglioni M de P, Napimoga JTC, et al. The impact of radiation caries on morbidity and mortality outcomes of head and neck squamous cell carcinoma patients. *Special Care in Dentistry*. el 5 de enero de 2024;44(1):184–95.
 77. Yang J, Yang L, Han Q, Zhang Y, Tao Z, Zhou Y, et al. The dose limits of teeth protection for patients with nasopharyngeal carcinoma undergoing radiotherapy based

- on the early oral health-related quality of life. *Open Medicine*. el 30 de marzo de 2023;18(1).
78. Matsuda Y, Jayasinghe RD, Zhong H, Arakawa S, Kanno T. Oral Health Management and Rehabilitation for Patients with Oral Cancer: A Narrative Review. *Healthcare*. el 23 de mayo de 2022;10(5):960.
 79. Kawashima M, Kawabata T, Ando C, Sakuma M, Aoyama T, Ogawa H, et al. Radiation-induced xerostomia and cariogenic dietary habits. *Supportive Care in Cancer*. el 9 de febrero de 2024;32(2):92.
 80. Pedroso CM, Migliorati CA, Epstein JB, Ribeiro ACP, Brandão TB, Lopes MA, et al. Over 300 Radiation Caries Papers: Reflections From the Rearview Mirror. *Frontiers in Oral Health*. el 14 de julio de 2022;3.
 81. Shen YW, Wang WC, Lin NC, Ningrum V, Shieh TM, Shih YH. The Association of Salivary Flow Rate and Sleep Quality among Head and Neck Cancer Survivors after Radiotherapy. *BMC Oral Health*. el 19 de febrero de 2024;24(1):251.
 82. De Araujo Faria V, Azimbagirad M, Viani Arruda G, Fernandes Pavoni J, Cezar Felipe J, dos Santos EMCMF, et al. Prediction of Radiation-Related Dental Caries Through PyRadiomics Features and Artificial Neural Network on Panoramic Radiography. *J Digit Imaging*. el 12 de octubre de 2021;34(5):1237–48.
 83. Bohn JC, Chaiben CL, Soares de Souza S, Bahniuk Rumbelsperger AM, Fernandes Â, Naval Machado MÂ, et al. Conformational and constitutional analysis of dental caries following radiotherapy for head and neck cancer. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*. el 26 de marzo de 2021;
 84. Palmier NR, Ribeiro ACP, Fonsêca JM, Salvajoli JV, Vargas PA, Lopes MA, et al. Radiation-related caries assessment through the International Caries Detection and Assessment System and the Post-Radiation Dental Index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. diciembre de 2017;124(6):542–7.
 85. Silva ARS, Alves FA, Berger SB, Giannini M, Goes MF, Lopes MA. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. *Supportive Care in Cancer*. el 17 de enero de 2010;18(1):83–7.
 86. Rodrigues RB, Soares CJ, Junior PCS, Lara VC, Arana-Chavez VE, Novais VR. Influence of radiotherapy on the dentin properties and bond strength. *Clin Oral Investig*. el 4 de marzo de 2018;22(2):875–83.

87. Arid J, Palma-Dibb RG, de Oliveira HF, Nelson-Filho P, de Carvalho FK, da Silva LAB, et al. Radiotherapy impairs adhesive bonding in permanent teeth. *Supportive Care in Cancer*. el 24 de enero de 2020;28(1):239–47.
88. Madrid Troconis CC, Santos-Silva AR, Brandão TB, Lopes MA, de Goes MF. Impact of head and neck radiotherapy on the mechanical behavior of composite resins and adhesive systems: A systematic review. *Dental Materials*. noviembre de 2017;33(11):1229–43.
89. da Cunha SR de B, Ramos PAMM, Haddad CMK, da Silva JLF, Fregnani ER, Aranha ACC. Effects of Different Radiation Doses on the Bond Strengths of Two Different Adhesive Systems to Enamel and Dentin. *J Adhes Dent*. 2016;18(2):151–6.
90. Müller VJ, Belibasakis GN, Bosshard PP, Wiedemeier DB, Bichsel D, Rucker M, et al. Change of saliva composition with radiotherapy. *Arch Oral Biol*. octubre de 2019;106:104480.
91. Sim C, Soong Y, Pang E, Lim C, Walker G, Manton D, et al. Xerostomia, salivary characteristics and gland volumes following intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma: a two-year follow up. *Aust Dent J*. el 24 de junio de 2018;63(2):217–23.
92. Schulz RE, Bonzanini LIL, Ortigara GB, Soldera EB, Danesi CC, Antoniazzi RP, et al. Prevalence of hyposalivation and associated factors in survivors of head and neck cancer treated with radiotherapy. *Journal of Applied Oral Science*. 2021;29.
93. Martins BNFL, Palmier NR, Ribeiro ACP, Lopes MA, Brandão TB, Migliorati CA, et al. AWARENESS OF THE RISK OF RADIATION-RELATED CARIES IN HEAD AND NECK CANCER PATIENTS: A SURVEY OF PHYSICIANS, DENTISTS, AND PATIENTS. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. septiembre de 2022;134(3):e202.
94. De Lima MPM, Guimarães IC, Silva PG, Pêgas MA, De Oliveira LL, De Souza Chandretti PC, et al. ASSOCIATION BETWEEN RADIOTHERAPY AND DENTAL CARIES IN PATIENTS WITH HEAD AND NECK CANCER: A LITERATURE REVIEW. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. septiembre de 2022;134(3):e240.
95. Wu LL, Gao QP, Fu QY, Geng K. Analysis of the risk factors of radiation-induced caries in patients with head and neck cancer. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. el 1 de febrero de 2019;37(1):87–91.

96. Gan R huan, Lan L qing, Sun D ni, Tang F, Niu G, Zheng D li, et al. Effect of different approaches of direct radiation on the surface structure and caries susceptibility of enamel. *Sci Rep.* el 30 de agosto de 2024;14(1):20183.
97. Siripamitdul P, Sivavong P, Osathanon T, Pianmee C, Sangsawatpong W, Bunsong C, et al. The Effects of Radiotherapy on Microhardness and Mineral Composition of Tooth Structures. *Eur J Dent.* el 9 de mayo de 2023;17(02):357–64.
98. Muñoz MA, Garín-Correa C, González-Arriagada W, Quintela Davila X, Häberle P, Bedran-Russo A, et al. The adverse effects of radiotherapy on the structure of dental hard tissues and longevity of dental restoration. *Int J Radiat Biol.* el 2 de julio de 2020;96(7):910–8.
99. Lu H, Zhao Q, Guo J, Zeng B, Yu X, Yu D, et al. Direct radiation-induced effects on dental hard tissue. *Radiation Oncology.* el 11 de diciembre de 2019;14(1):5.
100. Liang X, Zhang J, Peng G, Li J, Bai S. Radiation caries in nasopharyngeal carcinoma patients after intensity-modulated radiation therapy: A cross-sectional study. *J Dent Sci.* marzo de 2016;11(1):1–7.
101. Zhang J, Liu H, Liang X, Zhang M, Wang R, Peng G, et al. Investigation of Salivary Function and Oral Microbiota of Radiation Caries-Free People with Nasopharyngeal Carcinoma. *PLoS One.* el 10 de abril de 2015;10(4):e0123137.
102. Gomes-Silva W, Morais-Faria K, Rivera C, Najas GF, Marta GN, da Conceição Vasconcelos KGM, et al. Impact of radiation on tooth loss in patients with head and neck cancer: a retrospective dosimetric-based study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* octubre de 2021;132(4):409–17.
103. Anjali K, Arun A, Bastian T, Parthiban R, Selvamani M, Adarsh H. Oral microbial profile in oral cancer patients before and after radiation therapy in a cancer care center –A prospective study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology.* 2020;24(1):117.
104. Almståhl A, Wikström M, Fagerberg-Mohlin B. Microflora in oral ecosystems and salivary secretion rates – A 3-year follow-up after radiation therapy to the head and neck region. *Arch Oral Biol.* septiembre de 2015;60(9):1187–95.
105. Arrifin A, Heidari E, Burke M, Fenlon MR, Banerjee A. The Effect of Radiotherapy for Treatment of Head and Neck Cancer on Oral Flora and Saliva. *Oral Health Prev Dent.* 2018;16(5):425–9.

106. Almståhl A, Finizia C, Carlén A, Fagerberg-Mohlin B, Alstad T. Explorative study on mucosal and major salivary secretion rates, caries and plaque microflora in head and neck cancer patients. *Int J Dent Hyg.* el 13 de noviembre de 2018;16(4):450–8.
107. Soutome S, Funahara M, Hayashida S, Nakamura K, Umeda M. Risk factors for radiation-induced dental caries in patients with head and neck cancer. *Oral Health and Care.* 2017;2(3).
108. Kojima Y, Yanamoto S, Umeda M, Kawashita Y, Saito I, Hasegawa T, et al. Relationship between dental status and development of osteoradionecrosis of the jaw: a multicenter retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* agosto de 2017;124(2):139–45.
109. Dobroś K, Hajto-Bryk J, Wróblewska M, Zarzecka J. Radiation-induced caries as the late effect of radiation therapy in the head and neck region. *Współczesna Onkologia.* 2016;4:287–90.
110. Obukhov YuA, Zhukovskaya E V., Karelin AF. Radiation caries in patients receiving cancer therapy: a review of the literature and their own clinical observations. *Russian Journal of Children Hematology and Oncology.* el 22 de enero de 2019;5(4):40–50.
111. Moore C, McLister C, Cardwell C, O'Neill C, Donnelly M, McKenna G. Dental caries following radiotherapy for head and neck cancer: A systematic review. *Oral Oncol.* enero de 2020;100:104484.

ANEXOS

Anexo 1. Artículos en etapa de inclusión

N°	Autor	Base de datos	Procedencia	Cuartil	SJR
1	Klarić Sever E et al.,	ProQuest	Croacia	Q2	0.39
2	Wang Z et al.,	Pubmed	Estados Unidos	Q1	1.03
3	Kudkuli J et al.,	Pubmed	India	Q3	0.43
4	Priya AH et al.,	ProQuest	India	Q2	0.26
5	Sakiko S et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q1	0.97
6	Sohn HO et al.,	Pubmed	Taiwan	Q1	0.76
7	Palmier NR et al.,	ProQuest	Estados Unidos	Q3	0.37
8	Mester A et al.,	ProQuest	Suiza	Q1	0.82
9	Anushree et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q4	0.19
10	Daveshwar S et al.,	Pubmed	India	Q2	0.8
11	Derya GS et al.,	ProQuest	Italia	Q3	0.45
12	Oktay E et al.,	Web of Science	India	Q3	0.28
13	de Amorin et al.,	Web of Science	Países Bajos	Q2	0.65
14	Oglakci B et al.,	ProQuest	Costa Rica	Q3	0.19
15	Bulancea BP et al.,	Web of Science	Suiza	Q2	0.51
16	Yang J et al.,	ProQuest	Alemania	Q3	0.42
17	Başer Can ED et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	0.94
18	Matsuda Y et al.,	ProQuest	Suiza	Q2	0.61
19	de Carvalho A et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	0.94
20	Patel V et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q4	0.125
21	Mojdami ZD et al.,	Web of Science	Suiza	Q1	1.18
22	Thibault C et.,	ProQuest	Reino Unido	Q2	0.6
23	Dezanetti JMP et al.,	Web of Science	Alemania	Q1	1.01
24	Li Z et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q1	0.9
25	Yen-Wen S et al.,	ProQuest	Reino Unido	Q1	0.74
26	Sudhir B et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	1.01
27	Kawashima M et al.,	ProQuest	Alemania	Q1	1.01
28	Pedroso CM et al.,	Web of Science	Suiza	Q1	0.69
29	Lalla RV et al.,	Pubmed	Estados Unidos	Q2	0.56
30	Brook I. et al.,	Web of Science	Corea del Sur	Q2	0.7

Anexo 2. Booleanos en Web of Science

Clarivate Web of Science

Refinar resultados para rad... Refinar resultados para radiation caries (Todos los campos) AND radiothera...

38 resultados de la Colección Principal de Web of Science para:
radiation caries (Todos los campos) and radiotherapy (Todos los campos) and head and neck cancer (Todos los campos) not childre...

+ Añadir palabras clave Añadir palabras clave rápidamente: < + radiation-related caries + radiation caries + head and neck cancer + head and neck neoplasms + dent >

Afinado por: Acceso abierto X Años de publicación: 2024 or 2023 or 2022 or 2021 or 2020 X Tipos de documentos: Artículo X Años de publicación: 2020 or 2021 or 2022 or 2023 or 2024 X
 Acceso abierto X Tipos de documentos: Artículo X Idiomas: English X Borrar todo

38 documentos Puede que también le guste... [Analizar resultados](#) [Informe de citas](#) [Crear alerta](#)

Refinar resultados [Exportar Refinar](#)

0/38 [Añadir a la lista de marcados](#) [Exportar](#) Relevancia < 1 de 1 >

1 **Dental Caries** **Postradiotherapy in Head and Neck Cancer** 9 Citas 24 Referencias

Brennan, MT; Treister, NS; L., Lalla, RV
 Jul 2023 | JDR CLINICAL & TRANSLATIONAL RESEARCH | 8(3), pp.234-243

Referencias citadas enriquecidas

Background: Treatment for **head and neck cancer** (HNC) such as **radiotherapy** (RT) can lead to numerous acute and chronic **head and neck** sequelae, including dental **caries**. The goal of the present study was to measure 2-y changes in dental **caries** after **radiotherapy** in patients with HNC and test risk factors for **caries** increment. ... [Mostrar más](#)

Texto completo en la editorial Artículo del repositorio gratuito y publicado [Registros relacionados](#)

Anexo 3. Booleanos en PubMed

An official website of the United States government [Here's how you know](#)

NIH National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information [Log in](#)

PubMed® (((radiation caries) AND (radiotherapy)) AND (head and neck cancer)) NOT (ci) [Search](#)

Advanced Create alert Create RSS User Guide

Save Email Send to Sort by: Best match Display options

MY CUSTOM FILTERS 41 results << Page 1 of 5 >>

RESULTS BY YEAR  2020-2024

PUBLICATION DATE
 1 year
 5 years
 10 years
 Custom Range

Filters applied: Free full text, Full text. [Clear all](#)

1 **The effect of comprehensive oral care program on oral health and quality of life in patients undergoing radiotherapy for head and neck cancer: A quasi-experimental case-control study.**
 Cite Lee HJ, Han DH, Kim JH, Wu HG.
 Share Medicine (Baltimore). 2021 Apr 23;100(16):e25540. doi: 10.1097/MD.00000000000025540. PMID: 33879699 [Free PMC article](#). Clinical Trial.
 OBJECTIVES: The purpose of this study is to investigate the effect of the comprehensive oral care program on oral health status and symptoms in **head and neck cancer** (HNC) patients undergoing **radiotherapy**. METHODS: This was a quasi-experimental s ...

2 **Dental considerations for head and neck cancer: A clinical review.**
 Abed H.

Anexo 4. Booleanos en ProQuest

The screenshot shows the ProQuest search interface. At the top, the search bar contains the query: "(radiation caries) AND radiotherapy AND (head AND neck cancer) NOT children". The search results page displays 427 results. On the left, there are filters applied: Scholarly Journals, Últimos 5 años, and Inglés. The main results list shows two entries:

- 1** A scoping assessment of dental services at designated head and neck cancer centres in Ontario, Canada. Levy, Ben B; Goodman, Jade; Watson, Erin; Gilbert, Melanie; Blanas, Nick; et al. *BMC Oral Health*; London Tomo 24. (2024): 1-11. [Resumen/detalles](#) [Texto completo - PDF \(1 MB\)](#)
- 2** Effect of different approaches of direct radiation on the surface structure and caries susceptibility of enamel. Gan, Rui-huan; Lan, Li-qing; Sun, Dan-ri; Tang, Fan; Niu, Gang; et al. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*; London Tomo 14, N° 1. (2024): 20183. [Resumen/detalles](#) [Texto completo - PDF \(5 MB\)](#) [48 Referencias](#)

At the bottom left, there is a notification bubble with the number 5 and a question mark icon.