



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ESPECIALIDAD DE ENDOPERIODONTOLOGÍA**

**EFICACIA DE LA TECNOLOGÍA QLF™ EN COMPARACIÓN CON
LA TABLETA REVELADORA COMO AUXILIAR EN EL
CONTROL DE BIOPELÍCULA EN PACIENTES CON LESIÓN
MEDULAR**

C.D. MONROY CARRASCO FERNANDA

**Tesis para obtener el grado de Especialista en
Endoperiodontología**

DIRECTOR DE TESIS: ESP. ARIEL CRUZ LEÓN

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz

Estado de México

2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar esta tesis en primer lugar a mis padres, quienes con su amor, apoyo y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo, valentía y de no temer las adversidades.

A mis hermanas, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A los mis asesores de tesis Ariel Cruz y Carolina Vega, ya que gracias a su conocimiento y guía se logro culminar este proyecto.

A los doctores Jose Agustin Pujana e Ignacio Javier Pujana, por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de tode este tiempo, muchas gracias.

Y a todas que estuvieron conmigo durante este proceso apoyandome que no alcanzo a mencionar, muchas gracias.

Por último quiero agradecer a Qray, Ideas Dentales por el préstamo del equipo Qsan Plus®, y a Procter & Gamble (P&G) por la donación de material para la reazlización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	GLOSARIO	8
II.	ABREVIATURAS	15
III.	RESUMEN	17
IV.	ABSTRAC	18
V.	INTRODUCCIÓN	20
VI.	ESTADO DEL ARTE	23
1.	Biopelícula	23
1.1.	Definición de biopelícula	23
1.2.	Evolución de la biopelícula	24
1.3.	Microbiología de la biopelícula bucal	26
1.4.	Organización y formación de la biopelícula bucal	35
1.4.1.	Colonización y maduración de la biopelícula bucal	36
1.4.2.	Formación de la biopelícula sobre la superficie dental	38
1.5.	Clasificación de la biopelícula bucal	40
1.6.	Relación de la biopelícula bucal con otras enfermedades	41
1.6.1.	Relación de la biopelícula bucal con la periodontitis ...	42
1.6.2.	Relación de la biopelícula bucal con caries	44
1.7.	Control de la biopelícula bucal	46
1.7.1.	Técnicas de cepillado para el control de biopelícula bucal	48
1.8.	Reveladores de la biopelícula bucal	52
1.8.1.	Preparaciones Yodadas	55
1.8.2.	Preparaciones de merbromina o mercurocromo	56
1.8.3.	Pardo Bimarck	56
1.8.4.	Eritrosina	56
1.8.5.	Verde rápido o verde malquita	58
1.8.6.	Fucsina Básica	58
1.8.7.	Indicadores Dicromáticos	59

1.8.8. Lámpara ultravioleta para revelar biopelícula.	
Fluoresceína sódica	59
2. Fluorescencia	60
2.1. Definición de fluorescencia	60
2.2. Espectro Electromagnético	62
2.3. Radiación Ultravioleta (UV)	65
2.4. Fluorescencia visible inducida por UV	67
2.5. Fluorescencia en la biopelícula bucal	71
3. Tecnología QLF™	73
3.1. Historia	74
3.2. Funcionamiento de la tecnología QLF™	76
3.3. Aplicaciones de la tecnología QLF™ en odontología	78
4. Lesiones medulares	81
4.1. Lesiones medulares traumáticas	88
4.2. Lesiones medulares no traumáticas	90
4.3. Síndrome de Guillain – Barré	91
VII. MATERIAL Y MÉTODO	97
VIII. RESULTADOS	101
IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	119
X. DISCUSIÓN	122
XI. CONCLUSIÓN	143
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
XIII. ANEXOS	157
5. Consentimiento informado	157
6. Formato de control de biopelícula	160

ÍNDICE DE FIGURAS

- **Figura 1.** Diagrama de Jablonski 61
- **Figura 2.** Características principales de una onda 64
- **Figura 3.** Espectro de onda visible 65
- **Figura 4.** Diagrama del funcionamiento de la tecnología QL F..... 80

ÍNDICE DE TABLAS

- **Tabla 1.** Genero de Bacterias en cavidad bucal 30
- **Tabla 2.** Tiempo de evolución y maduración de la Biopelícula 41
- **Tabla 3.** Diferentes usos de la radiación UV 66
- **Tabla 4.** Causas principales de Discapacidad motriz 83
- **Tabla 5.** Recopilación de datos de pacientes y características generales de los tipos de Lesiones Medulares101
- **Tabla 6.** Recopilación de datos de la higiene bucal en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina y Rehabilitación 108
- **Tabla 7.** Diferencia del índice de biopelícula obtenido con los reveladores Qscan Plus® y la tablera reveladora Viardent® en la visita inicial 119
- **Tabla 8.** Diferencia del índice de biopelícula obtenido con los reveladores Qscan Plus® y la tablera reveladora Viardent® segunda visita 120
- **Tabla 9.** Diferencia del índice de biopelícula obtenido con los reveladores Qscan Plus® y la tablera reveladora Viardent® visita final 121

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

- **Fotografía 1.** Paciente dependiente, diagnosticada con SGB, descripción de caso 106
- **Fotografía 2.** Uso del cepillo eléctrico y compracion del índice de biopelícula en paciente con SGB 106
- **Fotografía 3.** Aditamento de apoyo de cepillo manual108
- **Fotografía 4.** Comparación de biopelícula con tableta reveladora Viardent® antes y después del cepillado113
- **Fotografía 5.** Control de biopelícula con Qscan Plus® en paciente con Lesión Medular Traumática114

- **Fotografía 6.** Evaluación de la biopelícula con Qscan Plus® en paciente con paraplejia compleja por trauma craneoencefálico 115
- **Fotografía 7.** Uso del cepillo eléctrico en paciente con paraplejia compleja por trauma craneoencefálico 115
- **Fotografía 8.** Comparación del Qscan Plus® y la tableta reveladora Viardent® en paciente de 16 años 116
- **Fotografía 9.** Comparación del Qscan Plus® y la tableta reveladora Viardent® en paciente de 65 años 117
- **Fotografía 10.** Comparación del Qscan Plus® y la tableta reveladora Viardent® en paciente de 15 años después del uso del cepillo eléctrico 118
- **Fotografía 11.** Comparación del Qscan Plus® y la tableta reveladora Viardent® en paciente de 65 años después del uso del cepillo eléctrico 118

ÍNDICE DE GRÁFICAS

- **Gráfica 1.** Estructura de la población por condición de discapacidad según grupo de edad y género 86
- **Gráfica 2.** Porcentaje de población con discapacidad de acuerdo al tipo de discapacidad 87
- **Gráfica 3.** Principales causas de discapacidad en México 87
- **Gráfica 4.** Distribución porcentual por localidad y condición de discapacidad según el género 88
- **Gráfica 5.** Porcentaje de los tipos de Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro 104
- **Gráfica 6.** Diferentes causas de Lesiones Medulares en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro 105
- **Gráfica 7.** Porcentaje del género de pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro 107
- **Gráfica 8.** Cepillado dental en los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro 110

- **Gráfica 9.** Cepillado por día en los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro111
- **Gráfica 10.** Tipo de cepillo dental empleado por los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro111
- **Gráfico 11.** Auxiliares de higiene bucal en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro112
- **Gráfica 12.** Índice de biopelícula en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro113
- **Gráfica 13.** Índice de biopelícula, revaloración a las dos semanas en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro116
- **Gráfica 14.** Índice de biopelícula con uso de cepillo eléctrico en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro117
- **Gráfica 15.** Media del índice de biopelícula en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro119
- **Gráfica 16.** Media del índice de biopelícula, revaloración de pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro120
- **Gráfico 17.** Media del índice de biopelícula, revaloración con cepillo eléctrico en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro121

I. GLOSARIO

- **Adhesina:** componente de las superficies celulares o de los apéndices de las bacterias que facilita la unión con otras células o superficies.
- **Anticuerpo:** sustancia segregada por los linfocitos para combatir una infección que afecte al organismo.
- **Antígeno:** sustancia que al introducirse en el organismo induce en este una respuesta inmunitaria provocando la formación de anticuerpos.
- **Autoclisis:** mecanismo de limpieza involuntario y normal de la boca, por medio de movimientos de la lengua, labios y flujo salival.
- **Axón:** prolongación filiforme que parte del cuerpo de la neurona y termina en una ramificación que está en contacto con células musculares por las cuales circulan impulsos nerviosos.
- **Bacterias acidogénicas:** producen ácidos en la reducción de la materia orgánica.
- **Bacterias acidúricas:** microorganismos que se desarrollan en un medio ácido.
- **Biopelícula:** comunidad microbiana que está constituida por múltiples especies, es compleja y altamente diferenciada.
- **Cálculo dental:** depósito calcificado que se forma sobre los dientes y prótesis dentales.
- **Campo eléctrico:** región del espacio en la que interactúa la fuerza eléctrica.
- **Caries dental:** destrucción del esmalte dental
- **Célula eucariota:** célula que posee un núcleo definido con material genético.
- **Células de Schwann:** células gliales que se encuentran en el sistema nervioso periférico que acompañan a las neuronas durante su crecimiento y desarrollo de su función.
- **Células planctónicas:** microorganismos libres que viven en un ambiente líquido que se adhieren a las superficies.
- **Célula procariota:** célula que no posee núcleo.

- **Células T:** glóbulo blanco que forma parte del sistema inmune y se forma a partir de células madre en la médula ósea.
- **Citosinas:** proteínas que regulan la función de las células que las producen sobre otros tipos celulares.
- **Columna vertebral:** huesos, músculos, tendones y otros tejidos que van desde la base del cráneo hasta el cóccix, los cuales encierran la médula espinal.
- **Cuerpo fructífero:** estructura multicelular de los hongos sobre la que forman estructuras productoras de esporas.
- **Fisioterapia:** tratamiento terapéutico y de rehabilitación no farmacológica para diagnosticar, prevenir y dar tratamiento síntomas de múltiples dolencias.
- **Desmielinización:** proceso patológico en el cual se daña la capa de mielina de las fibras nerviosas.
- **Desmineralización – remineralización dental:** ciclo continuo que cede iones de calcio y fosfato que alteran la estructura cristalina de la hidroxiapatita.
- **Discapacidad:** falta o limitación de alguna facultad física o mental que imposibilita o dificulta el desarrollo normal de las actividades de un individuo.
- **Discapacidad motriz:** limitación resultante de una alteración o deficiencia músculo-esquelética.
- **Electrón:** partícula que se encuentra alrededor del núcleo del átomo con carga eléctrica negativa.
- **Enfermedad autoinmune:** trastorno en el que el sistema inmunitario ataca al propio organismo sin razón aparente.
- **Enzimas:** moléculas orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones químicas acelerando la velocidad de dicha reacción.
- **Esmalte dental:** cubierta compuesta por hidroxiapatita que recubre la corona de los dientes.
- **Espectro electromagnético:** distribución de energía de las ondas electromagnéticas referido a un objeto.

- **Espectrometría:** método científico que mide cuanta luz absorbe una sustancia química.
- **Esporas:** célula haploide que funciona como agente de reproducción de microorganismos.
- **Exopolisacáridos:** son principalmente polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos, los cuales proporcionan la estabilidad mecánica de las biopelículas.
- **Fimbrias:** apéndices cortos que utilizan las bacterias para adherirse a las superficies.
- **Flagelos:** apéndices largos y delgados, móviles compuestos de proteína flagelina.
- **Fluorescencia:** proceso óptico, un tipo particular de luminiscencia en donde una molécula absorbe energía en forma de radiación electromagnética con una determinada longitud de onda, con lo que se emite energía en forma de radiación electromagnética de longitud de onda más larga que la energía inicial.
- **Fluoróforo:** componente de una molécula que hace que ésta sea fluorescente.
- **Fosfoproteína:** proteína unida por medio de enlace covalente a una sustancia que contiene ácido fosfórico.
- **Fosforescencia:** propiedad de las sustancias de reflejar luz durante un periodo determinado de tiempo después de retirar su exposición a una fuente luminosa.
- **Fotón:** es la partícula que compone la luz responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético.
- **Fuerzas de Van Der Waals:** fuerzas intermoleculares atractivas o repulsivas que generan enlaces atómicos.
- **Frecuencia de onda:** número de veces que se repite una onda en una determinada unidad temporal.
- **Fusobacteria:** filo de bacterias anaerobias obligadas Gram negativas con lipopolisacáridos, bacilos que se encuentran como comensales o patógenos.

- **Gangliósido:** molécula compleja que contiene lípidos y carbohidratos que se encuentran en la membrana plasmática de muchas clases de células.
- **Gingivitis:** inflamación de las encías por el efecto a corto plazo de la biopelícula bucal.
- **Glía:** conjunto de células que acompañan a las neuronas en el sistema nervioso central y periférico.
- **Glucoproteínas:** moléculas compuestas por una proteína unida a uno o varios glúcidos simples o compuestos.
- **Guillain- Barré:** polineuropatía inflamatoria monofásica mediada por el sistema inmunológico
- **Hertz:** unidad de frecuencia del Sistema Internacional, que equivale a la frecuencia de un fenómeno periódico cuyo periodo es de 1 segundo.
- **Hipersensibilidad:** reacción inmunitaria exacerbada.
- **Indicadores dicromáticos:** tiñen la biopelícula de dos colores diferentes, para poder diferenciar el grosor o maduración de ésta.
- **Inmunización:** técnica usada para causar respuesta inmunitaria que da lugar a la resistencia a una enfermedad específica.
- **Lesión medular:** daño en alguna parte de la médula espinal o en los nervios vertebrales.
- **Limitación motora:** deficiencia que provoca que el individuo tenga una disfunción en el aparato locomotor.
- **Linfocitos:** células que circulan en la sangre que son parte del sistema inmunológico, las cuales producen anticuerpos.
- **Longitud de onda:** distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas.
- **Luz ultravioleta:** tipo de radiación electromagnética de longitud de onda corta.
- **Medula espinal:** es la encargada de transmitir impulsos nerviosos a los treinta y un pares de nervios raquídeos, comunicando el encéfalo con todo el cuerpo.

- **Macrófago:** célula de gran tamaño con la capacidad de fagocitar partículas grandes, encargada de destruir antígenos y de presentarlos a los linfocitos encargados de iniciar el proceso inmunológico.
- **Microbiología:** rama de la biología que estudia microorganismos unicelulares y pluricelulares.
- **Microcolonias:** son comunidades discretas de células de una o de diferentes especies consisten en muchos tipos de microcomunidades que se coordinan entre sí para el intercambio de sustratos, distribución de productos metabólicos y la excreción de productos finales metabólicos.
- **Microscopía electrónica:** técnica que utiliza un haz de electrones acelerados para iluminar y producir imágenes.
- **Mielina:** sustancia que envuelve y protege los axones neuronales cuya función principal es aumentar la velocidad de la transmisión de impulsos nerviosos.
- **Movimiento Browniano:** movimiento aleatorio que se observa en partículas microscópicas presentes en un medio fluido.
- **Mucinas:** mucoproteínas de alto peso molecular que protegen la superficie de las células epiteliales, principal constituyente de la secreción mucosa.
- **Micoplasma:** bacterias que carecen de una pared celular.
- **Nanómetro:** unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades que equivale a una mil millonésima parte de un metro.
- **Neuropatía:** consecuencia del daño a los nervios fuera del cerebro y de la médula espinal.
- **Onda electromagnética:** propagación de la energía en el espacio y tiempo.
- **Patogenicidad:** capacidad de los microorganismos para producir enfermedad en huéspedes susceptibles.
- **PCR:** Reacción en Cadena Polimerasa, prueba de diagnóstico que permite detectar un fragmento del material genético de un patógeno determinado.

- **Película adquirida:** cutícula delgada de naturaleza orgánica, estéril y acelular que recubre todas las superficies del medio bucal.
- **Periodontitis:** enfermedad crónica y progresiva que se caracteriza por la expansión de la biopelícula microbiana hacia el fondo del margen gingival, con formación de infiltrado inflamatorio que provoca la destrucción del ligamento periodontal, resorción ósea alveolar y con el tiempo la pérdida de los dientes.
- **Pilus:** apéndice largo que utilizan las bacterias para adherirse a las superficies.
- **Ph:** Potencial de Hidrógeno, medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución.
- **Polineuropatía:** subgrupo de desórdenes de nervios periféricos caracterizado por ser un proceso simétrico y diseminado.
- **Polisacáridos:** biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos.
- **Porfirinas:** grupo prostético de las cromoproteínas porfirínicas que ayudan a formar sustancias importantes en el cuerpo.
- **Protozoarios:** organismo unicelular y eucariota perteneciente al reino protista.
- **Quórum:** mecanismo de regulación genética en respuesta a la densidad de población celular.
- **Radiación:** emisión de radiaciones luminosas, térmicas, magnéticas o de otro tipo.
- **Radiación ultravioleta:** radiación electromagnética cuya longitud de onda está entre los 10nm.
- **Receptor tipo Toll:** sensores de reconocimiento de membrana, que reconocen características presentes en la superficie de patógenos que son liberados por tejido necrótico.
- **Rehabilitación:** conjunto de medidas sociales, educativas y profesionales destinadas a restituir a un individuo en situación de discapacidad a la mayor capacidad e independencia posible.

- **Reveladores de biopelícula:** colorantes alimenticios o vitales que son utilizados para visualizar los depósitos no calcificados de la misma.
- **Secuela:** consecuencia o resultado, generalmente de carácter negativo, que sobreviene de un hecho determinado.
- **Síndrome:** cuadro clínico o conjunto de síntomas que presenta alguna enfermedad que por sus propias características posee un grupo significativo de datos semiológicos que ocurren en tiempo y forma y con variadas causas de etiología.
- **Sistema músculo-esquelético:** proporciona forma, estabilidad y movimiento al cuerpo humano.
- **Sociomicrobiología:** modelo para diseccionar el comportamiento social a nivel genético.
- **Sustancias húmicas:** sustancias formadas a partir de residuos orgánicos mediante la acción de la actividad microbiana.
- **Sustancias poliméricas extracelulares:** polímeros naturales de alto peso molecular, secretados por los microorganismos en su entorno.
- **Taxón:** grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada son agrupados, asignándole un nombre en latín, descripción y un tipo.
- **Tecnología QLF™:** fluorescencia cuantitativa inducida por luz, es una tecnología óptica que detecta la autofluorescencia de un fluoróforo.
- **Tratamiento inmunomodulador:** grupo de medicamentos que tienen como blanco a las vías que tratan el mieloma múltiple.
- **Trauma:** lesión o daño.
- **Vaina de mielina:** capa que se forma alrededor de los nervios, compuesta de proteína y sustancias grasas.
- **Vibrio:** genero de bacterias pertenecientes a la familia Vibrionaceae, Gram negativas que habitan en medios húmedos.
- **Virus:** agente infeccioso acelular que requiere de otra célula para poder replicarse.

I. ABREVIATURAS

- **18S:** Fragmento del ácido ribonucleico ribosomal humano número 18.
- **Å:** Amstroms.
- **Ac:** Anticuerpo.
- **ADN:** Ácido desoxirribonucleico.
- **Ag:** Antígeno.
- **AIDP:** Polirradiculoneuropatía desmielinizante inflamatoria aguda.
- **AMAN:** Neuropatía axonal motora aguda.
- **AMSAN:** Neuropatía motora y sensorial aguda.
- **ARNm:** Ácido ribonucleico mensajero.
- **ATP:** Adenosín trifosfato.
- **c:** Constante.
- **C5:** Convertasa.
- **CIDDM:** Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías.
- **CNDH:** Comisión Nacional de Derechos Humanos.
- **col.:** Colaboradores.
- **E-127:** Eritrosina.
- **EE. UU:** Estados Unidos de América.
- **EPS:** Exopolisacaridos.
- **Et Al:** Y otros, extra o además.
- **Etc:** Etcétera.
- **g:** Gramos.
- **HLA:** Complejo principal de histocompatibilidad.
- **Hz:** Hertz.
- **I:** Yodo.
- **IFN-γ:** Interferon gamma.
- **IL:** Interleucina.
- **IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social.
- **INEGI:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- **ISCI:** Grupo Internacional de Lesiones de Médula Espinal.
- **Km/s:** Kilometro sobre segundo.
- **LCR:** Líquido cefaloraquídeo.
- **LME:** Lesiones de la Médula Espinal.
- **mg:** Miligramos.
- **nm:** Nanometros.
- **NTSCI:** Lesiones de la Médula Espinal No Traumática.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **OTU:** Unidad taxonómica operativa.
- **P. gingivalis:** Porfiromonas gingivalis.
- **P. intermedia:** Porfiromonas intermedia.
- **PCR:** Prueba de proteína C reactiva.
- **pH:** Potencial de hidrógeno.
- **Ppr:** Receptor de superficie bacteriana.
- **Qhi:** Quigley Hein index.
- **QLF:** Quantitative Light-induced Fluorescence.
- **QLFD:** Digital Quantitative Light-induced Fluorescence.
- **QS:** Quorum sensing.
- **S. sanguis:** Streptococcus sanguis.
- **SGB:** Síndrome de Guillain Barré.
- **SLI:** Índice de Silness & Loe.
- **SLR:** Cámara réflex de lente única.
- **Spp:** Especies.
- **TH2:** Linfocitos T.
- **TSI:** Lesiones Espinales Traumáticas.
- **UMFRC:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro
- **UV:** Ultravioleta
- **UVA:** Radiación ultravioleta de onda larga
- **UVB:** Radiación ultravioleta de onda media
- **UVC:** Radiación ultravioleta de onda corta
- **λ :** Longitud de onda

II. RESUMEN

La tecnología QLF™ (Cuantificación de la Fluorescencia inducida por Luz) es un método no invasivo, que mide los cambios en el contenido mineral de los tejidos dentales, así como la capacidad de detectar las porfirinas presentes en las bacterias de la biopelícula madura. Esta tecnología puede sustituir a los procedimientos de tinción convencional para la detección de biopelícula bucal, especialmente en pacientes con enfermedades que afectan de forma parcial o total sus movimientos musculares, lo cual puede afectar sus actividades de higiene básica, como el cepillado dental; por lo que el objetivo de esta investigación fue identificar la eficacia en el control de la biopelícula del Qscan plus® y las pastillas reveladoras, a través del cepillado dental en pacientes hospitalizados con lesiones medulares, así como evaluar las dificultades en la manipulación de los cepillos manual y eléctrico por parte del propio paciente o por su familiar. El estudio se desarrollo en el hospital de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro (UMFRC), del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Ciudad de México, en 27 pacientes con diversas lesiones medulares, a quienes se entrevistaron, se observó el cepillado dental realizado habitualmente y la limitación que se tenía por su situación física actual, se midió el índice de la biopelícula, se orientó sobre la técnica correcta de cepillado y su realización de acuerdo a sus posibilidades , o por medio del apoyo familiar. En un segundo momento se cambio la herramienta de cepillado (de cepillo manual a eléctrico), se evaluó en tres tiempos el índice de biopelícula, (inicial, después del cepillado manual y luego del uso del cepillo eléctrico), comparando la eficacia de ambos reveladores. Por último, se conoció la experiencia sobre el cepillo, el

cepillado y los cambios/beneficios para mantener su propia higiene, en la que los pacientes mostraban mejoras en su higiene, además de mayor control en el movimiento con el cepillo eléctrico.

Palabras Clave

Lesiones medulares, Qscan plus®, Biopelícula, Cepillo eléctrico, Salud Bucal.

III. ABSTRAC

The QLF™ technology (Quantitative of Light-Induced Fluorescence) is a non-invasive method, which measures changes in the mineral content of dental tissues, as well as the ability to detect porphyrins present in bacteria in mature biofilm. This technology can replace conventional staining procedures for the detection of oral biofilm, especially in patients with diseases that partially or totally affect muscle movements, which can affect their basic hygiene activities, such as tooth brushing; therefore, the objective of this research was to identify the effectiveness in the control of the biofilm of the Qscan plus® and the revealing tablets, through tooth brushing in hospitalized patients with spinal cord injuries, as well as to evaluate the difficulties in handling the brushes manual and electrical by the patient himself or by his family member. The study was developed in the hospital of the Unit of Physical Medicine and Rehabilitation Center (UMFRC), of the Mexican Institute of Social Security (IMSS), in Mexico City, with 28 patients with various spinal injuries, who were interviewed, he observed the tooth brushing carried out regularly and the limitation that he had due to his current physical situation, the biofilm index was measured, he was guided on the correct brushing technique and its performance according to his possibilities, or through family

support. In a second moment, the brushing tool was changed (from manual to electric brush), the biofilm index was evaluated in three times, (initial, after manual brushing and after the use of the electric brush), comparing the effectiveness of both developers. Finally, the experience on brushing, brushing and the changes / benefits to maintain their own hygiene, in addition to greater control in movement with the electric toothbrush.

Keywords

Spinal cord injuries, Qscan plus®, Electric toothbrush, Oral Health.

IV. INTRODUCCIÓN

Las lesiones medulares representan en la actualidad un problema de salud pública, que en los últimos años ha ido en aumento. Entre 250,000 y 500,000 personas padecen al año algún tipo de lesión medular, en su mayoría causadas por situaciones prevenibles. Los pacientes que padecen estas lesiones tienen tasas de supervivencia más bajas que la población que nos la padece.

De acuerdo con la OMS (2013), las lesiones medulares son daños que sufre la médula espinal por traumatismos, enfermedades o degeneración senil. Se asocian al riesgo de padecer diversas enfermedades secundarias desencadenadas por su condición, incluso las personas que las padecen pueden llegar a depender de terceros para realizar actividades de la vida cotidiana, lo que a su vez repercute de manera negativa en el estado de salud general del paciente.

Una actividad que se descuida mucho en pacientes que padecen afectaciones medulares es la higiene. La higiene bucal es una de las áreas a la que regularmente se le presta poca atención, debido a la poca o nula motricidad en las extremidades. Esto dificulta que se pueda llevar a cabo el cepillado dental correctamente, lo que conlleva a la aparición de diversas patologías bucales por el acúmulo de biopelícula, principalmente periodontitis y caries dental.

En México se carece de información suficiente acerca de la higiene bucal en pacientes con discapacidades en el sector hospitalario, lo que supone que el cuidado bucal en los pacientes hospitalizados es dejado de lado por el personal médico y de enfermería. Esto nos lleva a replantearnos la necesidad de un

protocolo de control de biopelícula e higiene bucal hospitalario, principalmente en pacientes con discapacidades motrices, con la ayuda de aditamentos y tecnología que les permita facilitar y monitorear su higiene bucal.

La biopelícula es una de las principales causas del deterioro de la salud bucal. Vincent Zijnje (2010) define a las biopelículas microbianas bucales como comunidades bacterianas estructuradas de forma tridimensional, que se unen a superficies como la encía, esmalte dental, superficies radiculares e incluso a los implantes dentales. La biopelícula se compone por una matriz de exopolisacáridos y son un claro ejemplo de un ecosistema ideal para la adhesión bacteriana. Además, estas desempeñan un papel causal para enfermedades infecciosas dentro de la cavidad bucal.

Actualmente el desarrollo tecnológico nos permite hacernos de herramientas que nos facilitan la identificación de dicha biopelícula. El área odontológica no es la excepción, envolviéndose cada vez más en el ámbito digital. Un ejemplo es la Cuantificación de la Fluorescencia por Luz (QLF™), la cual nos muestra un método no invasivo utilizado para la identificación de biopelícula bucal madura por medio de sus porfirinas presentes en las bacterias, así como medir los cambios de contenido mineral de los tejidos dentales (Sun-Young Han, 2015).

La tecnología QLF™ puede sustituir a los procedimientos de tinción convencional para la detección de la biopelícula bucal madura por medio de la captura de imágenes. Esto es muy útil en los pacientes con poca o nula movilidad, que tienen problemas para llevar a cabo su higiene bucal

correctamente, ya que reduce el tiempo y esfuerzo para el análisis del control de biopelícula.

Por lo tanto el objetivo de este estudio es conocer la efectividad que tiene la tecnología QLF™ en comparación con un método revelador de biopelícula convencional, en este caso la pastilla reveladora Viardent®, en pacientes con lesiones medulares, hospitalizados en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), para determinar si su empleo, puede brindarles una herramienta que les facilite el control de la biopelícula bucal, además de proporcionar técnicas de cepillado, así como cepillos dentales manuales y eléctricos que contribuyan con esta tarea.

V. ESTADO DEL ARTE

1. Biopelícula

1.1. Definición de biopelícula

La biopelícula es una comunidad microbiana que está constituida por múltiples especies, es compleja y altamente diferenciada, la cual alberga bacterias que se adhieren a una superficie viva o inerte. Dichos microorganismos viven dentro de una matriz de sustancias poliméricas extracelulares de exopolisacáridos que se reproducen y comparten su material genético a altas velocidades (Watnick y Kolter, 2000; Jamal, et al, 2018).

Otra forma de entender la biopelícula es como un conjunto de biomasa con microcirculación, que permite a las diferentes comunidades bióticas complementarse nutricionalmente. Se determina como una unidad sellada, englobada en polisacáridos extracelulares, lo que le brinda resistencia ante las defensas del hospedero y los antibióticos (Sardy y González. 2016).

Para otros autores como Costerton y col. (1999), la biopelícula es un conjunto microbiano sensible, que se establece como una estructura tridimensional compuesta por comunidades multicelulares, principalmente células procariontas y/o eucariotas incrustadas en una matriz compuesta (al menos parcialmente), de material que se sintetiza por la propia comunidad microbiana.

Lasa y col. (2005) consideran a la biopelícula como comunidades de microorganismos que no poseen ninguna restricción a algún grupo en específico, que crecen envueltos en una matriz de exopolisacáridos adheridos a una superficie inerte o a un tejido vivo.

De acuerdo a Azeredo, et al, (2017) podemos considerar a la biopelícula de la siguiente manera:

- Biopelículas perjudiciales: se incluyen biopelículas clínicas, contaminantes alimentarios, bioincrustaciones en equipos industriales y en cascos de barcos.
- Biopelículas benéficas: estas mejoran y/o modulan, se emplean para el tratamiento de aguas residuales, biorremediación, producción de electricidad y biofiltración. (Azeredo, et al, 2017).

1.2. Evolución de la biopelícula

Las bacterias han crecido en las biopelículas durante millones de años como una estrategia para sobrevivir, colonizar y adaptarse a diferentes condiciones (Sardy y González, 2016; Azeredo, et al, 2017).

Cuando las bacterias planctónicas se adhieren a una determinada superficie, liberan señales químicas para poder coordinar su diferenciación y comenzar la formación de una nueva estructura, la cual incluye el desarrollo de una cubierta polisacárida protectora, con factores determinantes como la luz, la temperatura, nutrientes, oxígeno y el flujo de agua (Sardy y González, 2016; Campuzano, et al, 2018).

La vida natural de las bacterias implica interacciones complejas las cuales pueden ser competitivas o cooperativas, estas interacciones requieren señalización intercelular, así como un perfil de transcripción genética (Watnick y Kolter, 2000). Las bacterias regulan estas actividades cooperativas y sus

procesos fisiológicos por medio de un mecanismo llamado detección de quórum (Quorum sensing, QS, mecanismo de regulación genética en respuesta a la densidad de población celular), que incluye procesos de simbiosis, formación de esporas o cuerpos fructíferos, producción de bacteriocina, competencia genética, muerte celular programada, virulencia y formación de la biopelícula; donde las bacterias se comunican entre sí pero a su vez liberan, detectan y responden a las señalizaciones de diferentes moléculas llamadas autoinductores (Li y Tian, 2012).

La relación de la biopelícula con la detección de quorum es determinante y de suma importancia, ya que las bacterias demuestran muchas actividades sociales y representan un modelo para diseccionar el comportamiento social a un nivel genético, lo que Parsek y Greenberg (2005) denominan como “sociomicrobiología”.

Algunos factores demuestran que las actividades cooperativas de los microorganismos se llevan a cabo por medio de un mecanismo de detección de quórum, que les permite a las células poder coordinar respuestas adaptativas de toda la población de la biopelícula, lo que las lleva a comportarse como microorganismos multicelulares. Estas interacciones y modificaciones de las bacterias, proporcionan beneficios significativos relacionados con la virulencia y patogenicidad gracias a la comunicación célula a célula (Li y Tian, 2012). Sin embargo, la teoría evolutiva predice que las células cooperativas a menudo benefician al grupo a su propio costo, que pueden hacerse explotar por células no cooperadoras en las diferentes poblaciones.

La competencia por los nutrientes y otros parámetros de crecimiento es sin duda una fuerza que impulsa de manera importante el desarrollo estructural de la biopelícula. El aumento de la densidad celular favorece las señalizaciones químicas para la comunicación con otras células que responden a las interacciones sociales en la biopelícula; además la expresión de diferentes adhesinas, sus receptores afines y componentes exopoliméricos por tipos de células individuales dentro de una comunidad de biopelícula puede contribuir al desarrollo general de la misma, ya que muchas bacterias son capaces de utilizar un mecanismo de detección de quórum para regular su mecanismo de formación (Li y Tian, 2012).

1.3. Microbiología de la biopelícula bucal

En la cavidad bucal, los microorganismos presentes se unen a un entorno acuoso donde secretan una matriz protectora voluminosa y viscosa, compuesta principalmente de polisacáridos complejos de forma tridimensional que adicionalmente pueden incorporar sustancias inorgánicas presentes en el medio, albergando diferentes tipos de microorganismos como bacterias, hongos y protozoarios (Campuzano, et al, 2018).

La biopelícula bucal está determinada como una comunidad de biopelículas bien reconocida, que se caracteriza por su amplia biodiversidad (más de 700 especies), así como por su alta densidad celular (1×10^{11} células/g de peso húmedo) (Kolenbrander, 2000; Kolenbrander, et al, 2002; Kuramitsu, et al, 2007; Li y Tian, 2012).

Su formación, como lo describe Sun-Young Han (2015), es un proceso continuo que se inicia por la fijación de bacterias planctónicas a una superficie dental, que es estructuralmente compleja en su etapa madura.

La biopelícula bucal está compuesta principalmente de un 97% de agua, las bacterias son los principales microorganismos presentes, constituyendo del 5 al 35% del volumen total de la biopelícula. Entre estos microorganismos se encuentran diferentes especies de mycoplasma, levaduras, protozoarios y virus, así como otras macromoléculas menores, como proteínas, DNA y productos provenientes de la lisis bacteriana (Jamal, et al, 2018).

La existencia de complejos de especies de microorganismos de la biopelícula es un reflejo de la interdependencia bacteriana, además de la coagregación e interacciones menos específicas que son el resultado de fuerzas hidrofóbicas, electrostáticas y de Van Der Waals (Socransky, et al, 1998).

Los microorganismos dentro de la biopelícula bucal viven en una matriz que es autoproducida, compuesta de sustancias poliméricas extracelulares hidratadas (EPS), que se forman de manera inmediata en su entorno. Los EPS son principalmente polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos, los cuales proporcionan la estabilidad mecánica de las biopelículas, que median su adhesión a las superficies y forman una red polimérica tridimensional cohesiva que interconecta e inmoviliza transitoriamente las células de la biopelícula. Además, la matriz de biopelícula actúa como un sistema digestivo externo al mantener las enzimas extracelulares cerca de las células, lo que les permite

metabolizar biopolímeros disueltos, coloidales y sólidos (Flemming y Wingender, 2010).

De acuerdo con Flemming y Wingender (2010), la formación de la matriz de la biopelícula induce un entorno único para las bacterias que permite el modo dinámico de la vida de la biopelícula. Las biopelículas y el estilo de vida resultante se construyen en pasos específicos y definidos, que dan como resultado una comunidad bacteriana heterogénea. Las EPS inmovilizan las células de la biopelícula bucal, manteniéndolas en proximidad entre sí a largo plazo y por lo tanto permiten que ocurran interacciones intensas, incluida la comunicación célula a célula, la transferencia de genes y la formación de microorganismos sinérgicos.

Debido a la retención de enzimas extracelulares en la matriz de la biopelícula bucal, se genera un sistema digestivo externo y versátil en el cual los nutrientes disueltos son importados a través de la fase acuosa de la matriz que pueden ser secuestrados, acumulados y utilizados. La matriz también actúa como un último depósito de reciclaje que mantiene a todos los componentes de las células disponibles que fueron lisadas, incluido el DNA; la formación de gradientes crea una amplia gama de hábitats muy diferentes, lo que contribuye a su biodiversidad. La matriz protege a los organismos en la biopelícula bucal de la desecación, los biocidas, los antibióticos, los metales pesados, la radiación ultravioleta, las defensas inmunes del hospedero y protozoarios. Con el tiempo las EPS pueden servir como fuente de nutrientes, pero al igual que muchos otros polímeros estructurales en biología, algunos componentes del EPS son lentamente biodegradados. Ecológicamente, la competencia y la cooperación en

el espacio confinado de la matriz EPS, así como la competencia por los nutrientes limitados, conducen a la adaptación constante de la aptitud de la población dentro de la biopelícula bucal (Flemming y Wingender, 2010).

Las diferentes cepas bacterianas se asisten en sus fimbrias para una adhesión específica, que a su vez se basan en la interacción de las estructuras proteicas que no son en sí mecánicamente fuertes; y en sus EPS para una adhesión no específica a las superficies inertes, esta adhesión firme se da por la interacción de los polímeros elásticos en esta capa (Costerton, 1999).

En cuanto a la arquitectura de la biopelícula Costerton (1999) determina que la unidad básica de la biopelícula bucal es compuesta por microcolonias, las cuales son comunidades discretas de células de una o de diferentes especies. De acuerdo con el tipo de especies que estén involucradas, las microcolonias pueden estar compuestas de 10-25% de células y de 75-90% de matriz EPS, en donde esta última es más densa en el área más cercana al núcleo de la microcolonia.

En diversos estudios de secuenciación de base molecular se puede determinar que existen aproximadamente 700 especies o filotipos bacterianos, los cuales comprenden al microbioma bucal, de hecho se estima que cada ser humano pueda albergar un subconjunto de entre 50 y 200 especies de bacterias. La cavidad bucal posee diferentes hábitats para alojar microorganismos, incluido el epitelio de la mucosa, el dorso de la lengua y las superficies duras (dientes) principalmente; estas últimas pueden albergar microorganismos en las superficies supragingivales (por encima de la línea de la encía) y subgingivales

(por debajo de la línea de la encía). Los diferentes hábitats, son compatibles con diferentes grupos microbianos que están medidos por las características de las superficies a las cuales se fijan, así como a la disponibilidad del oxígeno y la exposición a los productos que suministra el hospedero por medio de la saliva en el caso de las colonia supragingivales, mientras que para las colonias subgingivales el medio es el fluido crevicular (Alex M. Valm, 2019).

J.L. Mark Welch en 2016 publica acerca de la biopelícula dental supra y subgingival, en un proyecto llamado “El Microbioma Humano”, en el que se demuestra que hay 13 géneros de bacterias con más prevalencia dentro de la cavidad bucal; representados en la siguiente tabla.

Tabla 1: Género de Bacterias en cavidad bucal.

No.	Bacteria	Grupo
1.	Streptococcus	Gram – positivo
2.	Corynebacterium	Gram – positivo
3.	Capnocytophaga	Gram – negativo
4.	Haemophilus / Aggregatibacter	Gram – negativo
5.	Fusobacterium	Gram – negativo
6.	Prevotella	Gram – negativo
7.	Leptotrichia	Gram – negativo
8.	Vaillonella	Gram – negativo
9.	Neisseria	Gram – negativo
10.	Rothia	Gram – positivo
11.	Actinomyces	Gram – positivo

12.	Lautropia	Gram – negativo
13.	Porphyromonas	Gram – negativo

Nota. Fuente: J.L. Mark Welch, 2016.

Las composiciones taxonómicas de las comunidades bacterianas subgingivales y supragingivales en un estado de salud bucal, son similares aunque con marcadas diferencias cuando comienzan a ser más abundantes, esto quiere decir que en un estado en el que comienza a haber acumulación de biopelícula; por ejemplo, la *Prevotella* se incrementa de manera significativa en las comunidades subgingivales, lo que refleja una diferencia en las condiciones ambientales que experimentan las comunidades microbianas (Mark Welch, 2016).

De acuerdo con Alex M. Valm (2019), junto con las bacterias también hay especies de hongos que comprenden el microbioma humano, aunque se estima que la presencia fúngica en sujetos en estado de salud bucal es menor que la carga bacteriana, el tamaño y la morfología de las células fúngicas, así como sus interacciones sinérgicas con las bacterias realizan un papel muy importante para la estructura de la biopelícula dental. Las diferentes evaluaciones de la diversidad fúngica de secuencias espaciadoras transcritas internas de ARNm de hongos bucales 18S, identifican diversas especies de alta abundancia y prevalencia en la saliva, como son: *Candida*, *Cryptococcus*, *Fusarium*, *Aspergillus* / *Emericella* / *Eurotium* entre otros. (M.A. Ghannoum, 2010 en Alex M. Valm, 2019).

En estudios de microscopía electrónica y de luz de la biopelícula bucal se permitió revelar que las comunidades bacterianas son altamente estructuradas con distribuciones no aleatorias de células morfológicamente y fenotípicamente distintas, por lo que ahora se le llama “biopelícula polimicrobiana”, que se define como una comunidad de células microbianas dentro de una matriz extracelular, la cual crece en una interfaz entre dos espacios de la materia, como por ejemplo la superficie sólida de los dientes y la saliva o el líquido crevicular. Su estructura es impulsada por interacciones físicas y químicas específicas en los taxones. Existen también factores ambientales como la tensión del oxígeno y factores del hospedero, como son los nutrientes que promueven el crecimiento en la saliva y el líquido crevicular, así como factores que realizan tareas de inhibición del crecimiento: péptidos antimicrobianos, lisozimas, anticuerpos y otros mediadores inmunológicos. (Díaz, 2012, Alex M. Valm, 2019).

De acuerdo con Alex M. Valm (2019) y Díaz (2012), la adhesión de distintas células taxonómicamente entre sí, mediadas por moléculas específicas de la superficie celular, evitan el desplazamiento y la pérdida de estos microorganismos colonizadores cuando se generan fuerzas por la masticación o el flujo salival, lo que a su vez facilita la comunicación microbiana y su intercambio químico; por ejemplo, bacterias de la familia de los Streptococcus y Actinomyces pueden unirse de manera directa a la película salival que recubre al diente, rica en glucoproteínas, por medio de reconocimiento del receptor de la superficie bacteriana (ppr). Posterior a esto tiene lugar un proceso de sucesión ecológica por medio del cual los colonizadores tempranos (como del género de las Veillonella), sirven de sustratos para que los colonizadores siguientes se

unan y se culmine una comunidad con gran diversidad (*Treponema* y *Tannerella forsythia* entre otros). Algunos microorganismos tiene un papel de enlace físico con los colonizadores tempranos y tardíos como los *Fusobacterium nucleatum* o las *Porphyromonas gingivales*, ya que estas dos especies tienen la capacidad de agruparse de manera específica con ambos tipos de colonizadores. Durante todo este proceso de formación de la biopelícula, todas las comunidades presentes en la misma son afinadas por las actividades sinérgicas de los propios microorganismos, como es el caso de grupo de los *Streptococcus*, los cuales secuestran de forma rápida el oxígeno de las superficies que están expuestas a la saliva para generar nichos anaerobios.

Todos estos microorganismos presentes dentro de la biopelícula bucal tienen consecuencias patológicas a largo plazo. Sueishi, N. (2017), demuestra que la expresión de los factores patogénicos se activa cuando las moléculas de señalización QS (quorum sensing), también llamadas “autoinductores”, actúan como factores de transcripción. La prevalencia de microorganismos que se encuentran en la biopelícula pueden determinarse si se utiliza un método de reacción en cadena polimerasa mejor conocido como PCR, el cual está basado en 16-rRNA, ya que es el componente ribosomal de mayor sensibilidad y el más rápido de localizar, lo que nos ayuda a determinar agentes patológicos causales en casos específicos.

En un estudio realizado por Patel R. (2005), determinan por PCR del gen 16rDNA, en el que se observa que la microbiota de la biopelícula bucal cambia en relación en un periodo de tiempo de 10 días; por ejemplo bacterias como la *Actinomyces Veillonella*, *Streptococcus* y *Lactobacilos* toman posesión en más

del 90% de la biopelícula, mientras que otras especies solo representan pequeñas porciones. Esto es importante a considerar ya que se ha demostrado que la *Veillonella*, reduce el nitrato presente en la cavidad oral, lo que ocasiona que se presenten condiciones favorables para que las bacterias, principalmente las productoras de ácido como lo es el *Streptococcus anginosus*, que son bacterias acidógenas y acidúricas, aumenten rápidamente durante la maduración de la biopelícula constituyendo un 30% de las bacterias totales, además de poseer un pH bajo, que provoca el aumento de la capacidad de disminución de pH de la biopelícula. Bajo estas condiciones otras especies de microorganismos no pueden sobrevivir, rompiendo así la simbiosis bucal.

Young-Seok Kim (2016) menciona que estos desequilibrios en la microflora de la biopelícula bucal, pueden dar como resultado la formación de una biopelícula cariogénica, que conduce a una desmineralización del tejido duro del esmalte. Esta cariogenicidad de la biopelícula puede ser variable de un individuo a otro e incluso de un sitio a otro dentro de la misma cavidad bucal; esta variabilidad puede deberse a factores relacionados con presencia de caries, higiene oral, al tipo de dentición, a la alimentación y a la salivación. A su vez todos estos factores permiten comprender las propiedades cualitativas de la biopelícula.

Eun-Song Lee (2016) menciona que la biopelícula bucal, tanto reciente como madura, es la causante de enfermedades orales e implican un riesgo de que éstas aparezcan, aunque la biopelícula recién formada no afecta inmediatamente, la biopelícula madura está compuesta principalmente de bacterias anaerobias como *P. gingivalis*, *P. intermedia* y *Fusobacterium nucleatum*, microorganismos patógenos de la enfermedad periodontal que

también se han detectado en la placa supragingival e incluso en la caries dental.

La biopelícula madura en la cavidad bucal, representa un agente cariogénico ya que hay mayor presencia de bacterias acidógenas y acidúricas, las cuales son dominantes y capaces de desmineralizar el esmalte, aumentan el riesgo de aparición de caries dental.

1.4. Organización y formación de la biopelícula bucal

La formación de la biopelícula es un proceso de múltiples etapas, las cuales, de acuerdo con Flemming y Wingender (2010), comienzan con la adhesión microbiana, posteriormente con la producción y acumulación de una matriz extracelular, compuesta por una o más sustancias poliméricas, como son proteínas, polisacáridos, sustancias húmicas, DNA extracelular y en ocasiones las moléculas encargadas de la comunicación celular.

Las bacterias en la biopelícula bucal, se organizan y agregan en configuraciones especializadas, donde pueden llegar a tener interacciones físicas con las células bacterianas, esto da lugar a una comunicación por medio de moléculas extracelulares, que a su vez actúan como señalización (Kolenbrander, 2000; Watnick, et al, 2000; Waters y Bassler, 2005).

La estructura de la biopelícula bucal es heterogénea, con canales abiertos llenos de líquido que corren a través de su masa (Costerton, et al, 1989). Estos canales permiten el paso de los nutrientes y otros agentes por toda la biopelícula, que actúan como sistema circulatorio. La matriz de la biopelícula confiere un estado especializado que distingue las bacterias que existen dentro de ella de las que

flotan libremente en estado planctónico en saliva y líquido crevicular, que además funciona como una barrera. Las sustancias producidas por las bacterias que son retenidas y concentradas fomentan las interacciones metabólicas entre ellas (Roa, et al, 1993).

1.4.1. Colonización y maduración de la biopelícula bucal

En esta etapa se realizan nuevos mecanismos debido a las conexiones intrabacterianas. Cada cepa de colonizadores iniciales está envuelta de moléculas distintivas, mientras que las células están cubiertas con una molécula salival específica que les permite aglutinarse, lo que lleva a una microconcentración y yuxtaposición de una cepa en particular (Weiger, et al, 1995).

Las células microbianas se unen a las superficies a través de sus apéndices (pili y flagelos), y por medio de fuerzas físicas como las fuerzas de Van der Waals, interacciones electrostáticas etc. Después de que se produce una unión de microorganismos a una superficie biótica o abiótica y esta unión se estabiliza, comienza un proceso de multiplicación y división de células microbianas que inicia a través de una señalización química particular dentro de la EPS, lo que forma las microcolonias, las cuales consisten en muchos tipos de microcomunidades que se coordinan entre sí para el intercambio de sustratos, distribución de productos metabólicos y la excreción de productos finales metabólicos. (Jamal, M., 2018). Esta es la etapa de maduración de la biopelícula bucal, en donde las células microbianas se comunican entre sí a través de señales autoinductoras. La comunicación célula a célula es un proceso

importante durante el cual se alcanza la densidad celular microbiana requerida.

En esta fase las células microbianas realizan una rápida multiplicación y dispersión para así poder convertirse de sésiles a móviles.

Posterior a esto ocurre un desprendimiento natural de éstas células. Durante este desprendimiento, las comunidades microbianas dentro de la biopelícula producen enzimas sacarolíticas que ayudan a liberar la superficie de los microorganismos en nueva área de colonización (Jamal, et al, 2018).

De acuerdo con Watnick y Kolter (2000) en esta etapa de formación de biopelícula, las bacterias se acercan a la superficie de manera que pueda formar una asociación transitoria con la misma, y / u otros microorganismos previamente unidos a ella. Cuando las bacterias han formado una asociación estable como miembro de una microcolonia se dice que ha elegido el “vecindario” donde vivir. Las bacterias se distribuyen de acuerdo con quien y en donde puedan sobrevivir mejor, en un microambiente particular, en función de las relaciones simbióticas entre diferentes grupos de bacterias. Por lo tanto, las bacterias en la biopelícula bucal no están distribuidas al azar, si no que se organizan para satisfacer mejor las necesidades de cada una de ella.

La comunicación intercelular entre bacterias generalmente se lleva a cabo por medio de productos bacterianos que pueden difundirse lejos de una célula y entrar en otra, un ejemplo son las bacteriocinas que representan señales célula-célula que resultan, en ocasiones, interacciones letales entre especies, estas son proteínas antibacterianas derivadas de bacterias que actúan contra especies estrechamente relacionadas (Watnick y Kolter (2000)).

Los colonizadores secundarios no colonizan al principio las superficies dentarias, si no que se adhieren a bacterias que ya se encuentran en la masa de la biopelícula (Kolenbrander, et al, 1993). En las etapas posteriores de formación de la biopelícula predomina la coagregación entre diferentes especies gramnegativas como los *Fusobacterium nucleatum* con *Porfiromonas gingivalis* o *Treponema denticola* (Kinder, Holt, 1989; Haffajee y Socransky, 2007). Lasa y col. (2005), señalan que algunas bacterias de la matriz de la biopelícula se liberan de la misma para poder colonizar nuevas superficies cerrando el proceso de desarrollo de formación de la biopelícula.

1.4.2. Formación de la biopelícula sobre la superficie dental

La formación de biopelícula sobre las superficies dentales ocurre inmediate después de un pulido vigoroso de los dientes o el simple cepillado dental habitual, en donde una capa delgada que se deriva de la saliva cubre la superficie dental, a la que se le denomina película adquirida. Dicha película consta de glucoproteínas (mucinas), proteínas ricas en prolina, fosfoproteína (estaterina), proteínas ricas en histidina, enzimas (amilasa) y otras moléculas que actúan como sitios de adhesión para las bacterias, también denominados receptores (Rostrom, et al, 1977).

Laza, et al, (2005) refiere que la adhesión microbiana a las superficies dentales en un medio acuático está dada en cuatro fases:

- **Fase 1:** transporte hacia la superficie; esta puede darse por contactos aleatorios que son provocados por movimiento browniano, la

sedimentación de microorganismos o a través del movimiento bacteriano activo.

- **Fase 2:** adhesión inicial por medio de la interacción entre las bacterias y la superficie, desde cierta distancia por fuerzas de atracción de Van der Waals y las de repulsión electrostáticas (Marsh, 2005), los flagelos, las fimbrias de tipo I, IV y los curli (fibras mieloides extracelulares) de bacterias Gram negativas son importantes para la etapa de adherencia primaria, mientras que las bacterias Gram positivas emplean proteínas de superficie (Laza, et al, 2005).
- **Fase 3:** fijación, está dada después de la adhesión inicial en la que se establece un anclaje firme entre la bacteria y la superficie dental por medio de interacciones específicas, mediada por componentes proteínicos extracelulares específicos del organismo y sus receptores complementarios que pueden ser proteínas, glucoproteínas o polisacáridos (Fachon-Kalweit, et al, 1985; Fives-Taylos, et al, 1985). Posteriormente las bacterias comienzan a secretar exopolisacáridos que constituyen la matriz de la biopelícula y forma unas estructuras similares a setas entre las cuales se observa la presencia de canales. Los exopolisacáridos son diferentes en cada bacteria.
- **Fase 4:** colonización de la superficie y formación de biopelícula, se da cuando empiezan a crecer los microorganismos que se encuentran fijos en las agrupaciones bacterianas recién formadas, desarrollan microcolonias o biopelículas (Kolenbrander, et al, 1995; Marsh,2005).

1.5. Clasificación de la biopelícula bucal

Existen muchas formas de poder clasificar a la biopelícula bucal, de acuerdo con Contreras y Slots (2000), la biopelícula bucal se puede clasificar acorde con su posición respecto al margen gingival y a la superficie dental:

- **Biopelícula supragingival:** está compuesta por una organización estratificada en varias capas de morfotipos bacterianos. Los cocos grampositivos y bastoncillos pequeños, son predominantes en la superficie dental, al igual que los bastoncillos y filamentos gramnegativos, además las espiroquetas predominan en la superficie externa de la masa madura de la biopelícula.
- **Biopelícula cervical:** por lo general se adhiere al cemento radicular, en ésta predominan los bastoncillos y cocos grampositivos, incluidos los *Streptococcus mitis*, *S. sanguis*, *Actinomyces viscosus*, *A. naeslundii* y especies de *Eubacterium* (Listgarden, 1976).
- **Biopelícula subgingival:** en este caso su composición va a depender de la profundidad de la bolsa. En la parte más apical hay un predominio de las espiroquetas, cocos y bastoncillos. La especificidad del sitio de la placa está relacionada con la enfermedad periodontal.

Otra clasificación a la biopelícula bucal, es acorde con el tiempo de evolución y maduración, que a su vez se relaciona con la higiene oral, lo que determina el número de bacterias que aumentan rápidamente conforme al tiempo, como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 2: Tiempo de evolución y maduración de la Biopelícula.

Tiempo de evolución	Descripción de la maduración de la biopelícula
1 a 2 días	La biopelícula consiste en cocos principalmente. Los estreptococos que predominan en la población bacteriana incluyen <i>Streptococcus mutans</i> y <i>S. sanguis</i> .
2 a 4 días	Dominio de los cocos, aunque comienzan a aumentar el número de formas filamentosas y bacilos delgados en la superficie de las colonias de cocos. Gradualmente las formas filamentosas crecerán en las capas de cocos reemplazando muchos de estos
4 a 7 días	Incremento en el número de filamentos, comienza a aparecer una flora más mixta de bacilos y fusobacterias. La biopelícula que se encuentra cerca del margen gingival se vuelve más gruesa y comienza a desarrollar una flora más madura, con espiroquetas y vibrios. La biopelícula se empieza a expandir coronalmente.
7 a 14 días	Aparecen vibrios y espiroquetas, el número de leucocitos también aumenta. Conforme la biopelícula madura, también se engrosa, apareciendo más organismos gramnegativos y anaerobios. En este periodo de tiempo los signos de inflamación se comienzan a observar en la encía.
14 a 21 días	Los vibrios y espiroquetas son prevalentes en la biopelícula más antigua, junto con los cocos y formas filamentosas. Clínicamente la gingivitis ya es evidente.

Nota. Fuente: Holt, et al.,1994.

1.6. Relación de la biopelícula bucal con otras enfermedades

Los estudios basados en la secuenciación molecular han permitido evaluar el microbioma bucal permitiendo la comprensión del cambio estructural de la comunidad microbiana que ocurre en la transición de salud a enfermedad. Los primeros estudios basados en microscopía electrónica y de luz permiten el

desarrollo de dos hipótesis para explicar la formación de la biopelícula bucal, así como su papel en la mediación de otras enfermedades, en donde se encontró que las comunidades microbianas altamente ordenadas son consecuencia de una sucesión ecológica. (Valm, 2019).

La biopelícula bucal actúa como un reservorio bacteriano, que actúa como un factor de riesgo significativo y se asocia en muchas ocasiones a neumonía por aspiración, así como la enfermedad periodontal, que su vez está asociada con enfermedades sistémicas que son potencialmente mortales, como diabetes, enfermedades cardiovasculares, artritis reumatoide, resultados adversos en el embarazo e incluso cáncer, por medio de mecanismos celulares y moleculares que aún no ha podido ser del todo explicados. (Shin, 2019; Valm, 2019).

1.6.1. Relación de la biopelícula bucal con la periodontitis

Alex M. Valm,(2019) define a la periodontitis como una enfermedad crónica y progresiva que se caracteriza por la expansión de la biopelícula microbiana hacia el fondo del margen gingival, con formación de infiltrado inflamatorio que provoca la destrucción del ligamento periodontal, resorción ósea alveolar y con el tiempo la pérdida de los dientes.

De acuerdo con Hye-Jin Gulk (2020), la enfermedad periodontal, es un proceso multifactorial muy complejo, que es causado más comúnmente por la acumulación de biopelícula bucal patógena. Cuando esta biopelícula patógena realiza una homeostasis bacteriana que se ha acumulado alrededor del margen gingiva, se induce una gingivitis por biopelícula, la cual inicia como una respuesta inmunológica del hospedero. Como esta es una reacción inflamatoria persistente

y excesiva, si no es controlada termina por causar daño en los tejidos periodontales, por lo que es importante el realizar una buena higiene bucal, así como detectar y eliminar de manera periódica la biopelícula.

Las bacterias más predominantes en la enfermedad periodontal son *P. gingivalis*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia*, *Parvimonas*, *Fusobacterium* y *Prevotella*. En el caso de la periodontitis la *P. gingivalis* representa un papel sumamente importante ya que esta cepa puede manipular la respuesta inmune del hospedero por medio de la inflamación, lo que favorece la vía del complemento mediada por exoenzimas gingipains que actúa sobre las proteínas inactivas precursoras del complemento (C_5 para generar C_{5a}). Este proceso promueve aún más la diafonía entre el receptor 1 del complemento C_{5a} y el receptor tipo $Toll_2$, además de regular de manera negativa la expresión de IL-8 por las células epiteliales, que representa una quimiocina que recluta a los neutrófilos fagocíticos y células Th_1 , así como la producción de IFN- γ en las células T (Alex M. Valm, 2019).

Aunque varias formas de enfermedad periodontal están relacionadas con bacterias específicas aún no se ha podido demostrar la relación causa- efecto. A la fecha son más de 500 especies microbianas las que se han podido identificar en la cavidad bucal, en el que un pequeño grupo complejo de bacterias de biopelícula está relacionado con la etiopatogenia de la enfermedad periodontal (Haffajee y Socransky 2006; Haffajee y Socransky 2003).

1.6.2. Relación de la biopelícula bucal con caries

La caries dental es una enfermedad oral común que progresa cuando hay biopelícula bucal presente. Por lo que la eliminación frecuente de biopelícula es la medida preventiva de mayor importancia para mantener la salud bucal. (Catherine Volgenant, 2016). Alex M. Valm, (2019), menciona que la caries dental son lesiones del esmalte que también pueden afectar a la dentina subyacente. Se desarrolla como consecuencia del crecimiento microbiano, estas bacterias son alimentadas por el metabolismo de los carbohidratos que conducen a una acidificación localizada interrumpiendo la homeostasis de la mineralización dental.

Otro factor que se relaciona con la formación de la biopelícula y la caries, como lo menciona Daisuke Inaba (1997), es el contenido de minerales presentes en la saliva, los cuales influyen en la formación y prevención de caries y biopelícula. Estos factores están representados principalmente por los niveles de iones de calcio y fosfato aunado al pH salival y el flujo salival.

Las principales bacterias que están implicadas en el proceso de formación de caries de acuerdo con Alex M. Valm, (2019) son los *Streptococcus mutans* y los lactobacilos. En el caso de los *Streptococcus mutans*, fermentan fácilmente la sacarosa así como otros azúcares que producen Adenosín Trifosfato (ATP) y ácido láctico, los cuales son productos de desecho y responsables (cuando se acumulan en las superficies dentales) de la acidificación local del ambiente cariioso. Aunque por medio de los análisis de secuenciación molecular se han podido identificar diferentes microorganismos acidógenos y acidúricos que

también están relacionados con la progresión de las lesiones cariosas como son los *Bifidobacterium* spp. *Scardovia* spp. *Actinomyces* e incluso *Candida albicans*.

Por tales motivos, es de suma importancia la detección temprana de la biopelícula bucal, que al momento de madurar, los cambios en su actividad patogénica están directamente asociados a la progresión de enfermedades, ya que existe una correlación entre la caries dental con los sitios en donde se aloja la biopelícula. La caries dental es una enfermedad que refleja un desequilibrio de la biopelícula causada principalmente por el alto consumo de azúcares refinados, carbohidratos y bebidas ácidas, por lo que es importante para los odontólogos prevenir dicha alteración en el equilibrio microbiano natural de la biopelícula y no solo tratar sus consecuencias (Aristeidis Fasoulas, 2019).

Tanto la enfermedad periodontal como la caries dental son mediadas por un microbioma bucal y las interacciones e insumos del hospedero, como son la dieta en el caso de la caries, mientras en la enfermedad periodontal es el sistema inmune. Se sabe que las transiciones de un estado de salud a un estado patológico no sólo es causado por la introducción de patógenos exógenos, si no por cambios en la estructura de las colonias microbianas, es decir, en su composición taxonómica y abundancia relativa, las cuales transforman estas comunidades en sustancias con potencial patógeno. De hecho la periodontitis se correlaciona con el aumento en la diversidad microbiana. Esta transición de salud a enfermedad bucal es multifactorial interdependiente entre el hospedero y la dinámica de la biopelícula (Alex M. Valm, 2019).

De acuerdo con Aristeidis Fasoulas (2019) la prevalencia de la biopelícula bucal es más vulnerable en la población femenina, comenzando esta diferenciación durante la infancia extendiéndose a la adolescencia y años reproductivos. Esto puede deberse a las variaciones genéticas y a los cambios sinérgicos asociados con ciertas hormonas femeninas, embarazo y la vida reproductiva que son factores que influyen en la llamada brecha de género en la salud oral.

1.7. Control de la biopelícula bucal

El control de biopelícula bucal, así como la educación para una adecuada higiene oral son muy importantes para la prevención de caries, gingivitis y periodontitis principalmente. Para poder tener un correcto control de la biopelícula, se han utilizado muchos índices para ayudar a mejorar la higiene bucal de los pacientes (Se-Ho Park, 2018). Estos registros para el control de biopelícula son usados para evaluar el nivel de la adhesión de la biopelícula bucal sobre las superficies dentales (Sueishi, N, 2017).

Mi-Kyoung Jun (2015), establece que los índices de biopelícula bucal que más se utilizan para poder evaluar el estado de higiene oral, se centran generalmente en el área o el grosor de la biopelícula que cubre la superficie del diente. Algunos índices de biopelícula como Quigley Hein index (Qhi), Turesky y O'Leary, se basan en el área de las superficies dentales que están cubiertas por biopelícula desde el margen gingival, y utilizan diferentes agentes reveladores para teñir las superficies.

El primer método de registro para el control de biopelícula fue propuesto por O'Leary et al. (1972), con el fin de poder mostrar a los pacientes los efectos del control de la misma. Este método divide cada diente en cuatro superficies: mesial, distal, labial o bucal y palatino o lingual. La presencia de la biopelícula al margen gingival en cada superficie dental se calcula con el número de superficies en las que hay presencia de biopelícula entre el número de superficies dentales totales. El objetivo por el cual se establece es para informar a los pacientes que presenten un índice de biopelícula mayor a 10%, que los procedimientos quirúrgicos no están indicados, sin embargo un control del biopelícula del 20% se considera bastante aceptable (Sueishi, N, 2017).

Actualmente el registro para el control de la biopelícula de O'Leary es el método más popular para poder evaluar a la misma. Es muy útil para proporcionar instrucciones de higiene bucal; sin embargo solo puede determinar la existencia de la biopelícula pero no puede evaluar en que cantidad está presente. Además solamente se evalúa en gran medida la placa cervical, que es útil para determinar el riesgo hacía la enfermedad periodontal, pero no para para evaluar un riesgo de actividad cariosa. Todos los índices de placa tienen algunas limitaciones para evaluar el estado de higiene oral y los efectos obtenidos con el tratamiento empleado, ya que solo están basados en un examen visual (Sueishi, N, 2017).

Por lo tanto es necesario un método para la evaluación cuantitativa de la biopelícula; como el índice de Silness & Løe (SLI), que se basa en el grosor de la biopelícula sin necesidad de usar agentes reveladores, el cual muestra la relación entre la acumulación de la biopelícula ya la gingivitis, por lo que se

considera que está relacionado con la madurez de la placa y su posible patogenicidad (Mi-Kyoung Jun, 2015).

1.7.1. Técnicas de cepillado para el control de biopelícula bucal.

Uno de los principales desafíos en el tratamiento periodontal, así como para el control de la biopelícula, es y será la motivación e instrucción hacia el paciente de la higiene oral. La función principal de la higiene oral es la eliminación de restos de comida, para lograr un control efectivo de la biopelícula bucal, por lo que los programas de educación y prevención son de suma importancia para la prevención de enfermedades dentogingivales, proporcionando una mayor efectividad cuando se acompañan de un refuerzo continuo (Andrade, 2010).

De acuerdo con Beverly Morse (1982) el refuerzo es cualquier estímulo que, cuando está condicionado a un cierto comportamiento, aumenta la probabilidad de que dicho comportamiento se repita. Beverly refiere dos tipos básicos de reforzamientos, uno primario, el cual está relacionado con el funcionamiento biológico (más comúnmente utilizados son la comida y la bebida); mientras que los refuerzos secundarios son aquellos que se vuelven refuerzos por medio del aprendizaje (dinero, recreación, privilegios o interacciones sociales).

De acuerdo con Lindhe (2005) la técnica de cepillado ideal es aquella que permite al paciente lograr una eliminación completa de la biopelícula en el menor tiempo posible, sin lesionar los tejidos blandos. El cepillado dental es esencial para cualquier tratamiento de higiene bucal, al limpiar los restos de comida y biopelícula de los dientes y las superficies gingivales, de manera de que se realice con la máxima efectividad y sin traumatizar la encía (Goldman, 1967).

Cuando se enseña una nueva técnica de cepillado, es necesario proporcionar las indicaciones para poder ayudar al paciente en la realización de cada paso adecuadamente. Estas indicaciones pueden brindarse de manera verbal, gestual o físicamente, lo que ayuda a disminuir la cantidad de fallas en la técnica para que el comportamiento pueda ocurrir correctamente y así poder ser reforzado (Beverly Morse, 1982). Por lo tanto la técnica que se enseñe y se implemente debe de ser la adecuada para las necesidades de cada paciente, así como con la destreza manual y la cooperación de cada uno de ellos.

Existen diversas técnicas de cepillado que son implementadas para el control de biopelícula bucal; Goldman (1967), describe una técnica (no específica), la cual consiste en dividir la cavidad bucal en región superior e inferior, con el propósito de instruir la colocación del cepillo dental. En general el cepillado en la zona maxilar se realiza hacia abajo y hacia arriba en región mandibular, colocando la cabeza del cepillo paralela a la línea cervical, para sostener el cepillo firmemente contra el diente y la encía realizando un ligero movimiento lateral o “shimmying”. El movimiento de barrido debe de cubrir casi todo el diente, mientras que el movimiento lateral permite que las cerdas del cepillo se balanceen dentro de las zonas interdentes. La cabeza del cepillo debe de tener un movimiento arqueado de 60°, en donde la posición horizontal del cepillo cambia a vertical en la zona de los dientes anteriores, tanto como por vestibular, palatino y lingual. Por último, las superficies oclusales se cepillan de atrás hacia adelante. A continuación se describen las principales técnicas de cepillado.

Técnica de cepillado horizontal o de barrido: representa la técnica de cepillado más utilizada por ser la más simple, a pesar de los esfuerzos de los

profesionales de instruir a los pacientes de utilizar técnicas acorde a sus necesidades. En esta técnica se coloca la cabeza del cepillo dental en ángulo de 90° con respecto a las superficies dentarias realizando un movimiento horizontal sobre las mismas. Las superficies vestibulares se cepillan con la boca cerrada, mientras que las demás superficies dentales (oclusales, linguales y palatinas), el cepillado se realiza con boca abierta (Lindhe, 2005).

Técnica vertical o técnica de Leonardo: es similar a la técnica anterior, solo que el movimiento se realiza en dirección vertical de arriba hacia abajo (Lindhe, 2005).

Técnica de Roll: anterior al desarrollo de algunas técnicas era la más empleada, consiste simplemente, en movimientos horizontales, verticales y circulares que muchos autores consideraban autodidacta (J.A Gibson, 1977).

Técnica de Bass: en 1948 Bass informa la necesidad de eliminar el material blando que se encuentra a la periferia y dentro del surco de las encías. De acuerdo con Bass el uso adecuado del cepillo dental es en el que los extremos de los filamentos del cepillo dental deben aplicarse al área a limpiar con presión firme, con movimientos cortos de atrás hacia adelante (movimientos vibratorios). En las caras bucales, palatinas y linguales, los filamentos deben de entrar en el surco gingival en un ángulo aproximado de 45° con respecto al eje longitudinal del diente. La posición de la cabeza del cepillo debe de ser en dirección oblicua hacia el ápice. Bass afirma que estos dos movimientos desalojan toda la biopelícula que logra entrar al surco, de manera que limpia también las superficies interproximales. Esta técnica de cepillado es muy útil para la

eliminación de biopelícula también a nivel subgingival de hasta 0.5 mm (J.A Gibson, 1977, Lindhe, 2005).

Técnica de Bass modificada: en esta técnica las cerdas del cepillo dental deben dirigirse hacia el surco gingival en un ángulo de 45° en relación con el eje longitudinal del diente, la cabeza del cepillo debe mantenerse en contacto con la encía y el diente con una presión suave, insertando los extremos de las cerdas entre los espacios interproximales, posteriormente se realizan cinco “golpes vibratorios” suaves y firmes sin retirarlo de la misma zona. Es muy similar a la anterior, pero después de realizar los movimientos anteroposteriores, se gira el cepillo aplicando ligeros movimientos en dirección oclusal. Es una combinación de la técnica de Bass y de la Stillman modificada (M. Poyato- Ferrera, 2005, Lindhe, 2005).

Técnica de Stillman o vibratoria: en esta técnica la posición de la cabeza del cepillo dental debe de estar en dirección oblicua hacia el ápice, las cerdas se colocan sobre el margen gingival, de forma en que el cepillo abarque también la superficie de los dientes, se aplica ligera presión junto con un movimiento vibratorio sin mover el cepillo de la posición original (Lindhe, 2005).

Técnica de Stillman modificada o de rotación: es similar a la anterior, a diferencia de que se añade, después de aplicar la presión vibratoria, la rotación de la cabeza del cepillo progresivamente hacia las caras oclusales (Linde, 2005).

Técnica de Charters: consiste en posicionar la cabeza del cepillo dental de forma oblicua en relación con las superficies dentales, se apuntan las cerdas en dirección oclusal y posteriormente se realizan movimientos de atrás hacia

adelante añadiendo un movimiento de rotación. Esta técnica se utiliza principalmente en pacientes que presentan retracción papilar, ya que permite que las cerdas del cepillo penetren en los espacios interdentes (Lindhe, 2005)

1.8. Reveladores de la biopelícula bucal

Para poder determinar la efectividad del control de la biopelícula en los pacientes, durante la revisión inicial, el tratamiento y la fase de mantenimiento, así como en el cuidado en casa, son necesarios métodos que hagan la biopelícula visible con soluciones reveladoras (Bathla, 2011).

La detección y localización de la biopelícula es de suma importancia, ya que como se ha mencionado, es la causa principal de las enfermedades dentales más comunes como la caries y la enfermedad periodontal, por lo que su eliminación es crucial para la prevención de dichas enfermedades (Aristeidis Fasoulas, 2019).

La biopelícula se suele acumular en aquellas zonas en las que el acceso y el manejo de las herramientas para la higiene bucal es más complicado, y en donde el proceso de autoclisis natural de la lengua y la saliva no funciona de manera efectiva. Alborz (2005) sugiere que los depósitos de biopelícula se acumulan en mayor cantidad en superficies irregulares, en la encía adherida y en las superficies laterales de la lengua.

La detección de los puntos de biopelícula en las superficies dentales, depende directamente del nivel de conocimiento de higiene oral y del uso de aditamentos apropiados para mantener la cavidad bucal más limpia, como son cepillo de

dientes, pasta dental, raspadores de lengua, hilo dental, colutorios, etc.

(Aristeidis y Fasoulas, 2019).

Los agentes reveladores que han sido utilizados para poder identificar la biopelícula tienen ciertas limitaciones. Na-Ri Shin (2019) señala que en la mayoría de los casos el proceso de aplicación de estas sustancias sobre las superficies dentales y su posterior eliminación es, en ocasiones complicado, ya que solo pigmenta la biopelícula dental si no también los tejidos blandos.

Los reveladores de biopelícula son aquellos colorantes alimenticios o vitales que son utilizados para visualizar los depósitos no calcificados de la misma (Gil, et al, 2005). Son sustancias, que en contacto con la biopelícula bucal, producen una coloración de forma extrínseca. Estas sustancias permiten detectar y evaluar las áreas con mayor retención de biopelícula, por parte del profesional y del paciente, lo que facilita el control de dicha biopelícula. Se presentan en forma de soluciones o comprimidos que tiñen los depósitos bacterianos en las superficies dentales, la lengua y encía (Sharma, 2010).

Aristedis Fasoulas (2019) hace mención que para eliminar de forma efectiva la biopelícula bucal, primero debe de ser detectada con precisión; esto puede llevarse a cabo por medio de colorantes especiales como son: yodo, violeta de genciana, eritrosina, fucsina básica, verde rápido, colorantes alimentarios fluoresceína y Di tonos.

Bathla (2011), Sharma (2010) señalan que las características que debe tener un agente revelador ideal de biopelícula son las siguientes:

- No ser toxico

- Tener un sabor aceptable
- Fácil de eliminar de dientes, labios y lengua al enjuagar
- Mostrar contraste del color con los dientes y los tejidos blandos
- Ser económico

Los agentes reveladores que más se utilizan son indicadores monocromáticos, los cuales tiñen de un solo color, su uso fue empleado desde 1914, dentro de estos se encuentran la preparaciones yodadas, fucsina básica o eritrosina (Palma y Sánchez, 2007), así como la eosina, sulfano y tartracina, azafrán, verde brillante, mercurocromo, entre otros (Gil, et al, 2005).

Estas sustancias pigmentan las áreas de la cavidad bucal en donde se encuentra la biopelícula, mientras que la intensidad del color va a depender del grosor de la biopelícula. El uso de estos agentes reveladores ayudan a:

- Establecer el nivel de higiene bucal
- Aumentar la conciencia de la necesidad de eliminar la biopelícula
- Proporcionar instrucciones e incentivos personalizados para una mejor higiene oral
- Facilitar la autoevaluación de la higiene oral
- Evaluar los programas de prevención y capacitación para una mejor higiene bucal
- Permitir estudios sobre la identificación de la biopelícula (Bathla, 2011; Sharma, 2010).

1.8.1. Preparaciones Yodadas

En 1914 fue usada la primera solución reveladora por Skinner, utilizada para enseñar los cuidados bucales que se deben tener en casa, mucho antes de que la biopelícula fuera conocida como un factor etiológico de la enfermedad periodontal. Él utiliza una fórmula de yodo, la cual creyó que revelaba todas las sustancias extrañas que no están cubiertas por tejidos gingivales (Sharma, 2010).

El yodo esta codificado en la farmacopea como solución débil, con una concentración al 2%, o una solución fuerte al 7%. Actualmente se pueden encontrar diferentes concentraciones y combinaciones con cristales de yodo, estas modificaciones de diferentes fórmulas son debido al olor desagradable, la inestabilidad y la toxicidad del yodo (Maresca, et al, 2002).

Entre sus diferentes usos, el yodo es un germicida de acción rápida, que actúa en unos 10 segundos, (incluyendo la destrucción de esporas). Dentro de los efectos indeseables del yodo se mencionan quemaduras causadas por dosis altas y reacciones de hipersensibilidad, si se ingiere en dosis altas y por tiempo prolongado puede provocar alteraciones en la tiroides (Maresca, et al, 2002).

Las soluciones basadas en yodo, tiñen a la biopelícula de color café oscuro o negro, así como en la encía que se encuentra inflamada, en la que también se muestra como áreas oscuras. La tinción desaparece en minutos y es excelente para fotografía clínica además de ser de bajo costo (Sharma, 2010).

1.8.2. Preparaciones de merbromina o mercurocromo

La merbromina es un compuesto organomercurial de color verde en estado sólido, actualmente su nombre comercial es mercurocromo el cual combina la merbromina con alcohol o agua (merbromina 2%). Esta es una sal disódica órgano-mercúrita fluorescente, que se emplea en medicina desde hace más de 60 años. (Vera, et al, 2010).

El mercurocromo se utiliza como bacteriostático y fungicida, por medio de la inactivación de enzimas, lo que genera una precipitación de grupos tiólicos en concentraciones de entre 2 y 2.5% para tratamiento de heridas, rozaduras o cortes(Vera, et al, 2010). Puede causar reacciones de hipersensibilidad, si se utiliza en exposiciones prolongadas causa daño renal, glomerulonefritis autoinmune, además no debe emplearse en ojos oídos y fosas nasales (Organización Panamericana de la Salud, 2011).

1.8.3. Pardo Bimarck

Es un colorante en polvo de color café rojizo, soluble en agua y alcohol. Se usa para teñir lana, seda, papel, piel, madera y preparar pigmentos. Es un componente del colorante que se utiliza para realizar el estudio de Papanicolaou, además se emplea como tinción de medula espinal y cerebro (Klages, 1968). Fue utilizado por primera vez en 1935 por Easlick como tinción para poder revelar la biopelícula bucal sobre las superficies dentarias (García Sabina, 2010).

1.8.4. Eritrosina

Entre los colorantes sintéticos más utilizados en la industria alimenticia se encuentra la eritrosina o colorante alimentario E-127. La eritrosina es un

compuesto organoyodado que incluye 4 átomos de yodo. Su principal inconveniente desde el punto de vista tecnológico es que es relativamente sensible a la acción de la luz (Sánchez, 2013).

La eritrosina se utiliza en la coloración de bebidas, postres y en la mayoría de los productos alimentarios artificiales (Sánchez, 2013). Otros usos de la eritrosina es, por ejemplo, teñir la sangre, medula ósea, células cancerígenas, albumina en suero humano, nódulos linfáticos, microorganismos, neurona ácidos nucleicos, priones, esporas, fibras de queratina, etc. (García Sabina, 2010).

Como agente revelador de biopelícula bucal se comercializa en forma de comprimidos o en solución, es el colorante más utilizado en la práctica general odontológica (Gil, et al, 2005). Tiene la ventaja de que se desvanece en poco tiempo y no pigmenta las restauraciones de composite de manera permanente (Sharma, 2010).

Barrancos (1990) menciona que la fórmula de la eritrosina como solución reveladora de biopelícula se presenta en 2.5g en 100 ml de agua destilada (solución al 2.5%). Son suficientes 10 gotas para realizar la tinción, mientras que los comprimidos son de 15 mg.

Dentro de los efectos secundarios o tóxicos que puede presentar la eritrosina se reportan reacciones alérgicas en ojos y piel, dolor de cabeza severos y náuseas (García Sabina, 2010). La eritrosina en dosis muy elevadas (mayores al 4%) produce alteraciones en la tiroides que pueden llegar, en algunos casos, al desarrollo de tumores malignos, esto debido su alto contenido en yodo, además de inhibir la acción de la pepsina (Sánchez, 2013).

1.8.5. Verde rápido o verde malaquita

Es un colorante sintético de color verde que se emplea frecuentemente en la industria alimenticia. Se encuentra en forma de sal disódica. Se utiliza principalmente en repostería, confitería y emulsiones. El verde de malaquita en el área médica, se usa en piscicultura para la enfermedad de punto blanco o "Ich", que es causada por un parásito llamado *Ichthyophthirius multifiliis*. En microbiología se emplea para la tinción de esporas o contratinción con colorantes rojos. En el área odontológica su presentación es en forma de comprimidos de 11mg, y en solución al 2.5% para la detección de la biopelícula antigua de más de 3 días de formación (García Sabina, 2010).

1.8.6. Fucsina Básica

La fucsina fue preparada por primera vez por August Wilhelm Von Hofmann, combinando anilina y tetracloruro de carbono en 1858. Francois- Emmanuel Verguin, descubrió la sustancia de Hofmann el mismo año y la patentó. También se le conoce como rojo básico 9, clorhidrato de pararosaniline, clorhidrato del paramagenta, parafuchsin básico o violeta básico. Está compuesta por cristales suaves que poseen un fuerte brillo metálico y un color verde amarillo que cuando se humedece con un disolvente, toma un color magenta intenso; se utiliza en histología, citología, tinción de bacterias, de tejidos y también como desinfectante (Gil, et al, 2005).

Barrancos (1990) menciona que para su aplicación tópica se emplea la Fucsina al 6%, en 100 ml de agua destilada. Actualmente no se conocen datos concretos sobre efectos de sobredosis de fucsina, aunque puede causar irritación en piel y ojos (García Sabina, 2010).

1.8.7. Indicadores Dicromáticos

Estos indicadores tiñen la biopelícula de dos colores diferentes, para poder diferenciar el grosor o maduración de ésta. La propiedad que tienen de revelar la biopelícula en dos tonos está asociada con la organización y composición de la misma. Gallagher (1977) demuestra que la tinción en dos tonos diferentes depende del grosor de la biopelícula y no se asocia con factores bacterianos o bioquímicos.

El dítonos, fue desarrollado para poder distinguir la placa recién formada de la placa madura por medio de un fenómeno de difusión de sus ingredientes activos como lo refiere Eun-Song Lee (2016). Es una formulación con Eritrosina y verde de malaquita, llamada displaque (García Sabina, 2010), mientras que hay otras fórmulas que utilizan azul brillante y eritrosina (Barrancos, 1990).

1.8.8. Lámpara ultravioleta para revelar biopelícula. Fluoresceína sódica

La fluoresceína es un colorante orgánico derivado de la xantina, el cual produce un color verde al momento de ser expuesto a la luz ultravioleta, la máxima absorción es sobre los 500nm de longitud de onda. Es soluble en agua, aunque posee grupos fenólicos y ácidos carboxílicos en su estructura, por lo que se disuelve mejor en medios ligeramente básicos. Este compuesto se utiliza en el examen de los vasos sanguíneos del ojo, y fue descubierta por el químico, profesor y premio Nobel de Química Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeyer (1835-1917).

La fluoresceína tiñe la biopelícula pero solo es visible bajo la luz de una lámpara de luz ultravioleta. Entre los efectos secundarios puede causar cefaleas, náuseas, vómitos y descenso de la presión sanguínea (Gil, et al, 2005).

2. Fluorescencia

2.1. Definición de fluorescencia

La fluorescencia es un proceso óptico, un tipo particular de luminiscencia en donde una molécula absorbe energía en forma de radiación electromagnética con una determinada longitud de onda, con lo que se emite energía en forma de radiación electromagnética en una longitud de onda más larga que la energía inicial (Canto y Manzanero, 2019).

Químicamente la fluorescencia descrita por Heredia (2008) señala que los electrones de un átomo se encuentran ubicados en las órbitas permitidas y no en cualquier posición con respecto a su núcleo, cuando un electrón cambia de una órbita a otra, siempre y cuando este desocupada, lo hace absorber cierta energía cuando pasa a una órbita más alta, o puede emitir energía cuando el electrón pasa a una órbita más baja. Hay una diferencia entre la energía que se absorbe (del fotón ultravioleta) y la energía que se emite (del fotón visible), que se disipa en forma de calor. Una sustancia posee fluorescencia cuando este proceso es rápido, pero la luz emitida se observa solo mientras los electrones son excitados, mientras que cuando el proceso es lento se le denomina fosforescencia, ya que en este caso se mantiene la luz aún después de retirar el estímulo luminoso (Marcano 1998).

Manzanero (2019) menciona que el proceso de fluorescencia se esquematiza con el diagrama de energía de Jablonski, (ilustra los estados electrónicos de una molécula y las transiciones que se producen en los mismos), donde el fotón que se absorbe lleva a la molécula a un estado de excitación, dentro de este estado se producen transiciones no radiactivas entre los niveles vibracionales para decaer finalmente desde el último nivel vibracional hasta los niveles vibracionales fundamentales.

Como se ve la energía del fotón emitido es inferior a la del fotón incidente de acuerdo con la ecuación de Planck ($\Delta E = h \nu = h c / \lambda$), en donde la energía es inversamente proporcional a la longitud de onda, por lo que la longitud de onda que se emita será mayor que la longitud de onda incidente.

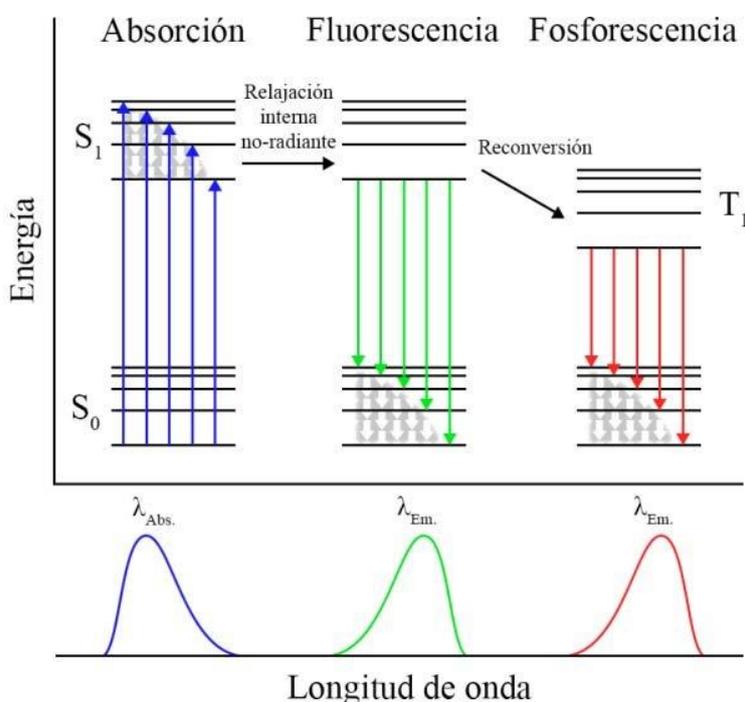


Figura 1. Diagrama de Jablonski: principales transiciones energéticas que dan lugar a la fluorescencia y fosforescencia. (Canto y Manzanero, 2019).

La fluorescencia ilumina las partes del tejido en donde estén instaladas las moléculas fluorescentes (endógenas o exógenas), estas producen la radiación fluorescente de una longitud de onda específica, que se puede aislar del fondo mediante la elección de los filtros adecuados. (Canto y Manzanero, 2019).

Marcano (2008) hace énfasis en los diferentes usos que se le ha dado a la fluorescencia a través de los años:

- Beccari (1745): observa la fluorescencia en el estrato córneo.
- Kortum (1794): la usa sobre huesos.
- Dessaignes (1810): señala que la piel seca es fluorescente.

Posterior a esto diversos autores han hecho aportaciones a la fluorescencia en diferentes tejidos tanto sanos como patológicos, destacando a Robert Williams Wood (1868-1955), quien introduce un filtro de vidrio que dejaba pasar solamente las radiaciones UV de longitud de onda de 3660 Å, que son apropiadas para la fluorescencia, conocida también en honor al autor luz de Wood.

2.2. Espectro Electromagnético

Para poder entender la fluorescencia debemos entender que la luz y la radiación forman parte de un Espectro Electromagnético, el cual es dividido en diferentes regiones, en las que se considera la frecuencia y la longitud de onda, sin que existan barreras físicas, además de que no existe un límite inferior o superior en este espectro (Fontal, 2005).

Una onda electromagnética es la propagación de la energía en el espacio y tiempo, tanto en el campo eléctrico como en el magnético de manera oscilante, éstas ondas son producidas por una carga eléctrica en movimiento. Son mutuamente perpendiculares entre si y también a la dirección de propagación de la onda. Fontal (2005) y Luque (2012), mencionan que las principales características de las ondas electromagnéticas son:

- No necesitan un medio para poder propagarse: pueden propagarse en el vacío o en cualquier otro medio.
- Son tridimensionales: se propagan en las tres direcciones del espacio.
- Son transversales: se producen perpendicularmente a la dirección de su propagación.

En una onda electromagnética, los campos eléctricos y magnéticos oscilantes, se propagan en el vacío con una velocidad constante de $c = 3000\ 000\ \text{km/s}$; siendo el Ångstrom la unidad de medida para la luz, abarcando un rango de 4000 Å a 7000 Å. Luque (2012) refiere que otras propiedades ondulatorias de la luz son su frecuencia y su energía $f \cdot c/l$, $E = hc/l$; en donde c es la velocidad de la luz en el vacío, h es la constante de Planck, la cual relaciona la energía de los fotones con la frecuencia de la onda lumínica y la longitud de onda.

Una onda está compuesta de crestas y valles, a la distancia que hay entre dos crestas o dos valles se le denomina longitud de onda (λ), mientras que la frecuencia de la onda está determinada por las veces que se corta la línea de base en la unidad de tiempo (casi siempre medida en segundos). Esta frecuencia es de suma importancia, ya que las propiedades de la radiación dependen de

ella y se mide en Hertz. La longitud de la onda se define por la distancia que separa el pico de la cresta o valle de la línea base (A). La energía que transporta las ondas es proporcional al cuadrado de la amplitud. La unidad de medida para estas distancias tan pequeñas es en nanómetro (10^{-9}). La luz visible (ondas electromagnéticas para las cuales el ojo humano es apto) se encuentra en longitudes de onda de 400nm (luz violeta) y 700nm (luz roja) (Luque, 2012).

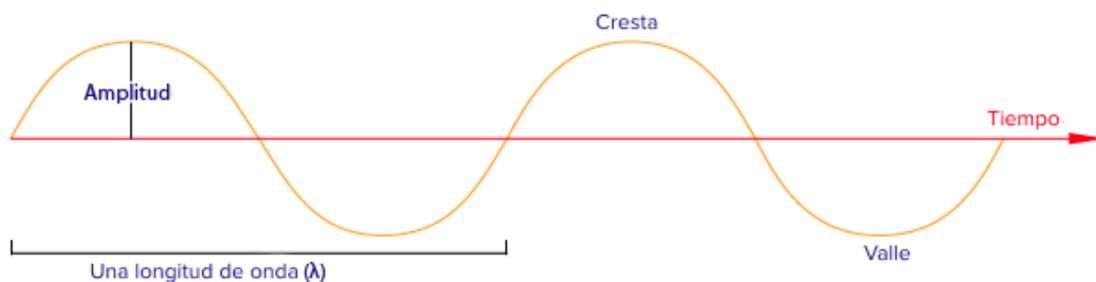


Figura 2. Características principales de una onda. Imagen tomada de la ChemWiki de UC Davis (Universidad de California en Davis).

Es importante considerar, como lo menciona Luts kaya y col. (2013), que el ojo humano no percibe rangos menores a los antes mencionados, como la luz ultravioleta (UV) que es un rango de onda corta ($\lambda < 400$ nm), ni los de longitud de onda larga o infrarrojos ($\lambda > 700$ nm). Además se debe de tomar en cuenta que las longitudes de onda son inversamente proporcionales a la energía producida por la radiación (Canto y Manzanero, 2019).

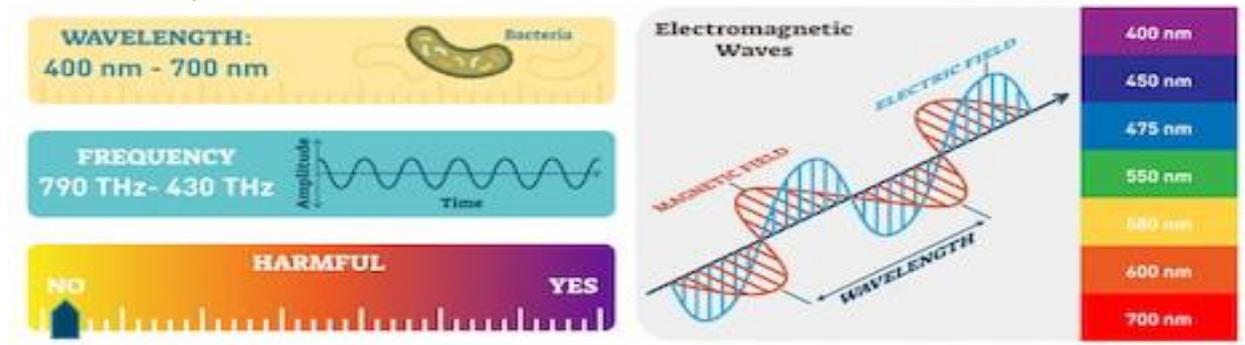


Figura 3. Espectro de onda visible (Canto y Manzanero,2019).

2.3. Radiación Ultravioleta (UV)

El rango de las longitudes de onda de la radiación UV, abarca entre 10 y 400 nm, desde las longitudes de onda más cortas del color violeta del espectro visible hasta el vacío, casi el púrpura del espectro visible (Espinosa y Rivas, 2011; Luque, 2012). De acuerdo con esto, se pueden distinguir 4 tipos distintos de radiación UV según la longitud de onda:

- UVA, o de onda larga, con un rango entre 320 y 400 nm
- UVB, o de onda media, con un rango entre 280 y 320 nm.
- UVC, o de onda corta y de alta frecuencia, con un rango entre 180 y 280 nm.
- UV de vacío con un rango entre 10 y 180 nm. La cual, por estar presente en el vacío es rápidamente absorbida por el aire.

Por lo tanto la luz azul corresponde al rango de espectro de luz visible, con una longitud de onda entre 400 a 495 nm. Esta luz visible es de alta energía.

Los diferentes usos de la radiación UV descritos por Luque (2012) se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3: Diferentes usos de la radiación UV.

Rango (longitud de onda)	Uso
240 a 280 nm	Esterilización junto con rayos infrarojos, eliminan bacterias y virus sin dejar residuos.
300 a 400 nm	Lámparas fluorescentes, al iluminar ciertos materiales se hace visible debido al fenómeno de fluorescencia. Existen lámparas que ionizan gas de mercurio a baja presión con un recubrimiento fosforescente que absorbe la radiación UV y la convierte a luz visible. También existen lámparas de xenón y halógenas, entre otras.
230 a 400 nm	Autenticación por fluorescencia, es un método invasivo y no destructivo para detectar falsificaciones.
300 a 400 nm	Detección de defectos por fluorescencia.
250 a 300 nm	Detección de restos en ciencia forense por fluorescencia.
280 a 300 nm	Espectrometría.
13.5 nm	Litografías y láser.
230 a 400nm	Sensores ópticos e instrumentación.
230 a 365nm	Identificación de código de barras.
270 a 300 nm	Análisis proteínico.
280 a 400nm	Visualización de imágenes médicas de células; es considerada una radiación ionizante que altera las estructuras anatómicas y moleculares, la cual es perjudicial para el ser humano.

Nota. Fuente: Luque,2012.

2.4. Fluorescencia visible inducida por UV

Algunos materiales pueden transformar la luz UV en una radiación visible de longitud de onda más larga, los electrones al absorber la radiación de manera temporal, entran en un estado mayor de energía, al liberarse dicha energía se presenta la fluorescencia, por lo que entran en un rango de espectro visible, regresando a su estado basal (Espinosa y Rivas, 2011; Lutskaya, et al, 2013).

La cantidad de radiación UV que es absorbida durante una breve examinación mediante el uso de una lámpara ultravioleta es mínima por lo que su uso es considerado aceptable como lo menciona Espinosa y Rivas (2011). Aunque si puede haber efectos en los ojos de las persona que se expongan a esta radiación, por lo que es importante que siempre que se utilice sea con lentes para protección con filtro UV21 (Van der Venn, 2015), los cuales son lentes tintadas o coloreadas que tienen como fin la protección de los órganos de la vista contra la acción nociva de las radiaciones. Estas lentes tienen la propiedad de absorber, en diversa medida, las radiaciones de una longitud de onda determinada, ya que éstas absorben o transmiten un porcentaje importante de las radiaciones (sobre todo las visibles). Se caracterizan por su coeficiente de absorción o por el de transmisión, es decir por la proporción de luz visible que absorben o transmiten.

Espinoza y Rivas (2011) y Purón, et al (2014) mencionan que se pueden tener distintos colores e intensidades en el espectro visible ante la fluorescencia que producida por la luz UV, depende de la sustancia que está siendo excitada. Debido a que el contenido energético de los fotones son los responsables de las alteraciones fluorescentes, dentro de los materiales sensibles a la fluorescencia

la mayoría de ellos son materiales orgánicos, por su alto contenido energético.

El tiempo que dura la fluorescencia en la mayoría de las moléculas orgánicas es de 10^{-9} y 10^{-6} s.

Por otro lado Van der Veen (2015) nos dice que la intensidad de la fluorescencia está determinada por la cantidad del material orgánico, especialmente el colágeno, el cual contiene aminoácidos que emiten fluorescencia como el triptófano e hidroxipiridino. La fluorescencia que emite el triptófano es de 350nm, mientras que el hidroxipiridino es de 400nm.

Con lo anterior podemos determinar que el efecto visible de la fluorescencia emitiva por luz ultravioleta puede ser aplicado al material orgánico dentro de la cavidad bucal. Purón y col. (2014) señalan que microorganismos como las porfirinas en las bacterias, son excitadas eficientemente en el rango de longitud de onda llamado "Scoret band" que está entre los 400 nm de luz UV, y con menor frecuencia en "Q- band" que tiene un rango que va entre los 500 y 630nm, aunque se debe de tener en cuenta que las longitudes de onda de emisión por fluorescencia son mayores que las del espectro de absorción que el de las propias moléculas excitadas por la luz.

Las porfirinas provenientes de microorganismos bacteriológicos están presentes en la cavidad bucal, concentrándose en gran número dentro de la biopelícula bucal. Desde 1739 Benedict, menciona que los dientes emiten diferentes tipos de fluorescencia de acuerdo al tipo y condición de los tejidos duros, en especial la dentina. Kim et al. (2017) refiere que el tejido duro de los dientes, al absorber

la radiación UV, emiten una luz visible en el rango de luz azul, emitiendo una débil fluorescencia de un color azul blanquecino.

De acuerdo con Van der Veen (2015) la luz ultravioleta es un tipo de fuente lumínica útil para mostrar las propiedades intrínsecas fluorescentes del diente natural, lo que permite diferenciar restauraciones estéticas en el diente, o evidenciar fracturas, porosidades de restauraciones, desmineralizaciones en el esmalte y biopelícula.

La superficie del esmalte (en condiciones de normales) bajo la luz UV, se observa blanquecino con una intensidad baja de fluorescencia. Por otro lado, la dentina mineralizada se observa en un azul intenso, mientras que una dentina de mineralización baja presenta un color azul más tenue. La fluorescencia más intensa del diente se encuentra en la unión esmalte-dentina, debido a la excitación que producen las fibras de colágeno (proteínas del tejido conectivo), presentes de manera abundante en esta zona del diente, que son con frecuencia fluorescentes (Van der Veen, 2015).

La fluorescencia dentaria se debe principalmente por la interacción de la luz UV con sus componentes orgánicos, especialmente en la dentina, la cual experimenta ciertos cambios en su comportamiento y composición, por lo que se puede pensar que dicha fluorescencia también tendrá los mismos cambios a lo largo de la vida de un individuo. Lutskeya y col, 2013 determinan que en los dientes de pacientes jóvenes, los picos de fluorescencia en dientes sanos es de 450 a 470 nm, mientras que en los dientes de pacientes mayores están en un rango de 465 a 475nm. Por lo que la fluorescencia en los dientes también está

relacionada con la edad, teniendo un comportamiento estable entre los 7 y 20 años, alcanzando su máximo valor a los 26.5 años de edad, y a partir de este punto se muestra una posterior decrecencia (Van der Veen, 2015).

En cuando a los cambios en la fluorescencia de los dientes, Heinrich-Weltzien y Van der Veen (2015) refieren que la desmineralización del esmalte dental tiene como resultado una pérdida de fluorescencia, mientras que las lesiones cariosas emiten un espectro de luz roja bajo, al momento de que los microorganismos orgánicos presentes en las lesiones del esmalte se excitan con un rango de luz de 405 nm, y luz infrarroja cercana a 488 y 500 nm. Este resultado es dado por el metabolismo de algunas bacterias intraorales que presentan un espectro similar al de las porfirinas, que en este caso es el fluoróforo presente en las bacterias cariogénicas (*Streptococcus Mutans*, *Streptococcus Sobrinus* y *Lactobacillus*), por lo que la intensidad de la fluorescencia que se emite esta en correlación directa con la gravedad de la lesión, ya que se relaciona con los agentes patógenos.

Las lesiones cariosas se pueden observar como áreas oscuras rodeadas de tejido sano fluorescente de color verde brillante, en donde las lesiones que ya son avanzadas muestran fluorescencia roja (Van der Veen, 2015). Por otro lado Espinosa y Rivas (2011), reportan que también se puede observar fluorescencia en los materiales de restauración, aunque ésta es muy variable en color e intensidad; por ejemplo, el espectro de una resina compuesta puede variar de color violeta o verde azulado.

2.5. Fluorescencia en la biopelícula bucal

Como se describe en el capítulo anterior, la formación de biopelícula es un proceso continuo que se inicia por la fijación de bacterias planctónicas a una superficie dental que es estructuralmente complejo en su etapa madura. En la biopelícula bucal se puede observar una fluorescencia de color rojo anaranjado, que comienza a observarse a partir del tercer día de su formación, la cual aumenta gradualmente hasta el día 7, lo que significa un aumento en la cantidad de bacterias acidúricas y acidógenicas, desde el día 1 de un 88% al día 10 a un 97%, adaptándose al ambiente ácido y anaerobio de la biopelícula madura (Coulthwaite L., 2006).

La composición de la biopelícula en función de las características de fluorescencia roja demuestra una diferencia notable en la composición bacteriana entre dos tipos de biopelícula fenotípicamente diferente, en donde son las OTU (unidad taxonómica operativa) más discriminatorias de la biopelícula fluorescente roja los anaerobios gramnegativos principalmente. Cuando hay un aumento en la presencia de bacterias anaerobias, ya sean grampositivas o gramnegativas, significa que se está ante la presencia de una biopelícula más madura. Por ejemplo algunas bacterias que se han identificado son *Corynebacterium matruchotti*, el cual está relacionado con la formación de cálculo dental que emite dicha fluorescencia roja. Los taxones de *Fusobacterium*, *Campylobacter*, *Leptotrichia*, *Selenomonas*, *Campnocytophaga*, *Campylobacter* y *Prevotella* son más prevalentes después de una o dos semanas sin higiene oral (Catherine Volgenant, 2017).

Las interacciones que hay entre diferentes especies como son la Paravimona y Porphyromonas gingivales también inducen fluorescencia roja ya que la fluorescencia roja es una característica propia de la biopelícula. Dicha fluorescencia es el resultado de metabolismo de microorganismos específicos, presentes en la biopelícula más antigua, los cuales se desarrollan hacia la disbiosis en la flora normal presente en la cavidad bucal (Catherine Volgenant, 2017).

Las cantidades de bacterias acidúricas totales aumentan con el tiempo de manera gradual en las colonias de la biopelícula ecológica exógena descrita por Lee. Et al. (2016) en la que se comprueba la hipótesis que sugiere que las bacterias acidúricas y acidógenas deberían ir en aumento para poder adaptarse al medio ambiente ácido de la biopelícula madura, la cual tiene condiciones de un ambiente relativamente anaeróbico. Por lo que la intensidad de la fluorescencia roja de la biopelícula se relaciona también con el valor del pH del medio que lo rodea.

Kim y col. (2017), demuestran que la fluorescencia roja de la biopelícula se comienza a observar a partir del tercer día, esto es causado ya que las colonias bacterianas acidúricas y la gravedad de la desmineralización aumentan con la maduración de la biopelícula, por lo que dicha fluorescencia roja también se puede observar en las lesiones cariosas.

Young-Seok Kim (2014) en un estudio pudo monitorear la maduración de los microorganismos de la biopelícula por 10 días, en el que llegó a la conclusión de que cuando la biopelícula emite fluorescencia roja es porque es más madura,

más cariogénica, con una antigüedad de por lo menos 3 días lo que indica que los microorganismos anaerobios y colonizadores secundarios que producen las porfirinas aumentan. También se sugiere que la intensidad de la fluorescencia roja está asociada con los cambios en la composición de los microorganismos de la biopelícula, la cual alberga un mayor número de especies cariogénicas a medida que ésta madura, lo que implica que las propiedades de la biopelícula son dadas por varias especies de microorganismos patógenos.

3. Tecnología QLF™

La fluorescencia cuantitativa inducida por luz (QLF™), es una tecnología óptica que detecta la autofluorescencia de un fluoróforo, el cual es un componente de una molécula que hace que ésta sea fluorescente, a causa de la excitación de fotones fluorescentes que se encuentran en la capa de esmalte y dentina, después de la irradiación hacia los dientes con luz azul-violeta. La fluorescencia digital cuantitativa inducida por luz (QLF™), se utiliza en odontología con luz violeta de longitud de onda corta (405nm), y una cámara réflex digital de lente única de alta especificación (Kim, et al, 2017).

Inicialmente el sistema QLF™ se desarrolló para la detección de lesiones cariosas tempranas mediante la cuantificación de la pérdida de la fluorescencia como una medida indirecta de la desmineralización. Cuando la biopelícula emite fluorescencia roja significa que es placa más madura, con mayor actividad cariogénica y con antigüedad de por lo menos 3 días, por lo que es de suma importancia identificarla a tiempo. El sistema QLF™ se utiliza como una

sustitución a los procedimientos de tinción convencional para la detección oportuna de la placa madura por medio de captura de imágenes lo que permite que se pueda comparar el antes y el después del cuidado y tratamiento de la higiene bucal (Van der Veen, 2015; Su-Young, et al, 2015).

Las áreas cubiertas por porfirinas que son generadas por la actividad bacteriana anaeróbica, se manifiesta de un color rojo brillante/naranja, la cual sí puede ser observada por el ojo humano, además de poder ser analizada y cuantificada por el sistema QLF™ (fluorescencia cuantitativa inducida por luz led) (QLF™ Diagnostics, 2003).

Otras bacterias en las que se pueden identificar el fluoróforo del tipo de porfirina con emisión roja de acuerdo con Purón, et al (2014) y Van der Veen, (2015), son Streptococcus Mutans, (emisión en 640nm), Streptococcus Sobrinus, Actinomyces Odontologica y Actinomyces Naeslundii, Bacteroides Forsythus y Prevotella Intermedia. Por tanto la fluorescencia roja se puede observar en:

- Biopelícula bucal madura
- Cálculo dental
- Lesiones cariosas

3.1. Historia

Las bases del QLF™ están hechas en los estudios de Folke Sundstrom en 1978, dentista sueco del instituto Karolinska Suecia, quien descubre que los dientes poseen una clara fluorescencia cuando son iluminados con un espectro de luz en el rango de onda violeta-azul (QLF™ Diagnostics, 2003).

En 1995 se introdujo el primer aparato QLF™ de manera clínica, basado en una lámpara, en las que se pudo observar por primera vez que ciertas áreas de los dientes mostraban un tono rojo fluorescente que no formaba parte de los dientes. En investigaciones posteriores se demostró que esta fluorescencia roja es causada por determinados subproductos del metabolismo bacteriano (porfirinas). De manera que se determina que dicha fluorescencia roja corresponde a la biopelícula madura, cálculo o gingivitis. (QLF™ Diagnostics, 2003).

A lo largo de los años se han desarrollado diversos dispositivos basados en la tecnología QLF™. El sistema QLF™ de primera generación, Inspektor Pro, se introdujo en el 2004, que comprendía una longitud de onda de luz máxima de 404 nm, un filtro de paso y una cámara micro-CCD; posterior a este se desarrolló el dispositivo de fluorescencia cuantitativa inducida por luz: bioluminador digital 2 (QLF-D), el cual se presenta como un dispositivo de segunda generación en el 2012, este utiliza principalmente una cámara réflex de lente única (SLR) en la que el bioluminador sistema que contiene 405 nm de longitud de onda máxima de luz azul violeta y de luz blanca. El dispositivo Qraycam fue presentado en 2014 como un dispositivo QLF™ de tercera generación. Estas diversas generaciones de dispositivos QLF™ utilizan luz visible de la misma longitud de onda pero diferentes cámaras, métodos de captura y filtros (Seok-Woo Park, 2019).

3.2. Funcionamiento de la tecnología QLF™

La tecnología QLF™ es un nuevo sistema que permite, por medio de imágenes emitidas por luz blanca, la detección de la biopelícula, principalmente la madura. Este es un sistema cuantitativo de fluorescencia digital inducido por luz led azul que detecta la biopelícula mediante la fluorescencia roja, que es causada por la formación de porfirinas endógenas en las bacterias. Las porfirinas son biomoléculas metabólicas que se excitan por la luz azul a 405nm., por lo que la tecnología QLF™ se emplea para detectar la distribución de la placa que no se puede apreciar con las diferentes sustancias reveladoras, al mismo tiempo de que se reduce el tiempo y esfuerzo para los análisis de control de biopelícula en los pacientes. Cuando se observa la biopelícula bajo la luz de QLF™ se determina que lo que emite la fluorescencia roja son principalmente las bacterias anaerobias que se relacionan con caries y con enfermedad periodontal, en donde también se intenta demostrar que hay un aumento en la fluorescencia de acuerdo con la maduración de la biopelícula debido a sus cambios ecológicos (Young-Seok Kim (2014).

Más tarde en otro estudio que realiza Young-Seok Kim (2016) se demuestra que el grosor de la biopelícula aumenta con el envejecimiento de la misma, por lo que el sistema de luz QLF™ puede determinar una mayor intensidad de fluorescencia roja en estos casos, de igual manera se puede afirmar que la principal fuente de dicha fluorescencia son los *Actinomyces odontolyticus* y *Prevotella intermedia*, además de la presencia de bacterias aerobias, aunque estas no suelen tener fluorescencia roja. También algunas bacterias periodontales como *Porfiromonas gingivales*, *Treponema denticola* y

Tremponema forsythia son colonizadores tardíos en la formación de la biopelícula, que a su vez son, aunque en menor medida, fluorescentes rojas por lo que se demuestra que la fluorescencia roja también está relacionada con toda la variedad ecológica del biopelícula, y no solo de la cantidad de algunas bacterias. Con la presencia de bacterias periodontales y cariogénicas en la biopelícula se determina que hay una correlación de la fluorescencia roja con la maduración de la biopelícula y que a su vez está asociada con caries y gingivitis.

Sun-Young Han (2015), describe que los microorganismos de la biopelícula observados por medio de la luz QLF™, se vuelven más densos con el paso del tiempo. También se identifica que la desmineralización del esmalte va en aumento en correlación con la maduración de la biopelícula, por ejemplo si se observa alguna lesión en el esmalte, esta aumenta con el tiempo en el que madura la biopelícula, lo que en 10 días puede dar un aumento en la profundidad de dicha lesión de hasta un 80%. Con lo anterior se puede determinar que hay un aumento en la intensidad de fluorescencia roja de la biopelícula, el cual también depende del nivel de cariogenicidad presente, con base en las imágenes obtenidas por medio del sistema QLF™ que se observa que desde el primer día que se comienzan a formar microorganismos de la biopelícula sobre el esmalte dental, aunque la fluorescencia roja es detectada a partir del tercer día.

Como ya se mencionó, el índice de biopelícula de Slines & Løe (SLI) se basa en el grosor de la misma y está relacionado con la madurez de la biopelícula y con su posible patogenicidad, por lo que se considera la base de esta nueva tecnología a la que se le adiciona un análisis por medio de imágenes del que se puede obtener un índice de biopelícula bucal porcentual, lo cual nos da un

indicador también de la extensión de las superficies dentales que cubre la biopelícula, lo que garantiza que la tecnología QLF™, es un sistema completo que puede utilizarse para la cuantificación de la biopelícula que se obtiene por medio de imágenes de alta calidad con poca profundidad focal, por medio de la fluorescencia roja, que está estrechamente relacionada con la profundidad y maduración de la biopelícula (Sarduy, L. B., González, D., 2016).

3.3. Aplicaciones de la tecnología QLF™ en odontología

El sistema QLF™ cuantifica el grado de desmineralización si destruir el tejido, ya que mide la profundidad de la lesión de caries, así como su volumen. Como ya se ha descrito, el esmalte sano aparece verde fluorescente, mientras que las lesiones desmineralizadas pierden esta fluorescencia y se aprecian relativamente más oscuros que el esmalte natural. En diversos estudios y análisis se determina que no solo detectan las lesiones de caries tempranas, sino también es utilizado para detectar:

- El desgaste dental
- Determinar el grosor del esmalte
- Biopelícula bucal
- Cálculo dental

Esto es posible gracias a la intensidad de la fluorescencia roja de la biopelícula madura relacionada con diferentes concentraciones de sacarosas, con el pH bajo y la biopelícula cariogénica, de manera que se puede monitorear de forma conservadora estos cambios dinámicos de la desmineralización y/o

remineralización de las lesiones cariosas (Su-Young, et al, 2015; Kim, et al, 2017).

Hye-Jin Gulk (2020), confirma que los parámetros que representan la intensidad y distribución de la biopelícula con fluorescencia roja con las variables valor $=R/$ área $=G$, dichas variables son significativas para poder cuantificar las características de la biopelícula dental informando, por ejemplo, que la intensidad de la fluorescencia como valor R/G se correlaciona directamente con la madurez y la patogenicidad de la biopelícula. Esto es un indicador del potencial de dicha patogenicidad que se a su vez se relaciona con caries y gingivitis.

La tecnología QLF™ es lo suficientemente sensible para poder visualizar y cuantificar los cambios minerales en la remineralización inducida por la saliva, de acuerdo con Daisuke Inaba (2017), ésta remineralización depende significativamente de los niveles de los iones de calcio presentes en la saliva. Otro de los usos en los que se emplea ésta tecnología es en la identificación de la coloración natural del diente, por lo que en los cambios de la fluorescencia en lesiones cariosas iniciales, se pueden observar los cambios dinámicos de la desmineralización y/ o remineralización, ya que clínicamente estas lesiones se aprecian como una mancha opaca blanca. Histológicamente estas lesiones tienen una capa superficial relativamente intacta y un área subsuperficial o cuerpo de la lesión, el cual posee un contenido mineral bajo que va del 10 al 70% en su volumen, por lo que son difíciles de detectar en esta etapa. Con la tecnología QLF™ se pueden detectar a tiempo para hacer posible un monitoreo de manera conservadora.



Figura 4. Diagrama del funcionamiento de la tecnología QLF.

En el área de la odontología, la tecnología QLF™ también se emplea para la evaluación de la integridad de selladores o resinas, ya que este sistema puede detectar caries debajo de éstas restauraciones, lo que a simple vista es difícil de evaluar; así como también, permite evaluar en los casos donde se remueven caries y no se está seguro si se ha removido todo el tejido cariado por completo, permitiendo diferenciar entre el tejido sano del cariado (QLF™ technology 2003). Un ejemplo de la aplicación de la tecnología QLF™ en escaneros bucales es su uso como auxiliar de diagnóstico oportuno y auxiliar en la evaluación de higiene para mantener la salud bucal:

- Práctica general: Control y monitoreo de biopelícula y visualización de restauraciones desajustadas.
- Odontopediatría: Prevención, control y mejoramiento de la técnica de cepillado, así como visualización de desmineralizaciones en el esmalte dental y caries incipientes.

- Ortodoncia: Revisiones controladas sobre la higiene bucal de pacientes con tratamientos ortodónticos.
- Prótesis: Visualización de microfracturas en prótesis y restauraciones.

4. Lesiones medulares

Las disfunciones motoras son consideradas como un factor crítico e importante con respecto al compromiso de realizar actividades diarias independientes. Cuando comienza un deterioro principalmente en los dedos o articulaciones de las manos, el cual limita funciones de movimiento, se convierte en una de las principales causas de la mala higiene bucal y por ende hay un control de biopelícula inadecuado. (Na-Ri Shin, 2019).

En XII Censo General de Población Vivienda INEGI (2000), se define a las discapacidades de tipo motriz, como la limitación resultante de una alteración o deficiencia músculo-esquelética, que genera incapacidad para moverse o caminar, dificultades para mantener posturas de disposición del cuerpo o habilidades manipulativas como agarrar y sostener objetos. También se consideran las dificultades de movimiento de una parte del cuerpo a consecuencia de daños neurológicos que incluyen, a su vez, secuelas de lesiones traumáticas, poliomielitis y lesiones medulares entre otras.

Existen en todo el mundo diferentes clasificaciones que son aceptadas a nivel internacional para poder medir las discapacidades, las cuales se han convertido en herramientas que se pueden utilizar en el ámbito clínico, de investigación, social, administrativo y estadístico (OMS, 2011). La Clasificación Internacional

de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM), publicada en 1980, refiere la discapacidad como una restricción o ausencia de una o varias funciones, por una deficiencia de la capacidad de realizar una actividad dentro del margen que es considerado como normal para un ser humano (Egea y Serabia, 2001). La Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye en el 2001 un término genérico que abarca déficits, limitaciones y restricciones en la participación de actividades, que indican aspectos negativos en la interacción entre un individuo, con condiciones de salud y su contexto (OMS, 2001).

De acuerdo con la CNDH (2002), las discapacidades físicas representan una gran diversidad, al tal punto que su estudio resulta difícil y complejo, dado a sus diversas formas de definir las y clasificarlas, así como de las causas que las originan. En general, se conoce como discapacidad física, neuromotora, locomotora o motriz que ocasiona una limitación o falta de control de los movimientos, funcionalidad y sensibilidad, que impide realizar las actividades de la vida diaria de forma independiente. Esta discapacidad general se manifiesta principalmente en las extremidades, sin embargo, se expresan en todo el cuerpo y pueden estar acompañadas de alteraciones sensoriales, que obligan al uso continuo de aparatos que permitan recuperar parte de las funciones pérdidas o disminuidas.

Una de las principales causas de estas disfunciones son las neuropatías inmunomediadas, las cuales representan trastornos de los nervios periféricos, que son clasificados según sus signos y síntomas clínicos, el tiempo en el que trascurren, así como los parámetros paraclínicos. Estos últimos permiten tener una visión más profunda de los mecanismos moleculares y celulares que

resultan en lesiones inmunomediadas del sistema nervioso periférico (Helmar C. Lehman, 2009).

Sin embargo, Hernández, Ruíz y Torices (2000) refieren que la discapacidad motriz afecta el cuerpo de un individuo, lo que limita su movimiento, que generalmente es ocasionado por enfermedad deficiencia o accidente. Las principales causas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4: Causas principales de Discapacidad motriz.

Causas Principales	Descripción
Infecciosas	Ocasionadas por cualquier tipo de microorganismos en el ser humano o hospedero (virus, bacterias, hongos, etc.).
Accidentales	Se presentan en cualquier momento de la vida. Su mal o nulo manejo durante la fase aguda del accidente puede incrementar las secuelas discapacitantes (amputaciones, lesiones de médula espinal, lesiones cerebrales).
Enfermedades diversas	Pueden ocurrir en cualquier momento de la vida por predisposición o como consecuencia a la exposición de algún factor causal (polineurovasculopatías, artritis reumatoide, enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple, hemiplejia, etcétera).
Congénitas	Ocurren durante la gestación o al momento del parto.
Falta de oxigenación cerebral	Consecuencia de la privación o deficiencia del oxígeno en el cerebro.
Quemaduras	Pueden deberse a factores químicos, térmicos o incluso abrasivos.
Edad avanzada	Estos son parte del proceso natural de envejecimiento, en donde se presenta una pérdida de la fuerza, control voluntario y tono muscular.

Quirúrgicas	Pueden ser radicales o transitorias, ya sea que se haga una resección de alguna extremidad o por la consecuencia de una cirugía de forma temporal se presente una discapacidad motriz.
Iatrogénicas	Son el resultado de un manejo inadecuado por parte del personal de salud.
Hereditarias	Se transmiten genéticamente.

Nota. Fuente; Hernández, Ruíz y Torices, 2000.

De igual manera en la visión censal del INEGI (2004), Hernández, Ruiz y Torices, (2000, 2004), reportaron diferentes formas de clasificación de personas que presenta discapacidad motriz o física en cuanto a las limitaciones que representan:

- **Mínima:** cuando la disminución de la capacidad funcional del individuo está limitanda parcialmente en su independencia y productividad, así como en actividades cotidianas.
- **Moderada:** la reducción de las capacidades funcionales del individuo limitan parcialmente la independencia y productividad de sus actividades en la vida diaria.
- **Total:** la reducción de las capacidades funcionales del individuo son muy graves, lo que lo convierte en totalmente en improductivo y totalmente dependiente.

También las clasifican en la misma visión censal del INEGI (2004) de acuerdo a su duración:

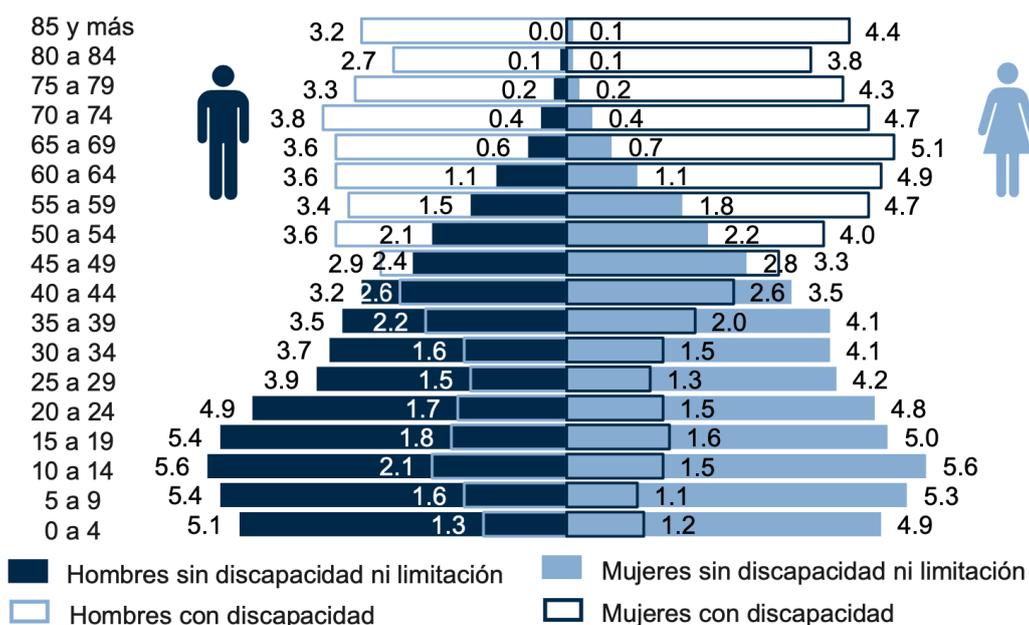
- **Temporales:** los pacientes que las padecen es solo por un tiempo restringido, mediante los correctos cuidados médicos y terapia de rehabilitación, no generara secuelas de por vida y es muy probable que se regrese al estado previo a la discapacidad.
- **Permanentes:** son aquellas con las que el paciente vive desde el inicio de la incapacidad y cuyas secuelas pueden minimizarse, aunque la recuperación nunca será al 100%.

Las secuelas, de acuerdo con el INEGI (2004), son la disminución, deficiencia o pérdida parcial o total de la capacidad del movimiento y sensibilidad debido a los trastornos motores o musculares, las cuales se clasifican en la relación de la parálisis con las partes del cuerpo afectadas o topográficamente de la siguiente manera:

- **Parálisis completa (plejía):** son las tetraplejias que afectan los 4 miembros (brazos, piernas); paraplejías con afección de los miembros superiores o inferiores; hemiplejías, en donde están afectados dos miembros de un lado y otro del cuerpo y las monoplejías, con afectación de un solo miembro del cuerpo.
- **Parálisis parcial o incompleta (paresia):** es de menor intensidad y reversible, puede ser de igual manera que en la parálisis completa.

La discapacidad motriz concentra el mayor número de personas del resto de las discapacidades en la mayoría de los países, en el caso de México sucede algo similar, ya que 45 de cada 100 personas presentan discapacidad de tipo motriz,

lo que la ubica como la más importante del país (Verdugo, 2002). En la encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (2014), la prevalencia de la discapacidad en México es de 6%, el 47.3 % de esta población con discapacidad son personas mayores a 60 años de edad, mientras que el 34.8% están en un rango de edad entre 30 y 59 años de edad. El número de mujeres con discapacidad supera a la contraparte masculina con 6.2% de la población, mientras que la población de hombres con discapacidad representa el 5.7%, como se describe en las siguientes grafica (Gragica1.):



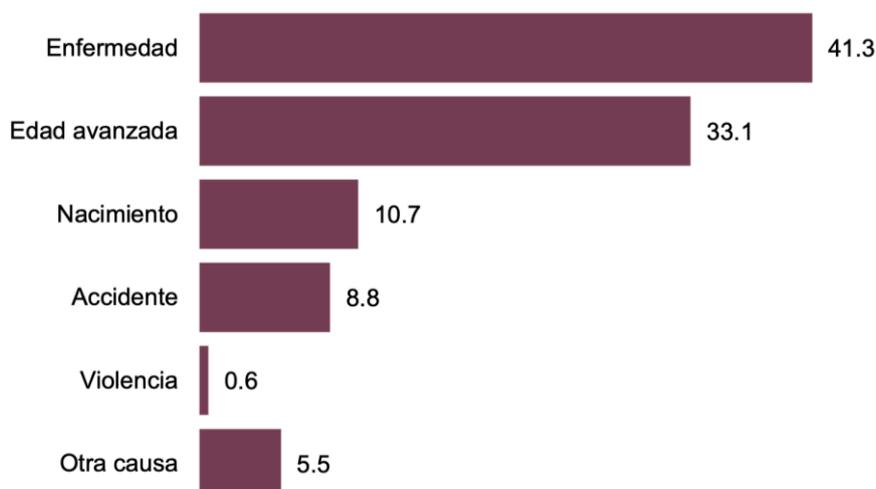
Gráfica 1. Estructura de la población por condición de discapacidad según grupo de edad y sexo (Tomada del Senso INEGI, 2014).

Los tipos de discapacidades que más se presentan en México de acuerdo con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (2014), son el 42.4% problemas de tipo motriz (brazos y piernas), y visual, concentrándose el 34.4% en personas que tienen dificultades en sus actividades básicas como bañarse, vestirse, comer, etcétera. (Gragica 2.)



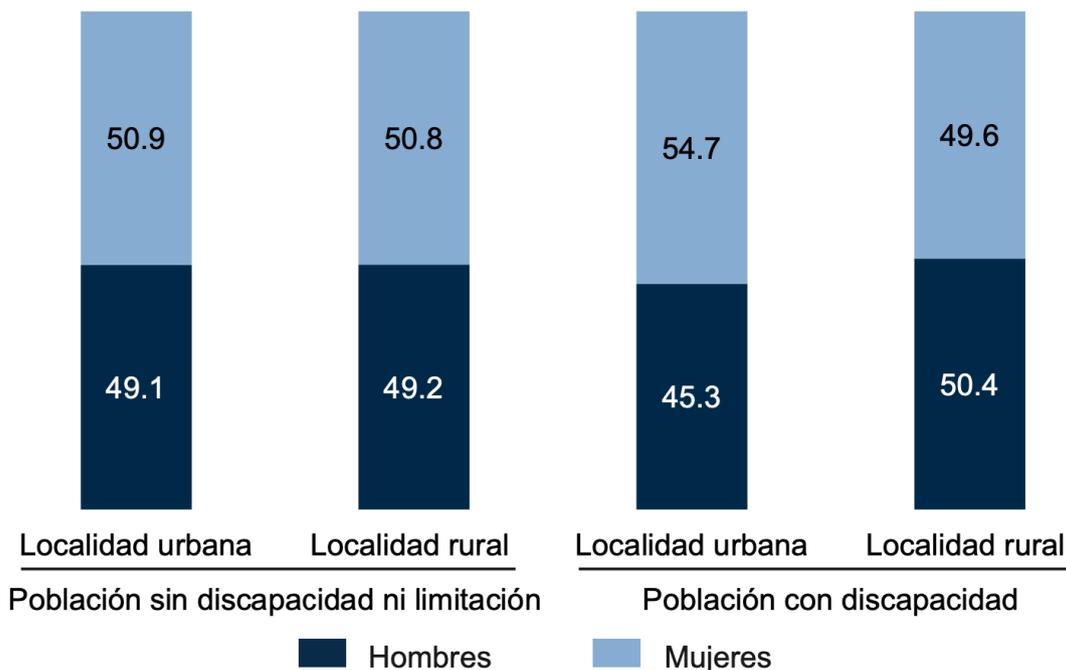
Gráfica 2. Porcentaje de población con discapacidad de acuerdo al tipo de discapacidad (INEGI, 2014).

Las principales causas de discapacidad así como las causas de las limitaciones motoras en cuanto a México se refiere, son las enfermedades principalmente infecciosas como Guillain- Barré con sus variables y lesiones no traumáticas (41.3%), la edad avanzada (33.1%), problemas congénitos, en un 10.7% y accidentes (lesiones traumáticas) en un 8.8% (INEGI. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2014) (Gráfica 3).



Gráfica 3. Principales causas de discapacidad en México (INEGI, 2014).

En cuanto a la distribución de personas con discapacidad en el país, el INEGI (2014) refiere que el porcentaje de hombres es ligeramente superior al de las mujeres en las comunidades rurales, mientras que en las comunidades urbanas son superiores los pacientes femeninos que masculinos (Gráfica 4).



Gráfica 4. Distribución porcentual por localidad y condición de discapacidad según el género (INEGI, 2014).

4.1. Lesiones medulares traumáticas

Las lesiones de la médula espinal (LME), son un conjunto generalizado y crónico de deficiencias neurológicas con variedad en su etiología: traumáticas y no traumáticas. Las lesiones espinales traumáticas (TSI) incluyen un gran número de lesiones en la médula espinal, así como en sus raíces nerviosas, estructuras óseas y discoligamentos de la columna vertebral. Estos daños causados a la columna vertebral pueden provocar inestabilidad mecánica, dolor y movilidad alterada, con daño en estructuras neurológicas que da como resultado una

parálisis parcial o completa, con una incidencia de 8 a 246 casos por millón en todo el mundo y un promedio de edad de 40 años que afecta más a hombres. Es la mayor causa de discapacidad grave y muerte después de los traumatismos (Shahrokh Yousefzadeh Chabok, 2009, P Kennedy and L Hasson, 2016, Ramesh Kumar, 2018).

Comúnmente estas lesiones tienen causas que pueden ser prevenidas como caídas, accidentes de tráfico y violencia principalmente. Existen diferentes clasificaciones de las lesiones medulares, que varían de acuerdo a la zona y a los mecanismos biomecánicos que se originan en la misma. Cualquiera que sea la clasificación que se use, se debe de identificar patrones, desde las lesiones más comunes, para así poder determinar el tratamiento a seguir. Los traumas espinales causan lesiones osteoligamentales directas, si el foco de la lesión está al nivel del impacto, o indirectas cuando el trauma está lejos del foco de la lesión. Las lesiones medulares directas se consideran como una tensión vertebral inmensa, mientras que una lesión indirecta es un requerimiento fisiológico excesivo hacía la columna vertebral (Lencean, 2003; Kumar, 2018).

El tratamiento exitoso de la lesiones en la columna vertebral generalmente se atribuye a Donald Munro (1936, en EE. UU.) y Ludwig Guttmann (1944, en Reino Unido) quien incluyó la rehabilitación como parte del mismo. La mayoría de los médicos en todo el mundo han reconocido que los pacientes con lesiones en la columna necesitan atención de por vida, el cual incorpora la fisioterapia en todo momento. El tratamiento además de la rehabilitación, implica en muchas ocasiones una atención quirúrgica que puede prevenir la limitación de la

movilidad, la deformación de la postura y el dolor crónico secundario a estas lesiones (Marie-France Weiner, 2014, Ramesh Kumar, 2018).

4.2. Lesiones medulares no traumáticas

A diferencia de las lesiones que son producidas por causas externas, la disfunción no traumática de la medula espinal, es una consecuencia de procesos de enfermedades multifactoriales y complejas, que se pueden clasificar como recurrentes, remitentes y/o progresivas o no progresivas. Esta mielopatía no traumática es una condición difícil de manejar debido a su difícil diagnóstico diferencial (Abdu Kisekka, 2017, Clark, 2017).

La LME no traumática (NTSCI), es un área de creciente importancia, ya que las diferentes investigaciones sugieren que está en aumento y cada vez es más frecuente. Para su diagnóstico es necesario la toma de radiografías de la columna vertebral, así como el uso de la tomografía y la microscopía del líquido cefalorraquídeo (Kennedy and Hasson, 2016; Kisekka, 2017).

En cuanto a su etiología, de acuerdo con el grupo Internacional de Lesiones de la Médula Espinal (ISCI), agrupan los diagnósticos en tres diferentes categorías: extramedular o compresiva (óseas o no óseas), intramedular o no compresiva y etiología poco clara. Actualmente se han encontrado más de 200 tipos de etiologías diferentes, siendo la más común la mielitis transversa, así como la enfermedad de Pott (tuberculosis vertebral, espondilitis tuberculosa), y neoplasias, con o sin metástasis. También se encuentran dentro de éste rubro anomalías adquiridas como trastornos degenerativos de la columna

vertebral, infecciones y trastornos vasculares, mientras que el grupo menos frecuente son las enfermedades inflamatorias y autoinmunes (Kennedy, Hasson, 2016; Abdu Kisekka, 2017).

Uno de los tratamientos va dirigido principalmente a la terapia de rehabilitación en centros especializados para el manejo de secuelas. Los resultados de la rehabilitación están estrechamente relacionados con la etiología de la enfermedad, ya que algunos casos requieren de mayor necesidad de rehabilitación que otros, así como y hay pacientes que son más o menos dependientes en sus necesidades, por lo que una comprensión específica de las causas de la enfermedad por parte de los profesionales de la salud brinda una atención más efectiva, ya que aumentan su independencia y calidad de vida. (Kennedy, Hasson, 2016; Clark, 2017).

4.3. Síndrome de Guillain- Barré

En 1916 Georges Guillain, Jean-Alexandre Barré y Andre Strohl describen por primera vez este trastorno de tipo motor de rápida progresión (Phillips, 2019), asociado con ausencia de reflejos y los niveles elevados de la proteína CSF en ausencia de la pleocitosis esperada del líquido raquídeo (LCR).

Helmar C. Lehman, (2009) lo describe como una polineuropatía inflamatoria monofásica mediada por el sistema inmunológico que comienza como una enfermedad aguda, que daña tanto a los nervios que controlan los movimientos musculares como la transmisión de sensaciones dolorosas, térmicas y táctiles,

lo que produce debilidad muscular y pérdida de sensibilidad en las extremidades del cuerpo (Leshner y Crawford, 2013; OMS 2016).

De acuerdo con J.B. Winer (2013), el síndrome varía en severidad, lo que puede llegar a una parálisis respiratoria que conduzca a la muerte. Los subtipos más comunes son los siguientes:

- **Polirradiculoneuropatía desmielinizante inflamatoria aguda (AIDP).**
Es la más frecuente de las variables, la cual desmieliniza a los axones, lo que provoca diversos grados de daño axonal secundario.
- **Neuropatía axonal motora aguda (AMAN).** Es la segunda más frecuente, es un trastorno axonal primario que afecta solo a los nervios motores.
- **Neuropatía motora y sensorial aguda (AMSAN).** Es una variante axonal en la que están involucrados tanto nervios sensoriales como motores, éste es el subtipo más raro.
- **Síndrome de Miller Fisher.** Se asocia de manera estrecha con anticuerpos anti-GQ1b.

El Síndrome de Guillain-Barré tiene una incidencia de aproximadamente 1/100,000. Generalmente los síntomas sensoriales en las piernas marcan el inicio de la enfermedad, seguido de una debilidad que es rápidamente progresiva. Se puede presentar dolor lumbar de manera muy común, lo que representa inflamación en las raíces nerviosas que coincide con la ruptura de la barrera nerviosa del LCR, esto permite que la proteína se filtre en la misma.

Dicha sensibilidad comienza con una distribución piramidal, comienza con dorsiflexión del tobillo y flexión de la rodilla y cadera, las cuales a menudo son gravemente afectadas, posteriormente y de la misma manera la debilidad en brazos es más grave en la abducción del hombro y la extensión del codo (Winer, 2014).

Hay signos dentro de este síndrome que son poco usuales como el papiledema, el cual se piensa que es secundario al edema cerebral y a la hiponatremia. Winer (2014), menciona que la mortalidad a causa de éste síndrome es del 5 al 10% de los casos. Es una enfermedad monofásica, con debilidad que se vuelve más grave a las 4 semanas. Las tres cuartas partes de los pacientes presentan algún antecedente de enfermedades previas, generalmente respiratorias o gastrointestinales muy leves o incluso asintomáticas que comienzan la neuropatía de 7 a 10 días después de cualquier infección que la pueda desencadenar. Otras posibles causas también pueden ser cirugías e inmunizaciones. Cresswell (2010), demuestra que el *Campylobacter jejuni*, (infección previa en el 60% de los casos), el virus Epstein Barr y el citomegalovirus son las infecciones previas más frecuentes. Además la frecuencia del SGB después de una infección por influenza es 10 veces mayor en la mayoría de los casos (De Martino, 2013).

Lehman (2009), menciona que otros posibles desencadenantes pueden ser las infecciones recurrentes del tracto respiratorio o gastrointestinal, ya que generan una respuesta inmune aberrante que posteriormente conduce a una ruptura de la barrera hematoencefálica y a una destrucción de las vainas de mielina. Estos agentes conducen a la producción de anticuerpos que reaccionan de forma

cruzada con los gangliósidos y otros glicolípidos que conllevan a la destrucción de la mielina, que a su vez es causada por la activación del complemento o por anticuerpos que están dirigidos a los macrófagos a través del receptor Fc presentes en las células, lo que tiene como resultado el fracaso de la conducción de los impulsos nerviosos como a la desmielinización.

Los gangliósidos (ácido N-acetilneuramíco, N-acetilglicolilneuramíco) constituyen las membranas celulares de la glía, que a su vez son componentes de la mielina; sobre los cuales actúan los anticuerpos anti-gangliósidos de superficie que contribuyen al proceso de inflamación y desmielinización de los nervios periféricos en el síndrome de Guillain-Barré (Rebolledo-García, et al, 2018). De acuerdo con De Martino (2013), los mecanismos que pueden desencadenar una autoinmunidad después de las infecciones, es por medio de la producción de una red de citosinas anti- idiotípicas, HLA y HCM, o por la modificación de antígenos de superficie e inducción de nuevos antígenos. Los anticuerpos anti-gangliósidos que se unen a los gangliósidos en los ganglios o a nivel de las uniones neuromusculares inducen el bloqueo de las conducciones nerviosas, lo que provoca lesiones en las células perisinápticas de Schwann, esto depende de la activación del complemento. Otros efectos de la inactivación del complemento con una inhibición en la regeneración axonal por transferencia pasiva de anticuerpos anti-GD1a (Helmar C. Lehman, 2009).

Estas alteraciones inmunológicas desencadenan una neuropatía axonal motora aguda, que afecta el axolema de las células nerviosas, contra los gangliósidos GM1 y GD1a, este daño esta mediado por anticuerpos del isotipo IgG1 e IgG3, que activan el complemento, reclutan a los macrófagos y depositan complejos

Ag-Ac en la membrana del axolema neural, por su similitud con los lipopoligosacáridos de superficie de los organismos infectantes. (Winer, 2014; Phillips, 2019).

De acuerdo con estudios inmunológicos que intentan explicar la causa de la desmielinización, se ha demostrado que los linfocitos perivasculares (macrófagos), invaden la membrana basal de células de Schwann y en esa zona fagocitan los restos de mielina. En la década de 1960 Melnick (1963) en Winer (2013) sugiere que los anticuerpos complementarios a los antígenos de mielina en las fases más agudas del síndrome que reconocen a los lípidos (GQ1b) se vuelen contra los gangliósidos, principalmente en los pacientes con síndrome de Miller Fisher; estos suelen ser del subtipo IgG1 o IgG3, las cuales requieren la ayuda de las células T para su producción, dichas células T se infiltran en la lesión patológica de los nervios afectados (Winer, 2013). En diversos estudios se han podido identificar concentraciones elevadas en la sangre periférica de células T activadas, así como cambios en las células Tr o linfocitos Treg con niveles elevados también de citosinas derivadas de las mismas células T. (Kuijf, 2008); éstas células T activadas permiten el paso de los anticuerpos antineurales que causan el daño nervioso.

Este infiltrado inflamatorio además de las células T y macrófagos (las células T CD3+ son los linfocitos más abundantes), también contienen células B aunque con menor frecuencia. Además existe una deposición del sistema complemento activado y el complejo de ataque de la membrana en las células de Schwann, lo que indica que tanto el sistema inmune humoral como el celular tienen que ver con la patogénesis del SGB. Los depósitos del complemento en las fibras

desmielinizadas se encuentran principalmente en la etapa aguda de la enfermedad, mientras que las células CD8+ y los linfocitos positivos que predominan en la etapa subaguda (Lehman, 2009).

En general existen sólo dos alternativas de tratamiento para el GBS, uno es la atención de apoyo y el segundo es el tratamiento inmunomodulador. La primera es esencial para prevenir complicaciones que puedan ocurrir por la inmovilización como trombosis o infecciones. Aproximadamente un tercio de los pacientes que presentan SGB requieren asistencia ventilatoria (Lehman, 2009). Mientras que el tratamiento inmunomodulador consiste principalmente en la modulación inmune activa con Ivlg o el intercambio de plasma. La Ivlg se administra generalmente en dosis de 0.4 g./ kg durante 5 días (Kuitwaard, 2009 en Winer,2013).

A pesar de la gravedad, el GBS presenta un buen pronóstico en el 95% de los casos, recuperándose completamente en semanas o meses, sólo del 2 al 5% evolucionan a muerte pero sin perspectivas de recuperación después de dos años de evolución (Hoffmann, et al, 2020). Durante el periodo de recuperación se necesita de un control meticuloso y cuidados de apoyo, ya que la respuesta inmune decae y el nervio periférico se somete a un proceso de reparación endógeno (Willison, et al, 2016).

VI. MATERIAL Y MÉTODO

Para el presente estudio se acudió a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS, en la Ciudad de México, se realizó la intervención en el área hospitalaria en donde los pacientes ya estaban previamente diagnosticados con algún tipo de discapacidad por lesión medular, y su estancia dependía del proceso tanto médico como de rehabilitación en cada caso. A todos los pacientes se les realizó una entrevista directa en el caso de los adultos y complementaria en los pacientes menores de edad, quienes estuvieron acompañados de sus padres (estos últimos, permitieron responder a los hijos y solo complementaban la información sobre cómo y quién realizaba su higiene bucal), se otorgó a cada paciente un consentimiento informado acerca del proceso a realizar. De esta forma se conoció el cómo, cuándo y el quién realiza la higiene bucal en cada uno de los pacientes, así como las dificultades al respecto a partir de su discapacidad. Una vez firmado el consentimiento informado se procedió a la revisión bucal armada con la ayuda de un espejo y pinzas de curación desechables. Se reveló la biopelícula bucal en primera instancia con el Qscan plus® (facilitado por Ideas Dentales) y posteriormente se realizó la tinción de la biopelícula con tabletas reveladoras de la marca Viarden®. Los índices de biopelícula se basaron en la propuesta por O'Leary. Se continuó con la instrucción al paciente y/o familiar de una nueva técnica de cepillado dental adaptándola de acuerdo con sus necesidades. Una vez finalizada la inspección, se obsequió a cada paciente: un cepillo de cerdas ultrafinas Detox® de la marca Oral B®, dentífrico Oral-B® Pro-Salud Advanced (donados por Procter & Gamble, P&G), y pastillas reveladoras para que continuaran ellos

mismos con el control de biopelícula si les era posible, a demás de dejar con ellos el kit 1x4 desechable. No se les comentó a los pacientes que se regresaría a una nueva valoración.

Se trabajó con 28 pacientes iniciales, a quienes se les realizó dos o tres visitas posteriores; esto dependía si al paciente se le dejaba un cepillo eléctrico en la segunda visita de control de biopelícula. A los pacientes se les realizó la exploración bucal directa en su cama de hospital para respetar las condiciones en las que se encontraba cada uno, por lo que las posiciones del examinador se adecuaron a la situación física de los mismos. Con cada paciente se usó un kit desechable (1x4, con campo), se emplearon el espejo y las pinzas de curación para hacer más accesible la observación; así como pasta dental y un cepillo manual.

La higiene bucal se evaluó por medio del índice de la biopelícula de O'Leary, primero con el Qscan Plus®, este dispositivo se sobrepuso en la boca de los pacientes y por medio de la pantalla se observaron las caras que tenían una fluorescencia rojiza, después se les dio la una tableta reveladora a cada paciente, pidiendo que la pasaran por todos los dientes con ayuda de su lengua y que si era necesario podían masticar la tableta y pasarla así por toda la cavidad bucal, las caras pigmentadas con cada método de revelación de biopelícula se anotaron en el odontograma correspondiente a cada paciente. Una vez terminada la valoración, los pacientes y /o su familiar fueron orientados sobre la técnica de cepillado dental (se explicó y supervisó la técnica a cada paciente, para modificarla en caso de ser necesario y aclarar dudas para su correcta ejecución). La nueva técnica se llevo a cabo con el cepillo dental de cerdas

ultrafinas Detox® de la marca Oral B® y el dentífrico Oral-B® Pro-Salud Advanced que se le obsequió a cada uno. En todo momento, tanto a los pacientes como a sus familiares se les mostró la técnica de cepillado más conveniente que pudieran realizar de acuerdo con sus habilidades motrices, se les indico que la pasta dental necesaria que debían de colocar en el cepillo es una tercera parte de las cerdas del mismo, nos apoyamos de un espejo facial, para que los pacientes pudieran observar los efectos del cepillado en imagen y al no existir dudas se daba por terminada la sesión, sin mencionarles que se tendría seguimiento de acuerdo con el objetivo de este estudio.

Dos semanas después de la primera sesión de revisión y evaluación, se presenta el equipo de trabajo para re-evaluar la cantidad de biopelícula tanto con el Qscan plus® y con tabletas reveladoras; se reviso si había mejoría en su salud bucal con el constante monitoreo de su higiene por medio de las tabletas reveladoras, además de cuestionar y profundizar sobre su experiencia con la nueva técnica de cepillado empleada y con el cepillo, así como los beneficios y las dificultades que presentaron a lo largo de los 15 días de su uso. Posteriormente a los pacientes que se observó que presentaban mayor dificultad para realizar un cepillado adecuado con un cepillo convencional se les proporcionó un cepillo eléctrico con cabezal Oral-B® Floss Action (donados por Procter & Gamble, P&G), por las características del mango se eligió entre el de la serie 1000 o 5000, (el que se adaptara mejor a las condiciones físicas del paciente). Se les dieron las indicaciones para su correcto uso y se les pidió que no usaran el cepillo manual, sino exclusivamente el eléctrico. Se les indicó a los pacientes colocar una pequeña cantidad de dentífrico a lo largo del cabezal, y no encender el

cepillo hasta que se haya posicionado el cabezal dentro de la boca, limpiando los cuatro cuadrantes siguiendo un orden sistemático de atrás hacia delante, hasta alcanzar la línea media. A este último grupo de pacientes, se les realizó la tercera visita dos semanas después, en donde se les efectuó una tercera revaloración del índice de biopelícula tanto con el Qscan plus®, así como con tabletas reveladoras, además de indagar sobre la experiencia de los beneficios y dificultades que se les presentaron con el uso del cepillo eléctrico.

La información acerca de las condiciones que llevaron a cada paciente a su condición actual, se obtuvo por medio de las entrevistas con ellos y sus familiares, así como el desarrollo de su discapacidad y las limitaciones y dificultades con las que llevan a cabo su vida diaria.

El análisis de los resultados se realizó por medio de una prueba de t de Student para datos pareados seguida de una prueba Shapiro-Wilk, por medio del programa estadístico Sigma Plot versión 14.5, para obtener la diferencia significativa entre los resultados de ambos reveladores.

VII. RESULTADOS

Se revisaron en primera instancia 28 pacientes previamente diagnosticados con diferentes tipos de lesiones medulares (ver Tabla 5), los cuales dividimos en sus tres principales causas de acuerdo con el INEGI (2014): lesiones medulares traumáticas, 16 pacientes (57%), no traumáticas, 7 pacientes (25%) y 5 pacientes (18%) con Síndrome de Guillan-Barré (ver Gráfica 5).

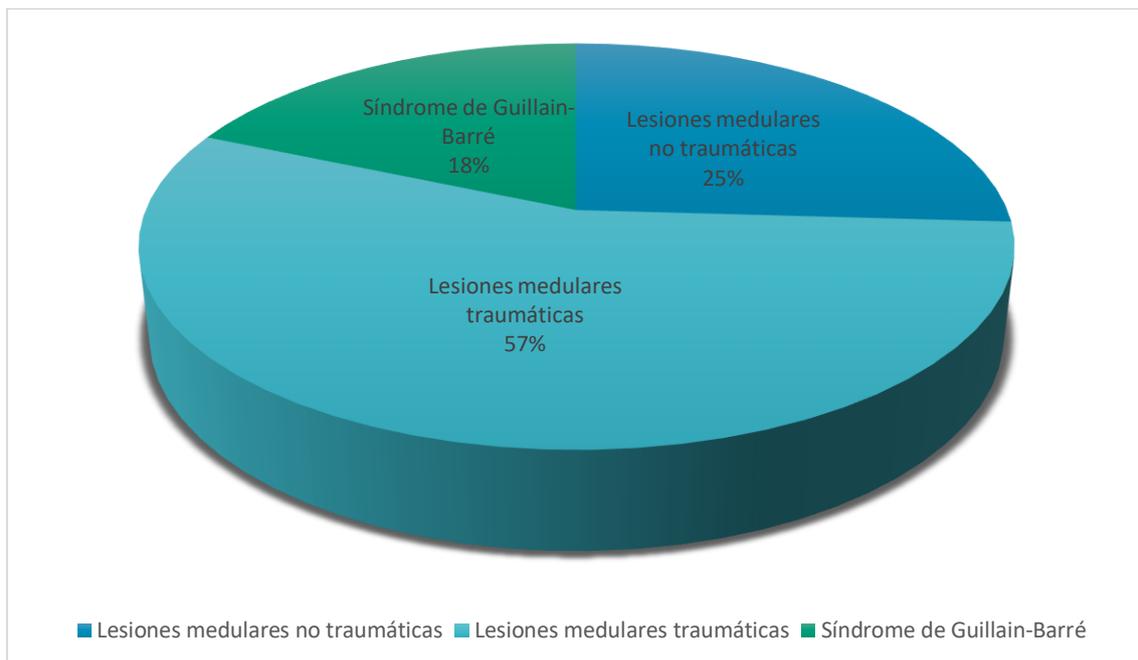
Tabla 5: Recopilación de datos de pacientes y características generales de los tipos de Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

Paciente	Edad	Género	Diagnóstico
1	62	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética, tetraplejia incompleta secundario a lesión medular no traumática , que condiciona limitación severa para actividades de la vida diaria e autocuidado, transferencia y movilidad con restricción severa para la marcha.
2	36	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética, paraplejia completa secundario a lesión medular traumática , que condiciona limitación moderada para actividades de la vida diaria e autocuidado, transferencia y movilidad con restricción severa para la marcha.
3	53	Femenino	Deficiencia neuromuscular severa, tetraparesia flácida secundaria a Síndrome de Guillain-Barré tipo motora axonal.
4	23	Femenino	Deficiencia neuromusculoesquelética, paraplejia incopleta secundaria a lesión medular traumática , síndrome de cauda equina, dolor neuropático infralesional.

5	15	Femenino	Deficiencia neuromusculoesquelética, tetraplejia incompleta secundario a lesión medular no traumática , secundario a mielitis transversa.
6	21	Masculino	Tetraplejia incompleta secundario a lesión medular traumática , en fase de automatismo medular.
7	65	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética grave, tetraplejia completa secundario a lesión medular traumática .
8	31	Femenino	Tetraplejia incompleta secundario a lesión medular no traumática , en fase de automatismo medular.
9	28	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética de tipo monoparesia de extremidad superior derecha, secundario a secuelas de traumatismo craneoencefálico severo , que condiciona limitaciones severas para la marcha.
10	32	Masculino	Paraplejia secundaria a lesión medular completa por traumatismo craneoencefálico leve .
11	23	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética, tetraplejia completa secundaria a lesión medular traumática , restricción severa para actividades sociales y laborales.
12	60	Femenino	Deficiencia neuromusculoesquelética severa, paraplejia completa, shock medular, secundario a lesión medular traumática
13	46	Femenino	Paraplejia secundaria a lesión medular completa traumática , shock medular, fractura distal de clavícula izquierda.
14	56	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética, paraplejia incompleta, secundaria a síndrome de cauda equina .
15	19	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética, tetraplejia completa secundaria a lesión medular traumática , en fase de automatismo medular.
16	13	Femenino	Deficiencia neuromusculoesquelética severa, paraparesia flácida, secundaria a Síndrome de

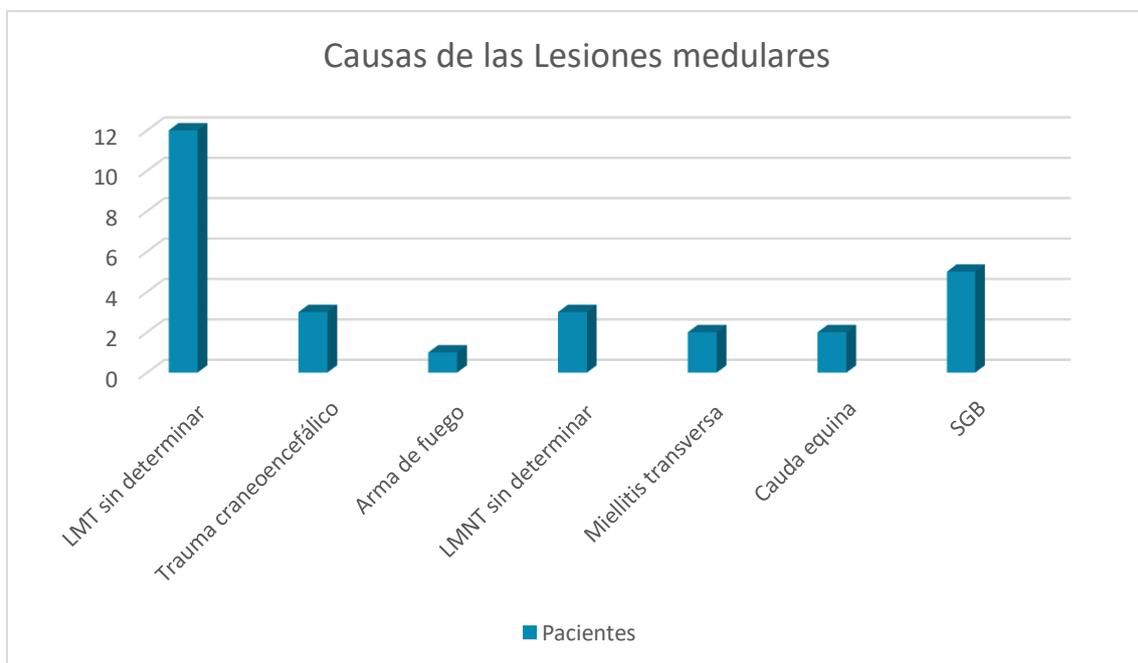
			Guillain-Barré , condiciona limitación severa para todas sus actividades de la vida diaria y restricción severa para su participación social y laboral.
17	16	Masculino	Paraplejía secundaria a lesión medular completa traumática , por lesión de arma de fuego en fase de automatismo medular.
18	21	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética moderada, secundaria a síndrome de cauda equina , que condiciona limitación moderada para la marcha, actividades básicas de la vida diaria, recreaciones laborales y restringe participación social.
19	27	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética, tetraplejía incompleta por lesión medular no traumática, secundario a neuromielitis óptica , con limitaciones leves para la marcha, actividades para la vida humana en traslado, vestido e higiene.
20	57	Femenino	Tetraparesia flácida secundaria a Síndrome de Guillain-Barré .
21	52	Femenino	Tetraparesia flácida secundaria a Síndrome de Guillain-Barré .
22	30	Masculino	Paraplejía incompleta secundaria a lesión medular traumática .
23	17	Masculino	Deficiencia neuromuscular moderada, tetraparesia flácida secundaria a Síndrome de Guillain-Barré , que condiciona limitación moderada para actividades de la vida diaria, recreacionales y parcial para la participación social.
24	72	Femenino	Deficiencia neuromusculoesquelética tetrapléjica incompleta, hipertensión arterial sistémica, hipotiroidismo.
25	20	Masculino	Paraplejía completa secundaria a lesión medular traumática , en fase de choque medular, por fractura,

			quemaduras de 2do grado por corriente eléctrica en el 12% de superficie corporal.
26	28	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética paraplejía secundaria a lesión medular traumática incompleta , en fase de automatismo reflejo.
27	29	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética paraplejía secundaria a lesión medular traumática en fase de automatismo reflejo.
28	14	Masculino	Deficiencia neuromusculoesquelética paraplejía compleja, secundaria a traumáticos craneoencefálicos , sin control de esfínteres, limitación total para actividades de la vida diaria, recreacionales y parcial para la participación social.



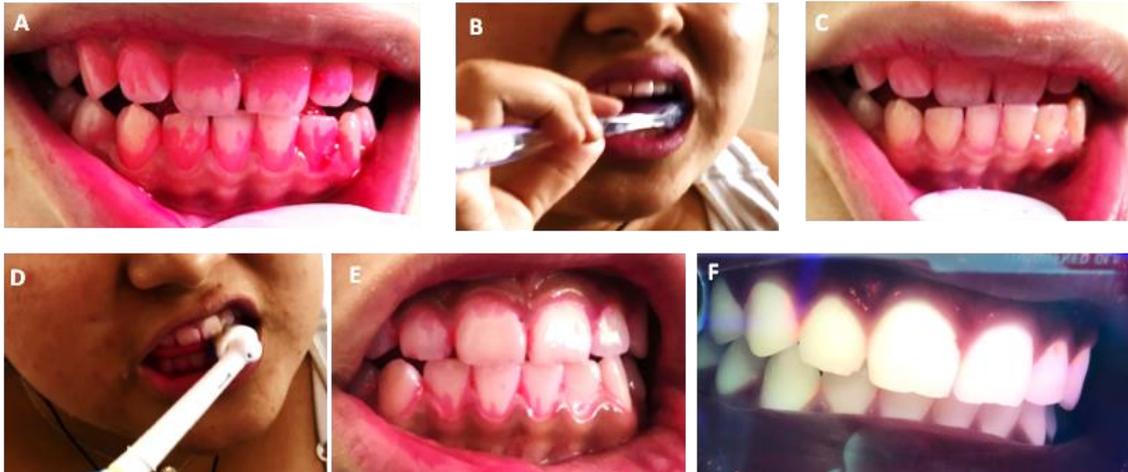
Gráfica 5. Porcentaje de los tipos Lesiones Medulares de acuerdo con el INEGI (2014), de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS

Dentro de las lesiones medulares traumáticas, 3 de los pacientes habían sufrido trauma de tipo craneoencefálico, uno por arma de fuego y los 12 restantes no se tenía nota medica de la causa del traumatismo. En los pacientes con lesiones medulares no traumáticas, 3 de ellos no se había podido determinar medicamente su causa, 2 fueron causados por mielitis transversa y 2 más por síndrome de cauda equina (ver Gráfica 6).



Gráfica 6. Diferentes causas de las Lesiones Medulares en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS

A acerca de las limitaciones presentes en cada paciente, se pudo observar que tres de los pacientes con SGB eran los que más limitación y daño progresivo al movimiento presentaban, necesitaban ayuda para realizar su higiene en general, dos de estos tres pacientes lograron cierta independendencia al cepillado cuando se les otorgó el cepillo eléctrico (ver Fotografía 1 y 2).

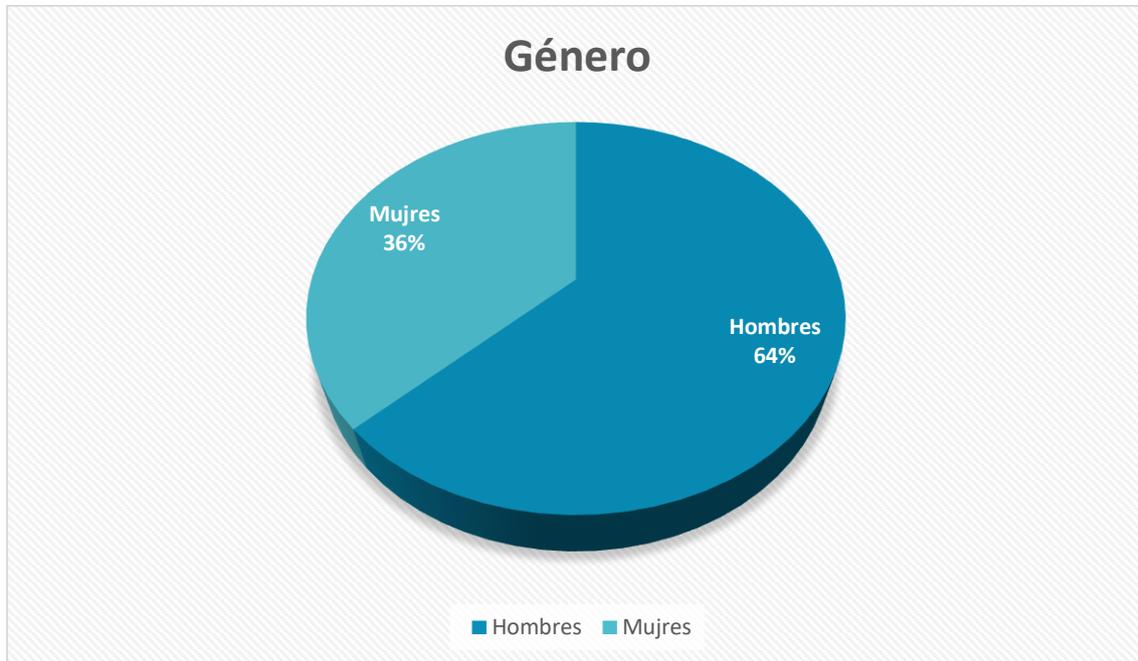


Fotografía 1. Paciente dependiente, diagnosticada con SGB. (A) Biopelícula en la primera sesión, (B) paciente usando el cepillo manual, la técnica y el cepillado se modificaron, (C) se revalora la cantidad de biopelícula a los 15 días, (D) inicia con el uso de cepillo eléctrico, (E) a los 15 días, se revalora la biopelícula con tabletas Viarden® (F) y con fluorescencia inducida por luz Qscan plus®.



Fotografía 2. Paciente masculino de 17 años, diagnosticado con SGB, (A,B) uso de cepillo eléctrico Oral-B® Floss Action, (C) comparación de índice de biopelícula con Qscan plus® y (D) la tableta reveladora Viardent® en la tercera visita.

Se entrevistaron 18 pacientes del sexo masculino (64%) y 10 pacientes (36%) del sexo femenino (ver Gráfica 7), en un rango de edad de entre los 13 a los 72 años (ver Tabla 5).



Gráfica 7. Porcentaje del género de pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS

En cuanto al cepillado dental previo, 28 pacientes (100%), refieren realizar el cepillado dental con algún tipo de pasta dental de dos a tres veces al día, 20 pacientes (71%) realizan esta actividad de manera autosuficiente, de los cuales 2 utilizaban una férula diseñada como aditamento en el brazo para poder realizar el cepillado de manera independiente (ver Fotografía 3); mientras que 5 pacientes (18%) dependen completamente de un tercero para cepillarse y 3 pacientes (11%) realizan el cepillado de ambas maneras (ver Gráfica 8 y Tabla 6).



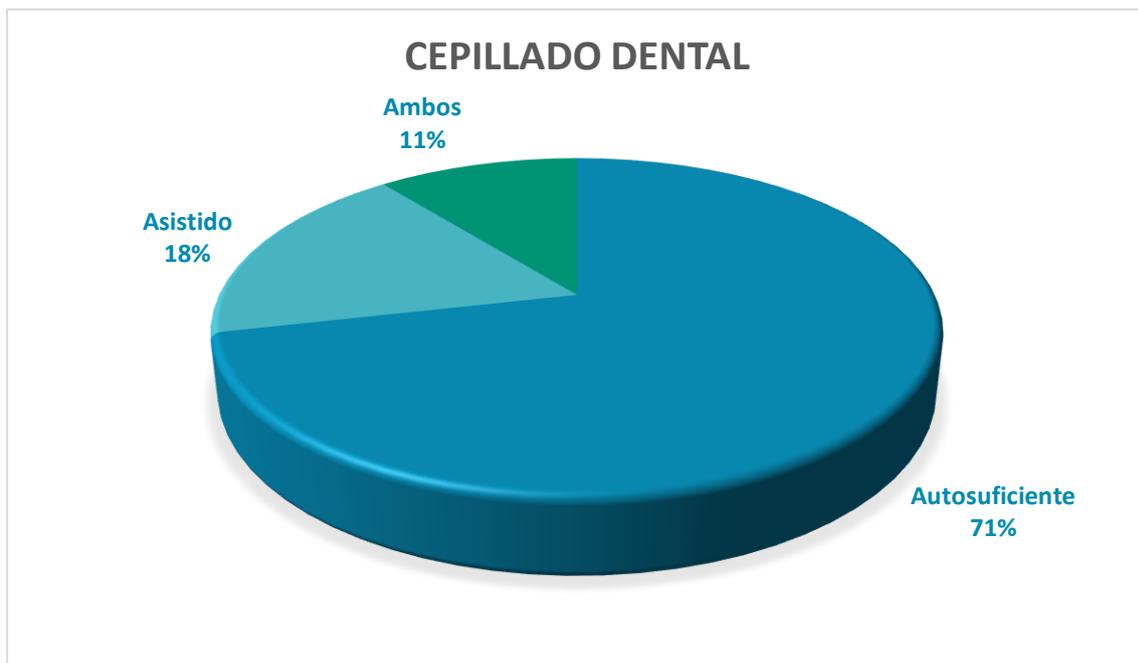
Fotografía 3. Aditamento en forma de ferula para el apoyo de cepillo manual.

Tabla 6: Recolección de datos de la higiene bucal en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

Paciente	Cepillado veces/día	Cepillado	Cepillo	Auxiliares
1	1	Autosuficiente	Suave	Pasta dental
2	1	Asistido	Suave	Pasta dental
3	2	Autosuficiente	No sabe	Pasta dental/ enjuague bucal
4	3	Autosuficiente	Combinado	Pasta dental/ enjuague bucal
5	3	Autosuficiente	Suave	Pasta dental/ enjuague bucal, Hilo dental
6	2	Autosuficiente / Asistido	No sabe	Pasta dental/ enjuague bucal

7	2	Asistido	Combinado	Pasta dental
8	3	Autosuficiente / Asistido	Suave	Pasta dental/ enjuague bucal
9	1	Asistido	Combinado	Pasta dental
10	2	Autosuficiente	Duro	Pasta dental/ enjuague bucal
11	2	Autosuficiente	Suave	Pasta dental
12	1	Autosuficiente	Duro	Pasta dental
13	1	Autosuficiente / Asistido	Combinado	Pasta dental
14	2	Autosuficiente	Duro	Pasta dental
15	2	Autosuficiente / Asistido	Suave	Pasta dental
16	3	Autosuficiente	No sabe	Pasta dental/ enjuague bucal
17	2	Asistido	Suave	Pasta dental/ enjuague bucal
18	2	Autosuficiente	Duro	Pasta dental/ enjuague bucal
19	1	Autosuficiente	No sabe	Pasta dental
20	2	Autosuficiente	No sabe	Pasta dental
21	2	Autosuficiente	Combinado	Pasta dental
22	1	Autosuficiente	Suave	Pasta dental

23	3	Autosuficiente	Duro	Pasta dental/ enjuague bucal
24	1	Autosuficiente	Suave	Pasta dental
25	2	Autosuficiente	Duro	Pasta dental
26	1	Autosuficiente	Suave	Pasta dental
27	2	Autosuficiente	Suave	Pasta dental
28	3	Asistido	Combinado	Pasta dental



Gráfica 8. Cepillado dental en los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

Nueve pacientes (32%) se cepillan una sola vez al día, 13 pacientes (47%) dos veces al día y 6 pacientes (21%) realizan el cepillado 3 veces al día, ya sea asistido o de forma independiente (ver Gráfica 9 y Tabla 6).



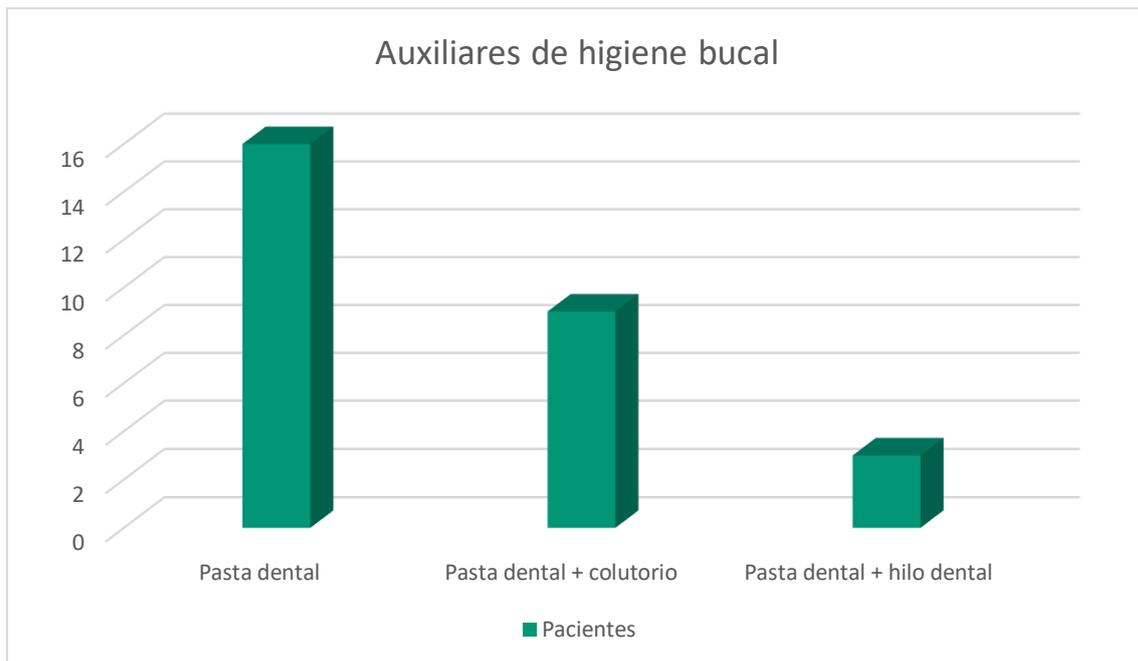
Gráfica 9. Cepillado por día en los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

El tipo de cepillo que más se utilizaba entre los pacientes es el de cerdas suaves, 11 pacientes (39%), 6 pacientes (21%) utilizaban cerdas duras, 6 usaban cerdas combinadas (21%) y 5 pacientes (19%) no sabían que tipo de cepillo utilizaban (ver Gráfica 10 y Tabla 6).



Gráfica 10. Tipo de cepillo dental empleado por los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

Por último, se determinó que 9 pacientes además de la pasta dental como auxiliar al cepillado estaban utilizando algún tipo de enjuague bucal (32%) y 3 pacientes utilizaban el hilo dental (11%), mientras que 16 pacientes (57%) no utilizaban ningún otro tipo de aditamento adicional al cepillado dental con pasta dental (ver Grafica 11).

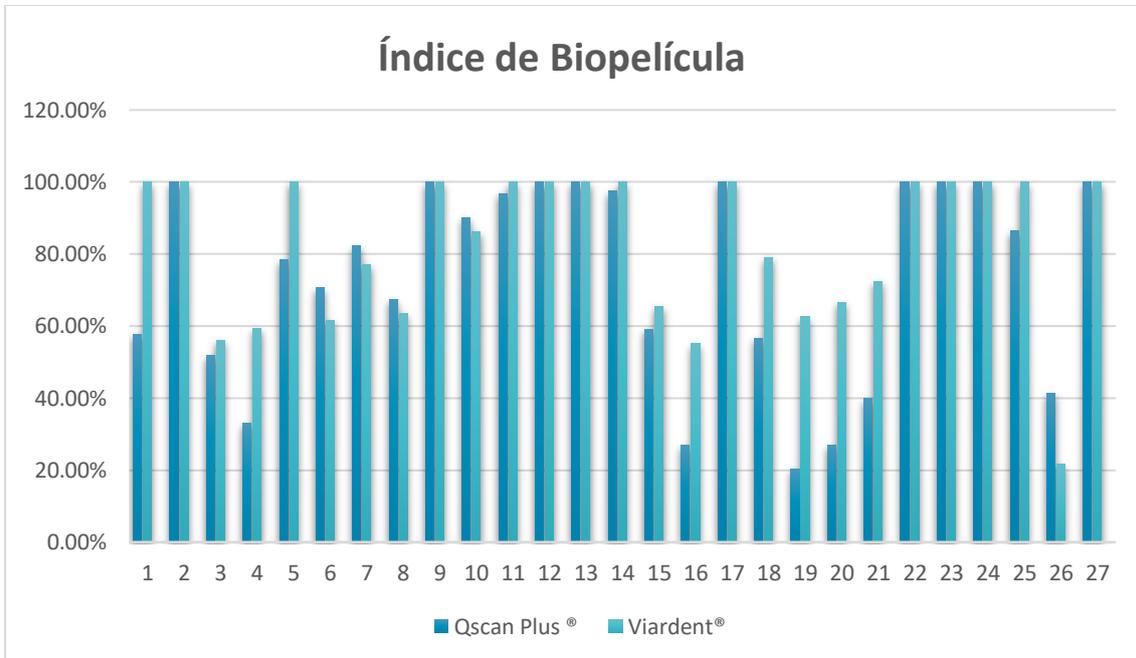


Gráfica 11. Auxiliares de higiene bucal en los pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

En general, los pacientes cumplían una higiene bucal que se caracterizaba por el uso del cepillo y pasta dental, independiente a que la realizarán de manera adecuada o no, con o sin auxiliares adicionales y al tipo de cepillo empleado para realizar el cepillado dental (ver Tabla 6).

El control de biopelícula se realizó en dos y tres sesiones diferentes basado en el índice de O'Leary. El primer control se hizo previo a la técnica de cepillado y

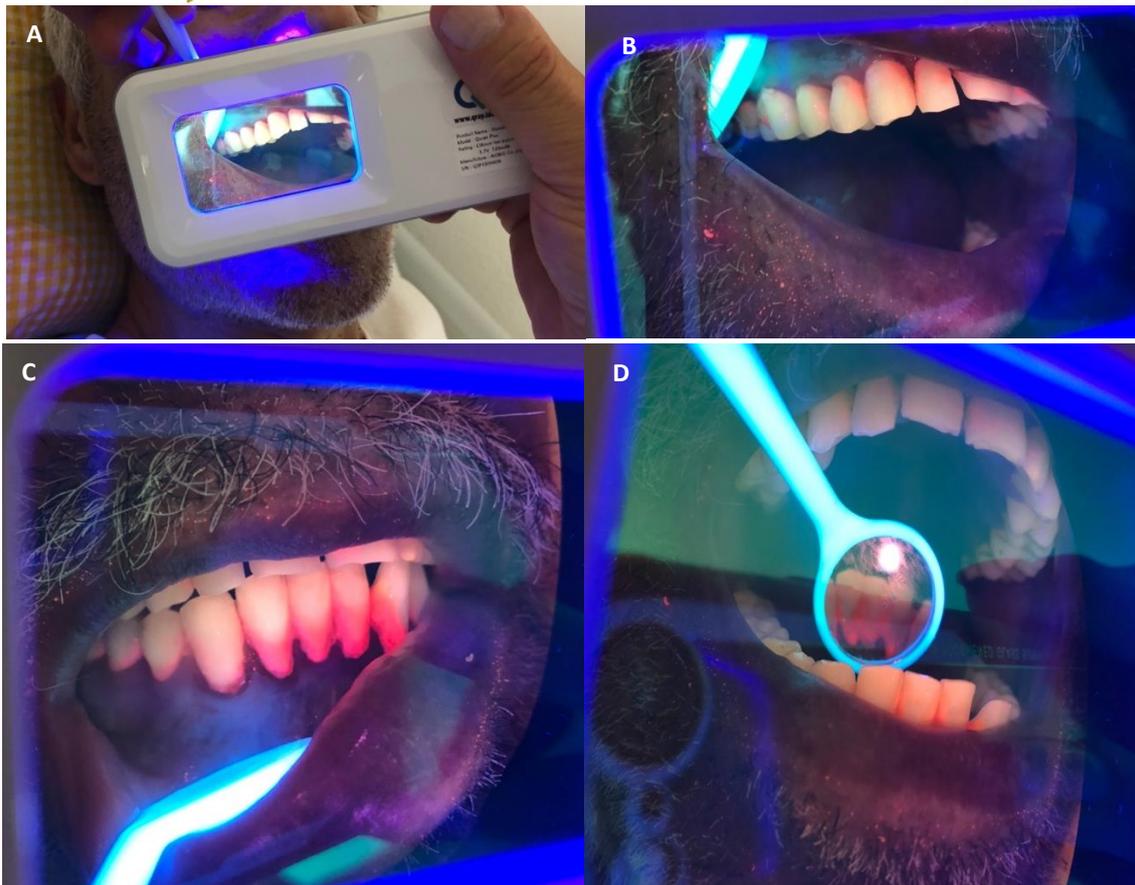
al cambio de cepillo dental la cual arrojó los siguientes resultados: (ver Gráfica 12 y Fotografía 4 y 5).



Gráfica 12. Índice de biopelícula en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.



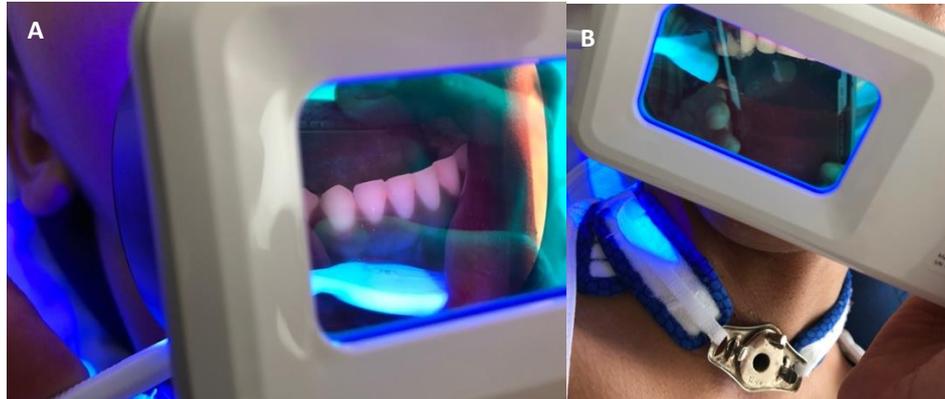
Fotografía 4. (A, B). Paciente femenino de 15 años con diagnóstico de mielitis transversa en la primera visita, con el revelador de biopelícula Viardent®, antes y después del cepillado con técnica modificada.



Fotografía 5. Paciente masculino de 65 años con diagnóstico de tetraplejía por lesión medular traumática, (A,B,C y D), se le realizó control de biopelícula con el Qscan plus® en la primera visita

El índice de biopelícula no se pudo comprar en el paciente número 28, debido a las condiciones físicas y al estado de postración en la que se encontraba, tenía traqueotomía e inmovilidad total, no podía levante para escupir, ni deglutir correctamente, esto hizo que se descartara el uso de la pastilla reveladora Viardent®, por lo que únicamente se realizó el control de biopelícula con el Qscan plus® en dos ocasiones (ver Fotografía 6). En la primera visita se obtuvo un índice de biopelícula del 74.21%. El cepillado asistido era realizado diario 3 veces al día por sus padres con un cepillado manual suave que se complicaba por la deglución del paciente. En esta visita se dejó el cepillo eléctrico y no el manual por que se observó el grado de dificultad presente para llevar a cabo la

higiene oral. En la segunda visita se obtuvo un índice de biopelícula del 7.81%, además de que el paciente ya podía por si mismo tomar el cepillo dental eléctrico, (ver Fotografía 7), lo que a su vez contribuyo con su desarrollo motriz.



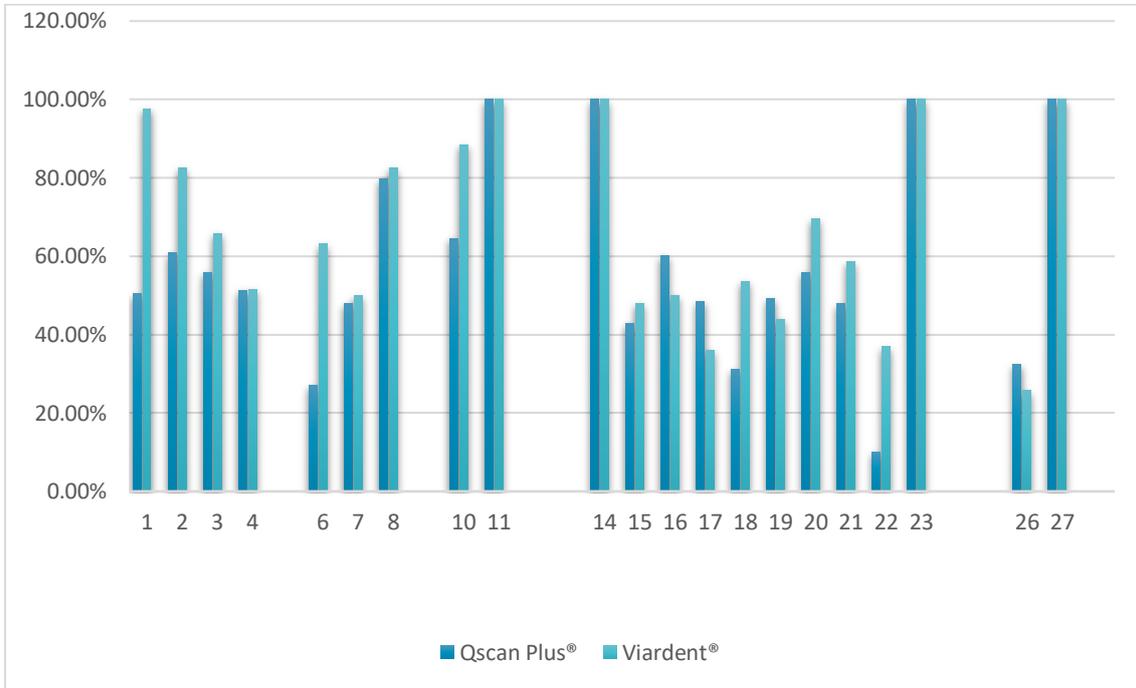
Fotografía 6. (A,B). Paciente masculino de 14 años de edad con trauma craneoencefálico severo y paraplejia completa evaluado solo con Qscan plus®.



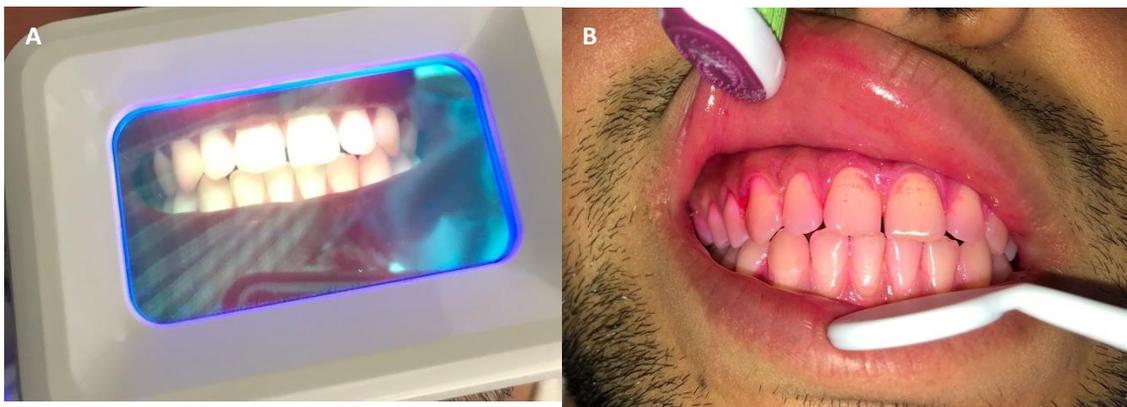
Fotografía 7. Paciente masculino de 14 años de edad con trauma craneoencefálico severo y paraplejia, realiza cepillado dental por si mismo con cepillo eléctrico.

En la segunda visita dos semanas después, 6 pacientes iniciales fueron dados de alta del servicio de rehabilitación hospitalario, por lo que se reevaluó el índice de biopelícula en solo 21 pacientes (ver Gráfica 13 y Fotografía 8 y 9). A los pacientes que observamos que tenían una mayor dificultad para llevar a cabo la

correcta técnica de cepillado instruida anteriormente, se les dejo un cepillo eléctrico para su uso dos semanas más.



Gráfica 13. Índice de biopelícula, revaloración a las dos semanas en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

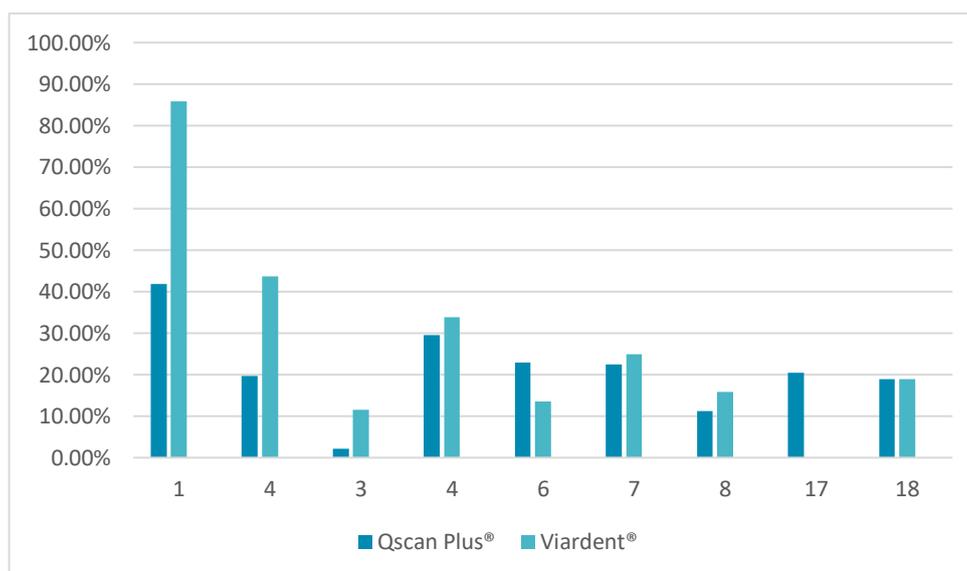


Fotografía 8. Paciente masculino de 16 años, (A,B), comparación del Qscan plus® y la tableta reveladora Viardent®, después del uso del cepillo manual ultrafino Detox® durante dos semanas.



Fotografía 9. Paciente masculino de 65 años con diagnóstico de tetraplejía por lesión medular traumática, (A,B), se le realizó control de biopelícula con el Qscan plus® en la segunda visita en comparación con la tableta reveladora Viardent®, después de usar dos semanas el cepillo dental ultrafino Detox®.

En la tercera visita, nuevamente a las dos semanas, se evaluó el índice de biopelícula a 9 pacientes a quienes se les entregó un cepillo eléctrico en la segunda visita de acuerdo con la dificultad para llevar a cabo el cepillado dental correctamente con un cepillo manual (ver Gráfica 14, Fotografía 10 y 11).



Gráfica 14. Índice de biopelícula con uso de cepillo eléctrico en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.



Fotografía 10. Paciente femenino de 15 años con diagnóstico de mielitis transversa, evaluación despues de dos semanas de uso de cepillo electrico Oral-B® Floss Action, (A),comparacion con el Qscan plus® y la tableta reveladora Viardent® (B,C y D).



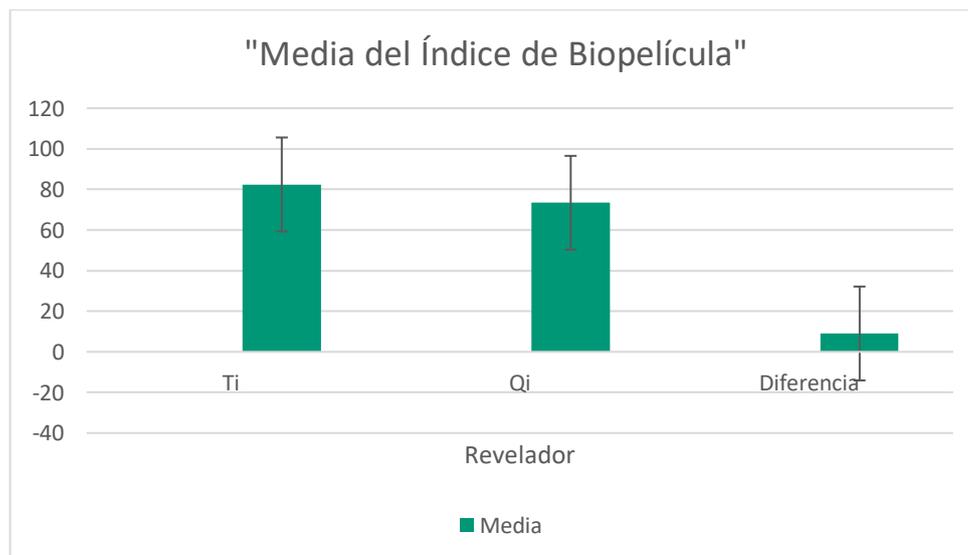
Fotografía 11. Paciente masculino de 65 años con diagnóstico de tetrapleja por lesión medular traumática, (A) se le realizó control de biopelícula con el Qscan plus® en la tercera visita en comparación con la tableta reveladora Viardent®,(B), después del uso del cepillo eléctrico Oral-B® Floss Action.

VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados estadísticos se obtuvieron por medio de una prueba de t de Student para datos pareados seguida de una prueba Shapiro-Wilk. La media del índice de biopelícula bucal en la sesión inicial con el Qscan Plus® fue de 73.423, mientras que con la pastilla reveladora de Viardent® del 82.463, marcando una media de diferencia de 9.040 entre ambos reveladores, con un valor de $p= 0.009$, lo que nos señala una diferencia significativa y rechaza H_0 (ver Tabla 7, Gráfica 15).

Tabla 7: Diferencia del índice de biopelícula obtenido con los reveladores Qscan plus® y la tableta reveladora Viardent® en la visita inicial.

Revelador	N. de Pacientes	Media	SEM
Ti	27	82.463	± 4.113
Qi	27	73.423	± 5.368
Diferencia	27	9.040	± 3.216

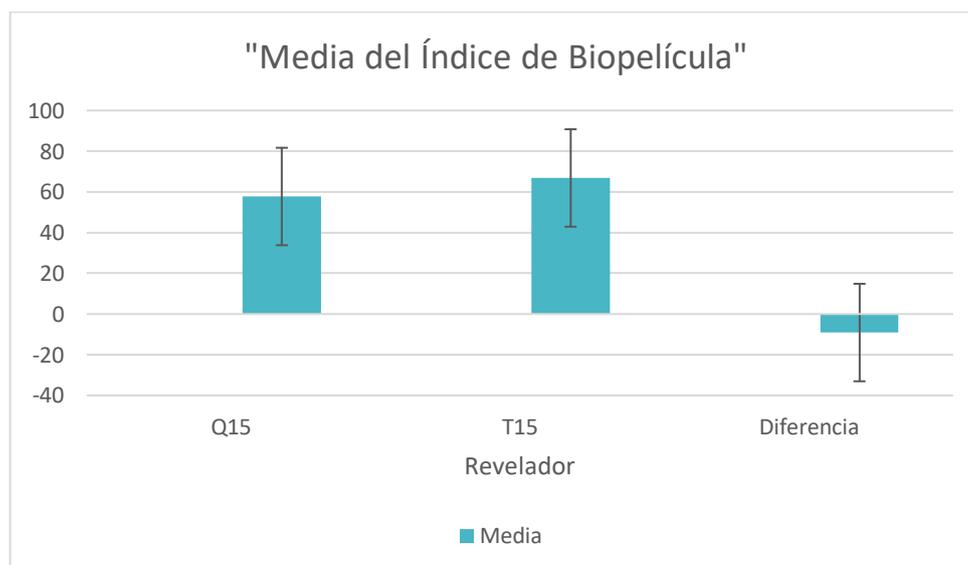


Gráfica 15. Media del Índice de biopelícula en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

La media obtenida en la revaloración a los 15 días en el índice de biopelícula bucal con el Qscan Plus® fue de 57.745 y con la tableta reveladora de Viardent® del 66.845, marcado una diferencia de -9.100 entre ambos reveladores, con un valor de $p= 0.014$, lo que nos señala una diferencia significativa (ver Tabla 8, Gráfica 16). La media de la tableta reveladora excede la media del Qsach Plus, superior a lo que se esperaba, por lo que se rechaza nuestra hipótesis alterna (H_1).

Tabla 8: Diferencia del índice de biopelícula obtenido con los reveladores Qscan plus® y la tableta reveladora Viardent® en la visita a las dos semanas.

Revelador	N. de Pacientes	Media	SEM
Q15	21	57.745	± 5.519
T15	21	66.845	± 5.297
Diferencia	21	-9.100	± 3.399

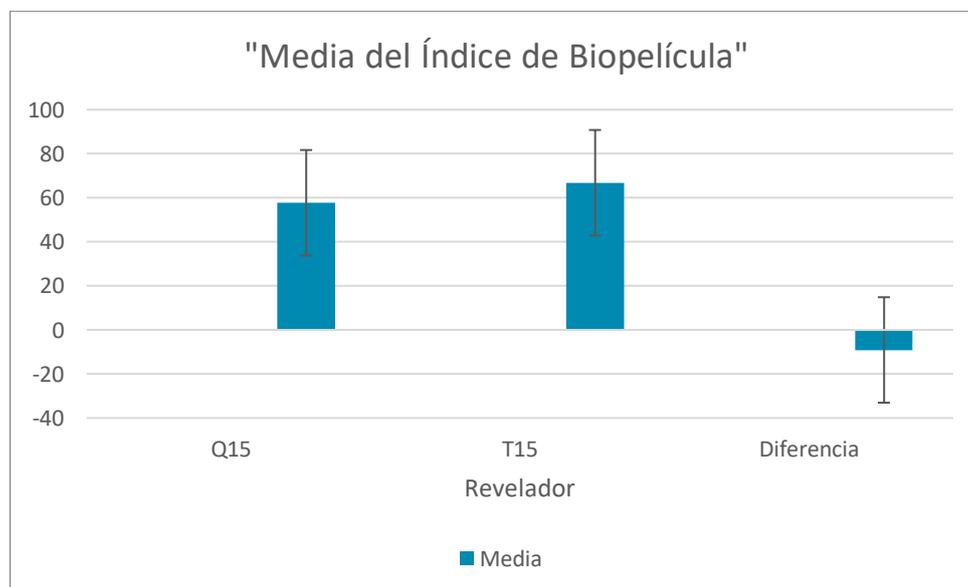


Gráfica 16. Media del Índice de biopelícula en revaloración en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

La media obtenida en la revaloración del índice de biopelícula bucal en los pacientes que utilizaron dos semanas el cepillo eléctrico con el Qscan Plus® fue de 21.032 y con la tableta reveladora de Viardent® del 31.107, marcado una diferencia de -10.074 entre ambos reveladores con un valor de $p= 0.089$, lo que nos señala que no es una muestra significativa (ver Tabla 9 y Gráfica 17).). La media de la tableta reveladora excede la media del Qsacn Plus, superior a lo que se esperaba, por lo que se rechaza nuestra hipótesis alterna (H_1).

Tabla 9: Diferencia del índice de biopelícula obtenido con los reveladores Qscan plus® y la tableta reveladora Viardent® en la visita final.

Revelador	N. de Pacientes	Media	SEM
Qf	9	21.032	± 3.674
Tf	9	31.107	± 7.700
Diferencia	9	-10.074	±5.196



Gráfica 17. Media del Índice de biopelícula, revaloración con cepillo eléctrico en pacientes con Lesiones Medulares de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del IMSS.

IX. DISCUSIÓN

Las afecciones dentales constituyen un problema de salud que afecta a toda la población discapacitada, ya que los pacientes que las presentan generalmente tienen una higiene bucal deficiente, con índices de biopelícula elevados. Pérez y Limeres (2012) establecen que los niveles altos de biopelícula en estos pacientes son potenciados por una dieta blanda rica en hidratos de carbono y azúcares refinados, además de que otros trastornos del ámbito estomatológico como son los patrones eruptivos irregulares, las maloclusiones dentarias, las parafunciones orales como el bruxismo o la incontinencia salival, que se presentan con mayor frecuencia en pacientes con determinadas discapacidades físicas.

Según la Organización Mundial de la Salud (2011), más de mil millones de personas en todo el mundo padecen de algún tipo de discapacidad, de ellas, casi 200 millones experimentan dificultades para su funcionamiento. Tal situación indica que la prevalencia de la discapacidad va en aumento, por lo que el tema de la discapacidad poco a poco va cobrando fuerza a nivel mundial, por la lucha para que se reconozcan los derechos de esta población y su reconocimiento e importancia como tal.

En México se han realizado esfuerzos por incluir a las personas que viven con algún tipo de discapacidad, por ejemplo, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), actualmente cuenta con tres Unidades de Medicina Física y Rehabilitación de tercer nivel en la ciudad de México y una en Monterrey, 14 servicios de rehabilitación en Unidades Médicas de Alta Especialidad y 101 servicios en hospitales de zona. La Unidad de Medicina Física y Rehabilitación

Centro, es la única en el país que cuenta con camas de hospitalización que permite la atención integral de pacientes con lesiones medulares y secuelas de enfermedades vasculares cerebrales, además de la atención a pacientes con diversas secuelas por accidentes y enfermedades como paraplejas, cuadraplejas, infartos cerebrales, derrames cerebrales, entre otras. De acuerdo con el sitio web oficial del IMSS, en este hospital se brindan alrededor de dos mil terapias a pacientes cada mes, convirtiéndolo en el hospital de rehabilitación más importante del país (imss.gob.mx). Por estas razones se decidió llevar a cabo nuestro estudio en este hospital para poder obtener una muestra mayor de pacientes.

Otro proyecto de inclusión de pacientes con discapacidades que se lleva a cabo en este mismo hospital es el que parte desde la perspectiva de la Clasificación Internacional del Funcionamiento y Discapacidad (OMS, 1999), la cual identifica a las personas que presentan discapacidades a partir de sus enfermedades o deficiencias, hasta la identificación por medio de la ausencia o presencia de dificultades para realizar tareas consideradas como básicas en la vida diaria. En este estudio todos los pacientes ya estaban previamente diagnosticados bajo este rubro de la OMS, lo que permitió identificar la causa y el nivel de discapacidad que presentaban cada uno de ellos.

La principal causa de discapacidad que encontramos en este estudio fueron las lesiones medulares traumáticas, la OMS (2013), refiere que es la principal causa de lesiones medulares a nivel mundial con acciones prevenibles como accidentes de tránsito, caídas o actos de violencia. En este caso 16 de los 28 pacientes entrevistados sufrieron de trauma por caídas, accidentes en general,

accidentes automovilísticos y trauma por violencia, lo que concuerda con lo mencionado por la OMS (2013). Por otro lado, en México en la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (2014) se menciona que las lesiones no traumáticas son la principal causa de las discapacidades, lo que difiere con los datos que obtuvimos, ya que fueron 12 pacientes dentro de esta categoría, 7 de lesiones no traumáticas (25%) y 5 de Síndrome de Guillain-Barré (18%). La OMS (2013), también menciona que hasta un 90% de los casos de lesiones medulares son de origen traumático, aunque como se comprobó en este estudio, la proporción de lesiones medulares de origen no traumático va en aumento, por lo que debemos de estar preparados para el manejo de las diferentes enfermedades y al mismo tiempo sostener la calidad de vida en funcionalidad y hábitos del cuidado personal, incluyendo un estado de salud bucal óptimo.

Las lesiones medulares traumáticas a nivel mundial de acuerdo con datos de la OMS (2013) tienen mayor prevalencia en los hombres adultos jóvenes de 20 a 29 años y ancianos de más de 70 años, en cambio en las mujeres el mayor riesgo de padecer una lesión medular traumática es en la adolescencia entre los 15 a 19 años y a partir de los 60 años de edad, lo que muestra una relación hombres: mujeres 2:1. En este estudio de los 16 pacientes con lesiones por trauma, 13 eran hombres entre los 16 y 36 años de edad, y 3 mujeres de 23 a 60 años de edad. Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Shank, B.C. (2017), en donde obtuvieron una tasa 20 veces mayor en incidencia en hombres, aunque también refiere que no parece haber una diferencia en la tasa relativa entre hombres y mujeres de edad avanzada.

El total de los pacientes que se revisaron en la primera visita fue de 28, en donde en su mayoría fueron del género masculino, lo cual no coincide con lo mencionado por la encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (2014), en donde se menciona que los casos de discapacidad en mujeres superan a la de los hombres en un 6.2%. Los casos que obtuvimos del sexo masculino fueron 84% del total, mientras que del sexo femenino un 16%, representando una gran diferencia del 68% entre ambos géneros. Esto debido a que el 57% de la causa de la discapacidad son los traumatismos.

Las limitaciones que se presentan por lesiones traumáticas provocan dolor, inestabilidad mecánica y movilidad alterada que dan como resultado una parálisis parcial o completa (Shahrokh, Yousefzadeh, Chabok, 2009), la OMS (2013), menciona que dichas limitaciones pueden obligar a una persona a depender por completo de sus cuidadores. Además de que algunos de estos pacientes pueden estar con aparatología de inmovilización, principalmente de cuello y columna vertebral (Shank, 2017), lo que dificulta aún más llevar a cabo una adecuada higiene bucal. El grado de discapacidad estará determinado por el tipo y lugar de la lesión. En este caso 5 pacientes padecían de una discapacidad que les impedía realizar el cepillado por ellos mismos, 8 pacientes no presentaban secuelas severas que les impidieran realizar actividades como el cepillado dental por si mismos, mientras que 3 pacientes realizaban esta actividad de ambas maneras (autosuficiente y asistida).

Todos los pacientes realizaban el cepillado dental, el 71% de forma autosuficiente a pesar de las condiciones de su enfermedad actual, el 18% si dependían totalmente de la ayuda de un tercero para poder llevar a cabo su

higiene bucal, mientras que el 11% lo hacían de ambas maneras, lo que nos indica, de acuerdo con Hernández, Ruiz y Torices, (2000), que la discapacidad motriz o física en cuanto a su limitación para realizar actividades esenciales es de mínima a moderada en la mayoría de los casos.

Las lesiones medulares no traumáticas son consecuencia de patologías multifactoriales complejas. En su mayoría son consideradas mielopatías no traumáticas y son de difícil diagnóstico (Kisekka, 2017; Clark, 2017), en este estudio 3 de los pacientes con lesiones de este tipo no se había podido identificar su causa exacta, 2 fueron causadas por síndrome de cauda equina y 2 más por mielitis transversa, lo que nos indica que su incidencia suele ser menor, aunque Kennedy y Hasson (2016), así como Kisekka (2017), sugieren que esta patología va en aumento en los últimos años. La prevalencia en estos casos en el estudio realizado por Quintana (2011), es de un 36% hombres y 43% mujeres en una población de 248 pacientes con lesiones medulares no traumáticas. Nosotros obtuvimos 7, pacientes con lesiones medulares no traumáticas 4 pacientes del género masculino (57%) y 3 del género femenino (43%) en un rango de edad de 15 a los 72 años, lo que representa un pequeño grupo de esta enfermedad, con una ligera tendencia hacia el género masculino.

Quintana (2011), refiere que estos pacientes pueden presentar una pérdida de las funciones motoras en diferentes niveles y grados de extensión, disminución o pérdida de sensibilidad, disfunción vesical, intestinal y sexual, así como severas consecuencias psíquicas debido a su situación de discapacidad que en muchos puede ser permanente e irreversible. A diferencia de los pacientes con lesiones medulares traumáticas, 6 de los pacientes podían realizar su higiene

bucal de forma autosuficiente y solo uno de ellos utilizaba apoyo ocasional de un tercero. Esto nos señala que en este estudio las lesiones medulares no traumáticas tienen menos repercusión en la movilidad de las extremidades superiores y por ende una menor repercusión en la realización del aseo bucal.

El Síndrome de Guillain-Barré es considerado también por la OMS (2013) dentro de las lesiones medulares no traumáticas, Kumar y colaboradores (2019) refieren que es la principal causa de debilidad neuromuscular aguda en el mundo, de la cual se han reportado brotes importantes con tendencia al aumento de casos en los últimos años (Rebolledo-García, et al, 2018; Hoffmann, et. al., 2020; Bisso-Andrade, 2019), por lo que decidimos considerarla como una patología importante.

Aunque se ha señalado que el SGB es más frecuente en adultos del sexo masculino (relación de 1.5:1, hombre: mujer), siendo más benigno en niños (Leshner y Crawford, 2013; Willison, et al, 2016; Phillips, 2019; Hoffmann, et al, 2020), en el hospital se trabajó con 5 pacientes diagnosticados con esta patología, 4 corresponden al género femenino, tres de ellas pertenecientes a la quinta década de la vida, y una más de 13 años que presentaba mayor limitación física, así como un paciente del género masculino de 17 años de edad.

Sobre las limitaciones de los pacientes con SGB, Winer (2014), señala que el 60% pueden caminar sin ayuda a los 12 meses, pero el resto quedan con varios grados de secuelas, mientras Kumar y colaboradores (2019) reportan que la mayoría de los pacientes tienen buenos resultados funcionales (92.8%), en este estudio los casos pertenecen a esa minoría que presentan limitaciones físicas, ya que en tres de los cuatro casos estas limitaciones son significativas, al grado

de necesitar ayuda para realizar el autocuidado. Dos de los cinco pacientes, lograron cierta independencia referente al cepillado bucal, en especial con el uso del cepillo dental eléctrico, mientras que uno de ellos es dependiente de un tercero para poder llevar a cabo dicha actividad.

La dependencia es un estado de carácter permanente o transitorio en que se encuentran las personas y puede estar ligada a una enfermedad, edad o discapacidad que provocan una falta o pérdida de autonomía física, mental intelectual o sensorial, lo que requiere de atención de otra u otras personas para realizar actividades básicas de la vida diaria (Pérez y Limeres, 2012). Esto nos señala que el SGB en pacientes jóvenes, en este caso, es más agresivo, ya que la paciente de 13 años diagnosticada con esta enfermedad presenta una discapacidad motora con una deficiencia neuromusculoesquelética severa que condiciona y limita todas sus actividades de la vida diaria, lo que a su vez restringe de forma importante su participación social y laboral, ya que su inmovilidad completa se centra en la parte inferior al dorso de la paciente, lo que le impedía caminar por si sola. El paciente de 17 años presentaba el mismo caso de limitación motora y aunque en ambos casos trataban de realizar una higiene bucal forma independiente, en especial con el uso del cepillo eléctrico, su condición médica no es reversible e incluso podría empeorar con el paso del tiempo, lo que podría llevar a que a que en un futuro su higiene bucal también requiera asistencia de una tercera persona.

Existen pocos estudios para este grupo de edad en particular, por lo que las recomendaciones diagnósticas y terapéuticas se basan en gran medida en los hallazgos en pacientes adultos para los que hay un mayor número de estudios

disponibles. La incidencia de casos de SGB en pacientes de 10- 19 años es de 0.75 casos por 100,000 habitantes de acuerdo con Korinthenberga (2020), quien informa en su estudio que la tetraplejia y los nervios inexcitables tenían una asociación significativa adversa con la capacidad de recuperar la movilidad para caminar.

Las personas con algún tipo de discapacidad, en este caso causadas por lesiones medulares, suelen tener complicaciones bucales, en especial la dificultad que presentan para mantener una higiene bucal adecuada. En consecuencia, el cuidado bucal de rutina es de especial relevancia. La salud bucal esta basada en gran medida en los hábitos de higiene, la cual se compromete en pacientes con capacidades funcionales disminuidas, en especial en los pacientes que se encuentran hospitalizados por esta condición, ya que la principal preocupación que presentan es mejorar su estado de salud-enfermedad actual. En la mayoría de estos casos (en especial a nivel hospitalario) no se considera al profesional en odontología y en muchos casos incluso es minimizado. Coelho, et al, (2011) y Gaetti-Jardim, et. al., (2013) en un estudio realizado en Filadelfia, introdujeron el concepto de atención dental hospitalaria enfocado en educar al paciente para poder prevenir enfermedades. En el 2008 uno de los países que introdujeron odontólogos en los hospitales para formar parte de quipos multidisciplinares en cuidados intensivos fue Brasil, con el objetivo de mantener la salud bucal en este grupo de pacientes.

Coneição y colaboradores (2006), mencionan que la atención dental en los hospitales es reservada solo para la atención quirúrgica en la especialidad de Cirugía y Traumatología Buco-Maxilofacial, o incluso para procedimientos que

requieren anestesia general con urgencia; como también sucede en México, haciendo presencia en ciertos hospitales, requiriendo de un mayor impulso de la salud integral que incluya lo bucal. En nuestro país algunas clínicas de primer nivel del sector salud público cuentan con atención odontológica. En cuanto a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro (UMFRC), del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en donde se realizó este estudio, no contaba con atención odontológica.

Algunos obstáculos que se presentan para el cuidado de la salud oral en personas con discapacidad se pueden atribuir al propio paciente, a la falta de profesionales dentales, interacciones sociales o incluso a la política sanitaria del hospital en donde se encuentran. Pérez y Limeres (2012), refieren que para eliminar estos obstáculos en primera instancia se debe mejorar la prevención de la salud bucal en personas con algún tipo de discapacidad, con educación hacia los pacientes y a las personas de su entorno, así como al profesionalista, subrayando la importancia de la salud bucal en el contexto de la calidad de vida y sus efectos favorables sobre la salud en general.

May y colaboradores (2010), indican que el personal de enfermería tiene una relación directa con los pacientes y sus familiares durante su estancia en el hospital, por lo que sería su responsabilidad el cuidado e higiene bucal de los pacientes que no pueden realizar este procedimiento por sí mismos, pues forma parte de la limpieza corporal, mientras que Gaetti-Jardim y colaboradores (2013), consideran que debe de ir de la mano el personal de odontología, ya que el personal de enfermería no realiza la limpieza, a nivel bucal, debido a la sobrecarga de trabajo y consideran que el tiempo requerido al cuidado del

cuerpo, no justifica los beneficios de la higiene bucal, o bien, que existe cierta aversión o rechazo al cuidado de la boca, más que por otras partes cuerpo.

En un estudio realizado por Coelho y colaboradores (2011), encontraron que el 19% de los pacientes hospitalizados se cepillan los dientes todos los días con la ayuda de sus familiares, además de que los pacientes que no realizaban la higiene bucal, era por sentirse avergonzados de pedir ayuda a otros o a las enfermeras. La practicas e indicaciones sobre la higiene bucal en los pacientes que padecen algún tipo de lesión medular, dependen de sus capacidades motoras, tanto del paciente como de su familiar. Gaetti-Jardim y colaboradores (2013), proponen una clasificación del paciente de acuerdo con el nivel de dependencia en: independiente (higiene habitual), parcialmente dependiente (dificultades motoras, ayuda para higiene en cama, cepillos con mango adaptado, cepillos eléctricos) y el dependiente (impedimentos motores, paciente intubado, higiene realizada por otro, cepillos manuales o eléctricos, e higiene con gasa y antiséptico, tipo clorhexidina al 0,12%). En este estudio el 100% de los pacientes realizaban la higiene bucal por ellos mismos o sus familiares diariamente, 71% por ellos mismos, 18% de forma asistida y 11% de ambas formas; el 32% de los pacientes se cepillaban 1 sola vez al día, 47% dos veces al día y el 21% tres veces al día, esto debido (además de la limitación física) al ritmo de terapias que llevaban en el hospital, las cuales estaban determinada a la condición de cada paciente, además de la disponibilidad que tuvieran los familiares en el caso en el que el cepillado fuera asistido o mixto.

En un estudio realizado por Coneição y colaboradores (2006), con pacientes seniles en un hospital, el 14% de su población no tenían cepillo, pasta dental o

algún aditamento de higiene bucal. En el cuestionario se determinó que el 39% de los pacientes utilizaban cerdas suaves, 21% cerdas duras, 21% cerdas combinadas y el 19% de ellos no sabían que tipo de cepillo utilizaban al momento de realizar su higiene bucal. En su mayoría los pacientes que utilizaban cerdas duras, referían que esto lo preferían ya que ellos sentían que los cepillos de cerdas suaves no limpian adecuadamente, y aunque a todos los pacientes se le dejó un cepillo ultrafino Detox®, preferían seguir utilizando de cerdas duras. Todos los pacientes empleaban pasta dental, además que en la primera visita se les dejó para su uso una pasta dental Oral-B® Pro-Salud Advanced. En este caso él 100% de los pacientes revisados en primera instancia, tenían cepillo dental y pasta dental, 32% usaban algún enjuague bucal, y 11% utilizaban hilo dental para su aseo bucal, en especial los pacientes que realizaban el cepillado de forma independiente, mientras que el 57% de los pacientes no utilizaban ningún aditamento adicional a su cepillo y pasta dental. Esto es debido a que, al ingreso al hospital, se les solicita a los pacientes o a sus familiares ropa y los artículos para la higiene personal, donde se mencionan específicamente cepillo dental y pasta de dientes, aquí el personal de enfermería o nutrición les indican a los pacientes realizar la higiene bucal después de cada comida. Es importante señalar que no se les explica como deben hacer dicha actividad, lo que hace reconocer la importancia de la salud bucal en estos pacientes, aunque no exista un área responsable ni la aplicación de una correcta técnica de cepillado por parte de un profesional.

De acuerdo con Pérez y Limeres (2012), el cepillado dental debe de ser el adecuado, de forma que elimine completamente la biopelícula bucal. Con estos

pacientes la mejor técnica es la que resulte más eficaz en términos de eliminación de biopelícula, siempre que sea segura (que no produzca efectos indeseables), fácil de aprender y de llevar a la práctica. Se debe de supervisar a cada paciente de que aplique la técnica de forma adecuada, de lo contrario hay que enseñarle para mejorarlo, por este motivo se realizaron dos y tres visitas diferentes para supervisar la técnica de cepillado que se empleó en la primera visita. Dos los pacientes dependientes, aunque sus capacidades motoras estaban disminuidas, se logró la independencia al enseñarles una técnica de cepillado de acuerdo a la capacidad de sus movimientos, estos pacientes al cambiar a un cepillo eléctrico con un mango más ancho que pudieran sostener a partir de su motricidad, el apoyo de la circulación de las cerdas de forma automática y el estar motivados por el cuidado de su boca a partir del cepillado bucal correcto, los ayudo a poder realizar su higiene bucal relativamente independiente.

La técnica de cepillado fue modificada e individualizada en cada paciente de acuerdo con sus capacidades, con el cepillo ultrafino (Detox® de la marca Oral B®), que se le otorgó a cada paciente en la primera visita. En la revaloración a los 15 días 6 pacientes fueron dados de alta del servicio hospitalario, por lo que no se pudo dar seguimiento. De los pacientes re-valorados todos utilizaron la pasta dental que se les dejó, 16 pacientes mencionaron poderse cepillar mejor o “gustarles” mucho el nuevo cepillo, 5 pacientes no lo utilizaron, 3 prefirieron sus cepillos de cerdas más duras refiriendo que sentían que las cerdas suaves “no limpiaban bien”; un paciente perdió el cepillo y uno más lo guardo ya que “le gustó demasiado y quería que le durará más”. La dureza del cepillo que se les

obsequió a los pacientes coincide con lo recomendado por Gaetti-Jardim y colaboradores (2013), aunque ellos recomiendan los de cabeza pequeña (puede ser infantil) y humedecer en clorhexidina al 0.12% con cepillado en dirección anterior-posterior. También señalan que para pacientes dentados es más apropiada una pasta dental con flúor, en nuestro caso la pasta fue para todos Oral-B® Pro-Salud Advanced, que contiene fluoruro de estaño estabilizado.

Los cepillos manuales todavía son la herramienta principal para un control de biopelícula, por su disponibilidad inmediata y facilidad de uso, siempre y cuando se usen de forma correcta, aunque se debe considerar la motricidad, edad, motivación, entre otras condiciones (Kayalvizhi, et al, 2019). Nápoles y colaboradores (2015), señalan que los cepillos han y seguirán evolucionando. Hay que considerar los avances tecnológicos que, al sumarse a una nueva técnica, con el uso correcto del cepillo dental, se logra una adecuada higiene bucal, mejorando en gran parte la calidad de vida como lo fue para los pacientes examinados con lesiones medulares.

En la segunda visita a 10 pacientes, 4 que eran dependientes y 5 autosuficientes, se les facilitaron cepillos eléctricos, los cuales surgen para personas con dificultades en la motricidad fina, aunque también se ha señalado que es más atractivo para los pacientes, con respecto a la remoción de biopelícula. Los cepillos eléctricos se han desarrollado con el objetivo de aumentar la eficacia de la eliminación de biopelícula y reducir el tiempo de cepillado, sin tomar en cuenta la destreza manual o el entrenamiento (SEPA, 2009; Aruna, 2011). Antes de recetar un cepillo eléctrico se deben de tener en cuenta las características de los

pacientes, así como el tipo de cepillo, ya que algunos interfieren con dispositivos para afectaciones cardiacas (Agrawal y Gupta, 2016). Aunque comparten muchas características, pueden clasificarse en base al tipo de movimiento que realiza el cabezal, la velocidad que tienen los cepillos que se puede ajustar, lo que ayuda a disminuir las lesiones o evitarlas en el momento en que el cepillo marca una presión mayor a la necesaria para el cepillado. En esta investigación se les proporcionaron cepillos eléctricos de Oral-B® de la serie 1000 o 5000, ya que el grosor del mango, así como el peso del cepillo favorece el control del dispositivo. Una de las ventajas del cepillo eléctrico Oral B® Pro es que tiene un sensor de presión, lo cual reduce significativamente una de las desventajas señaladas por SEPA (2009), el potencial lesivo, además de que permite al familiar tener un mayor control al ayudar a mejorar la higiene bucal del paciente, o bien, en los casos de falta de control del movimiento en extremidades superiores, específicamente en mano. Es importante señalar que los a los 10 pacientes a quienes se les dejó cepillo eléctrico, en su re-valoración a los 15 días mencionan (ellos o sus familiares) que le gustaba más el cepillo eléctrico, porque sienten que limpia mejor y fue más sencillo adaptarse a él. Un paciente en específico, debido a su condición de dependencia total y estado de postración grave, utilizó el cepillo eléctrico como única herramienta de higiene bucal realizada por un tercero, ya que su condición no le permite moverse por completo, el familiar del paciente refiere “que le fue más sencillo y practico realizar la higiene bucal” con dicho cepillo.

Además de las presentaciones comerciales, los mangos de los cepillos convencionales, tanto manuales como eléctricos, pueden individualizarse en

función de las necesidades del paciente, de forma que sea útil para las personas con habilidad manual limitada. En este estudio dos pacientes tenían una férula adaptada a su brazo, lo que les permitía realizar el cepillado bucal de forma autónoma, ya que a esta férula se le adaptó mucho mejor el cepillo eléctrico por su mango más grueso (Pérez y Limeres, 2012).

Kerr y colaboradores (2019) menciona que las habilidades motoras y cognitivas se vinculan a un aprendizaje en el sentido de un buen cepillado dental, por lo que el cepillado manual y eléctrico son igualmente efectivos para eliminar la biopelícula. De hecho, la paciente de 13 años con SGB combinó los cepillos logrando una mejora significativa en el control de la biopelícula: en su primera visita 100%-100%, re-valoración a los 15 días con uso de cepillo de cerdas suaves 48.43%-35.93%, y la re-valoración a los 15 días con uso de cepillo eléctrico 20.45%-31.81% de índice de biopelícula.

Con una técnica y duración adecuadas, el cepillo manual es muy eficaz para eliminar la placa bacteriana, pero se ha demostrado que en la mayor parte de los pacientes el uso de un cepillo eléctrico puede mejorar el control de la placa si se siguen rigurosamente las instrucciones de uso. La mayoría de los estudios en los que se han comparado ambos tipos de cepillos concluyen que se consigue una mayor eliminación de la placa supragingival con los cepillos eléctricos, especialmente en zonas de difícil acceso, como los espacios interproximales. Su rendimiento mejora significativamente cuando el paciente recibe instrucciones de uso del cepillo eléctrico. Además, el tiempo necesario para eliminar la placa es menor con los cepillos eléctricos que con los manuales (Pérez y Limeres, 2012).

La biopelícula bucal es una comunidad microbiana que está constituida por múltiples especies de microorganismos (Watnick y Kolter, 2000). Forma parte de un proceso de evolución biológica constante, en donde las bacterias se adaptan a nuevas condiciones de vida. Sarduy y González (2016), consideran a la biopelícula una respuesta biológica de los microorganismos a esta evolución de su propio medio. La cavidad bucal así como la orofaringe constituyen un sistema de estructuras que por su forma, textura, temperatura, niveles de oxígeno y mecanismos de autolimpieza, posibilitan la existencia de múltiples especies microbianas.

La biopelícula bucal alberga numerosas colonias bacterianas inmersas en una matriz de polisacáridos, que conforman una estructura molecular dinámica en continua formación, de modo que inmediatamente después de limpiar los dientes comienza de nuevo a formarse la biopelícula sobre las superficies dentales (Pérez y Limeres, 2012). Como ya hemos señalado, las enfermedades más prevalentes de la cavidad bucal son la caries y la enfermedad periodontal, estas comparten un factor etopatogénico común: el acúmulo de biopelícula bucal. En consecuencia, su eliminación constituye el pilar para prevenir y tratar estas enfermedades. La remoción mecánica de la biopelícula (fundamentalmente mediante el cepillado), es un método sencillo que resulta el más eficaz para eliminar la biopelícula de manera rutinaria. El control químico (clorhexidina) también busca reducir la carga bacteriana, aunque su espectro antimicrobiano es selectivo, se dirige a personas y situaciones especiales, y constituye un complemento para el control mecánico. La eliminación de la biopelícula bucal es imprescindible para la prevención y el tratamiento de la caries y de la enfermedad

periodontal (Pérez y Limeres, 2012). En este estudio 9 pacientes además del cepillado, utilizaban como auxiliar algún tipo de enjuague bucal de distintas marcas, aunque ninguno de ellos contenía clorhexidina.

Por esta razón, identificar y localizar la biopelícula es de suma importancia, la cual se suele acumular en zonas en las que el acceso y el manejo de herramientas se vuelve complicado, en especial en casos en los que los pacientes tienen dificultades del tipo motriz para realizar dicha actividad o dependen al 100% de un tercero. Para poder identificar las zonas en donde la biopelícula se acumula con mayor facilidad, además de poder determinar la efectividad de la técnica de cepillado empleada y controlar la biopelícula en los pacientes, es necesario el uso de un agente revelador de la misma. Los reveladores de biopelícula son de gran utilidad en los programas preventivos, además de que actúan como un refuerzo importante en la motivación del hábito del cepillado dental, ya que al permitir visualizar en donde se localiza la biopelícula es más sencillo que los pacientes la identifiquen y mejoren su técnica y control de la biopelícula bucal (Bathla, 2011, Alborz, 2005).

Las tabletas reveladoras de biopelícula son comprimidos que se disuelven en la cavidad bucal, teniéndose que pasar por todas las superficies dentales con ayuda del movimiento lingual. Están compuestas de eritrosina, el cual es el colorante más utilizado en la práctica general odontológica, ya que tiene la ventaja de que se desvanece en poco tiempo y no pigmenta las restauraciones de forma permanente (Gil, et al, 2005).

Por otro lado, la tecnología QLF™ es un nuevo método para la detección de biopelícula por medio de la fluorescencia que emiten las porfirinas presentes en

las bacterias, por medio de imágenes emitidas por luz, detecta la biopelícula, principalmente la madura. Este sistema se utiliza como sustituto a los procedimientos de detección de biopelícula convencional, para la detección oportuna de la placa madura por medio de captura de imágenes lo que permite que se pueda comparar el antes y el después del cuidado y tratamiento de la higiene bucal (Van der Veen, 2015; Su-Young, et al, 2015). Por lo que la tecnología QLF™ se emplea para detectar la distribución de la placa que no se puede apreciar con las diferentes sustancias reveladoras, al mismo tiempo de que se reduce el tiempo y esfuerzo para los análisis de control de biopelícula en los pacientes.

En este estudio realizamos la medición del índice de biopelícula en tres momentos diferentes, con el Qscan plus® y las tabletas reveladoras de la marca Viardent®, al principio de la investigación, dos semanas después de haber modificado a una técnica de cepillado adecuada para cada paciente y brindarles el cepillo dental ultrafino Detox® y la pasta Oral-B® Pro-Salud Advanced y dos semanas después de haberles dejado y enseñado a usar el cepillo eléctrico a los pacientes que observamos que más se les dificultaba la higiene bucal con el cepillo manual. En la primera comparación de los reveladores obtuvimos que la tableta reveladora Viardent® pigmento más caras que el Qscan plus®, en donde la diferencia significativa que obtuvimos fue de 9.040, con un valor de $P= 0.009$. En la segunda valoración del índice de biopelícula, de igual manera la pastilla reveladora fue más eficaz con una diferencia significativa obtenida de -9.100, con un valor de $P= 0.014$. Y en la última visita se obtuvo una diferencia significativa de -10.074 entre ambos reveladores, a favor de la tableta reveladora

Viardent®, con un valor de $P= 0.089$, lo que nos muestra que en este estudio la pastilla reveladora fue más eficaz que la tecnología QLF.™

Cabe mencionar que, en uno de los pacientes, no se pudo realizar dicha comparativa, ya que su estado de postración completo y dependencia total para realizar actividades de la vida diaria, a causa de un trauma severo, le impedía moverse al 100% y no podía escupir ni deglutir, por lo que a este paciente únicamente se le realizó el registro de índice de biopelícula con el Qscan plus®. En este caso se realizaron dos visitas, desde la primera visita se dejó cepillo eléctrico, ya que observamos al momento de que sus padres realizaban el cepillado manual con muchas complicaciones, en especial con la saliva generada en el acto. Su primer índice de biopelícula arrojó un 74.21%; a la revaloración 15 días después, notamos que su higiene había mejorado de manera muy significativa con un índice de biopelícula del 7.81%, lo que nos indica que el uso del cepillo eléctrico fue muy efectivo en este paciente.

Nuestra hipótesis alterna (H1) planteaba que la tecnología QLF™ era más eficaz que las tabletas reveladoras Viardent® como agente revelador de biopelícula bucal en pacientes hospitalizados por lesión medular. En este caso se confirmó la hipótesis nula (H0) de nuestro estudio que consiste en que la tecnología QLF™ es menos eficaz que las tabletas Viardent® como agente revelador de biopelícula bucal en pacientes hospitalizados por lesión medular. Esto puede ser debido principalmente a que la biopelícula emite fluorescencia roja cuando la biopelícula es más madura, con mayor actividad cariogénica y con antigüedad de por lo menos 3 días (Su-Young, et al, 2015). Khudanov y colaboradores (2018), también confirma que la tecnología QLF™ se utiliza en un entorno clínico

para la evaluación de la biopelícula madura como fluorescencia roja; además, aunque no lo menciona el fabricante ni en está reportado en ningún estudio previo, nos dimos cuenta que entre mayor luz del medio ambiente, menor era la visibilidad de fluorescencia roja que se apreciaba en el Qscan Plus®, por lo que determinamos que la luz presente (solar y artificial), disminuía significativamente la fluorescencia roja de la biopelícula.

En este estudio hemos demostrado que la educación en salud bucal, incluido el uso de la tecnología QLF™, es eficaz para mejorar el estado de higiene bucal en los pacientes con lesiones medulares, ya que fue notable la mejoría en los pacientes en la revaloración a los dos semanas con el cepillo manual y a las dos semanas con el uso del cepillo eléctrico. También confirmamos la eficacia de utilizar la tecnología QLF™ como un método educativo e innovador que se puede utilizar cada vez más para evaluar la higiene bucal, ya que resulta muy eficaz para cambiar la actitud de los pacientes (Khudanov y col., 2018). También pudimos demostrar que el uso de equipos adicionales como lo es el Qsan Plus® mejoran los efectos educativos acerca del cuidado bucal en comparación con los métodos tradicionales, ya que como lo ha informado Khudanov y colaboradores (2018), cuando se utilizan imágenes gráficas que el paciente pueda ver y monitorear, existe una mejoría en la salud bucal, ya que hay un mayor interés en la misma.

Esto lo pudimos comprobar con el paciente 28 de 14 años, que se encontraba en cama paralizado casi totalmente, sin control de esfínter y con reflejo de deglución disminuido, solo contaba con reflejo palpebral y ligero movimiento en la mano derecha. En este paciente no se pudo utilizar la pastilla reveladora

Viardent®, por el problema de deglución que ya se menciono, por lo que solo era posible tomar el índice de biopelícula con el Qscan Plus® , el cual por medio de la imagen emitida por la fluorescencia, que se fotografió y se le enseñó al paciente, sirvió de motivación y estímulo junto con el cepillo eléctrico, para que él mismo de manera independiente después de dos semanas realizará el cepillado dental. Cabe resaltar que los padres del paciente eran personal de la salud (médico y enfermera) lo que facilitó mucho la enseñanza del uso correcto y la higiene bucal adecuada. Con este caso podemos confirmar que en pacientes que se encuentran con poca o nula movilidad y dependen de una persona para sus higiene bucal, el Qscan Plus® es una herramienta de gran ayuda que muestra en que áreas se acumula más biopelícula, sin pigmentar los dientes.

Identificar y localizar la biopelícula es de suma importancia, ya que esta se suele acumular en zonas en las que el acceso y el manejo de herramientas se vuelve complicado, en especial en casos en lo que los pacientes tienen dificultades del tipo motriz para realizar dicha actividad o dependen al 100% de un tercero. Para poder identificar las zonas en donde la biopelícula se acumula con mayor facilidad, además de poder determinar la efectividad de la técnica de cepillado empleada y controlar la biopelícula en los pacientes, es necesario el uso de un agente revelador de la misma que ayude con las necesidades de cada paciente; en estos casos el uso de la tecnología QLF™ se convirtió en una herramienta que motivo y ayudó a mejorar a los pacientes con su cuidado e higiene bucal.

X. CONCLUSIÓN

El manejo de las personas con discapacidad en el ámbito odontológico reviste una especial idiosincrasia que conduce a plantearse algunas cuestiones complejas, como por ejemplo el derecho de los discapacitados a decidir que sus dientes tengan o no caries, o si quieren recibir o no cuidados odontológicos. En cualquier caso, los profesionales de la salud oral y los cuidadores de estos pacientes, tienen el deber de procurar garantizarles una boca saludable, lo que exige una formación específica que les proporcione conocimientos y habilidades que potencien el concepto de los “cuidados orales preventivos”, por ello la higiene oral metódica y eficaz representa la piedra angular de esta iniciativa.

La biopelícula bucal es el agente causal de múltiples enfermedades, principalmente caries y enfermedad periodontal, por lo que es de suma importancia ser identificada a tiempo. Aun que no pudimos demostrar que la tecnología QLF™ fuera más eficaz como revelador de biopelícula que las tabletas reveladoras Viardent® por las limitaciones que tuvimos; combinado con una correcta técnica de cepillado, el Qscan Plus® ayuda a comprobar la eficacia de la higiene bucal y a llevar un control de biopelícula por medio de imágenes. Además en los casos donde el paciente no puede moverse por sí mismo, o ha perdido funciones básicas como el deglutir o escupir, se convierte en un auxiliar de diagnóstico oportuno, no solo de la biopelícula madura, si no de cualquier cambio que pueda presentarse en el esmalte dental.

Actualmente no existen estudios suficientes que ayuden de manera constante a la prevención de enfermedades dentales, así como al cuidado e instrucción de la

higiene bucal en el sector hospitalario, en especial en los pacientes que presentan discapacidad por algún tipo de lesión medular, debido a que representan un porcentaje de la población muy pequeño, y aunque desafortunadamente ha ido en aumento en los últimos años, aún existen muchas barreras por parte del personal de la salud hacia estos pacientes, por lo que la clave para la eliminación de estas barreras y para mejorar la provención de salud bucal en personas con discapacidad, es la educación del colectivo de afectados y de su entorno, de la profesión dental, de la sociedad y de los responsables de la política sanitaria, subrayando la importancia de la salud bucal en el contexto de la calidad de vida y sus efectos favorables sobre la salud general.

Aunque es evidente que existen múltiples barreras de naturaleza muy heterogénea que condicionan el acceso al tratamiento odontológico de los pacientes con discapacidad, las actitudes acerca de la salud oral, la higiene rutinaria y las revisiones dentales regulares, deben siempre considerarse en el contexto del estado general de salud de cada paciente, del tipo y la severidad de la discapacidad que padece, del nivel socio-económico de su entorno, y del clima de tensión en el que se desarrolla la vida cotidiana del individuo y de su familia/cuidadores.

Cabe destacar que en general, recomendamos el uso del cepillo eléctrico para las personas con discapacidad, siempre y cuando toleren bien los ruidos y las vibraciones. Si persisten reflejos primarios como el de mordida, al igual que en pacientes que no pueden permanecer mucho tiempo con la boca abierta y en los que no son buenos colaboradores, se debe valorar la posibilidad de utilizar el

cepillo eléctrico introduciendo simultáneamente un abre bocas entre las hemiarcadas contralaterales.

La tecnología QLF™ puede sustituir a los procedimientos de tinción convencional para la detección de la biopelícula madura por medio de captura de imágenes, lo que permite reducir el tiempo y esfuerzo para el análisis del control de biopelíbucal coadyuvando en las diferentes áreas odontológicas, tanto en individuos sanos como en pacientes con daño cerebral.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agrawal Y., Gupta, V. (2016) To treat the patient and not the telemetry: Electric toothbrush causing hospital admission. *International Journal of Cardiology*; 221:112-113.
2. Alborz, A., McNally, R., Glendinning, C. (2005). Access to health care for people with learning disabilities in the UK: mapping the issues and reviewing the evidence. *Journal of Health Services Research & Policy*, 10(3), 173–182.
3. Arends, J., Ruben, J. L., & Inaba, D. (1997). Major Topics in Quantitative Microradiography of Enamel and Dentin: R Parameter, Mineral Distribution Visualization, and Hyper-Remineralization. *Advances in Dental Research*, 11(4), 403–414.
4. Azeredo, J., Azevedo, N. F., Briandet, R., Cerca, N., Coenye, T., Costa, A. R. Sternberg, C. (2016). Critical review on biofilm methods. *Critical Reviews in Microbiology*, 43(3), 313–351.
5. Barrancos Mooney (1990). *Operatoria Dental. Avances Clínicos, Restauraciones y estética*. Buenos Aires Argentina Editorial Medica Panameriaca. P. 102
6. Bathla. S. (2011). *Periodontics Revisited*, London, England. New Delhi. Panama City.
7. Bisso-Andrade A. Síndrome de Guillain-Barré: ¿la punta del iceberg de un problema mayor? (Editorial). *Rev Soc Peru Med Interna*. 2019;32(2):43-44.
8. Bogren, A., Teles, R. P., Torresyap, G., Haffajee, A. D., Socransky, S. S., & Wennström, J. L. (2007). Clinical and Microbiologic Changes Associated with the Combined Use of a Powered Toothbrush and a Triclosan/Copolymer Dentifrice: A 3-Year Prospective Study. *Journal of Periodontology*, 78(9), 1708–1717.

9. Campuzano, S., Jimenez, L., and Hernandez, Diana M. (2018) Biofilm formation and water quality in the dental practice. *Nova*. 16, 29, 39-49. issn 1794-2470.
10. Canto, C., Verónica y Manzanero Rodríguez, Nuria (2019) Diseño de un microendoscopio de fluorescencia de alta resolución basado en un smartphone. [Trabajo Fin de Grado Universidad Complutense] <https://eprints.ucm.es/56190/>.
11. Clark, J. M., & Marshall, R. (2017). Nature of the Non-traumatic Spinal Cord Injury Literature: A Systematic Review. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 23(4), 353–367.
12. Coelho, L.D., Adas, S.N., Isper, G.A.J., Araújo, F.L., Saliba, G.C.A. (2011) A importância da saúde bucal na ótica de pacientes hospitalizados. *Ciência & Saúde Coletiva*; 16, (suppl1):1173-1180.
13. Comisión Nacional de Derechos los Humanos (CNDH) 2001. Grupos en situación de vulnerabilidad y otros temas. <https://www.cndh.org.mx>.
14. Coneição, F.R., Salles, R.E., Nogueira, C.N., de Freitas, R.M.T., Silami de M.C., Nogueira, M.A. (2006) La actuación del equipo de enfermería en la higiene bucal de los ancianos dependientes hospitalizados, *Investigación y Educación en Enfermería*; XXIV, (1):48-57.
15. Consenso General de Población y Vivienda (2000). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.cndh.org.mx>
16. Costerton, J.W., Stewart P.S., Greenberg E.P. (1999). Bacterial Biofilms: a common cause of persistent infections. **Science** 284: 1318 1322.
17. Coulthwaite, L., Pretty, I. A., Smith, P. W., Higham, S. M., & Verran, J. (2006). The Microbiological Origin of Fluorescence Observed in Plaque on Dentures during QLF Analysis. *Caries Research*, 40(2), 112–116.
18. Cresswell, F., Eadie, J., Longley, N., & Macallan, D. (2010). Severe Guillain–Barré syndrome following primary infection with varicella zoster virus in an adult. *International Journal of Infectious Diseases*, 14(2), e161–e163.

19. De Andrade, M., A. C., De Mello Tera, T., Da Rocha, J. C., & Jardini, M. A. N. (2010). Clinical and microbiological evaluation of the use of toothpaste containing 1% chlorhexidine and the influence of motivation on oral hygiene in patients with motor deficiency. *Special Care in Dentistry. Spec Care Dentist*. 30 (4):140-5.
20. De Martino, M., Chiappini, E., & Galli, L. (2013). Vaccines and Autoimmunity. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 26(2), 283–290.
21. Egea, C., Sarabia Sánchez, A., (2001) Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es>.
22. Entwistle, B. M., & Rudrud, E. H. (1982). Behavioral approaches to toothbrushing programs for handicapped adults. *Special Care in Dentistry*, 2(4), 155–160.
23. Espinosa, F., Rivas P. V., (2011). Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica. *Conserva* 16 (1): 1-12.
24. Fachon-Kalweit, B. Laurel, E., and Fives-Taylor, P. (1985). Antibodies that Bind to Fimbriae Block Adhesion of *Streptococcus sanguis* to Saliva-Coated Hydroxyapatite. *Infection And Immunity*. 617-624.
25. Fasoulas, A., Pavlidou, E., Petridis, D., Mantzorou, M., Seroglou, K., & Giaginis, C. (2019). Detection of dental plaque with disclosing agents in the context of preventive oral hygiene training programs. *Heliyon*, 5(7), 2064.
26. Flemming, H.-C., & Wingender, J. (2010). The biofilm matrix. *Nature Reviews Microbiology*, 8(9), 623–633.
27. Fontal, B., (2005) *El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones*. Edit Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química. Mérida: 7
28. Gaetti-Jardim, E., Santiago S.J., Meinberg C.M.F., Garcia, M.J.C. (2013) Atención odontológica a pacientes hospitalizados: revisão da literatura e proposta de protocolo de higiene oral. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*; 11, (35):31-36.

29. Gallagher, I. H. C., Fussell, S. J., & Cutress, T. W. (1977). Mechanism of Action of a Two-Tone Plaque Disclosing Agent. *Journal of Periodontology*, 48(7), 395–396.
30. García-Sabina, A., Rabuñal Rey, R., & Martínez-Pacheco, R. (2011). Revisión sobre el uso de medicamentos en condiciones no incluidas en su ficha técnica. *Farmacia Hospitalaria*, 35(5), 264–277.
31. Ghannoum, M. A., Jurevic, R. J., Mukherjee, P. K., Cui, F., Sikaroodi, M., Naqvi, A., & Gillevet, P. M. (2010). Characterization of the Oral Fungal Microbiome (Mycobiome) in Healthy Individuals. *PLoS Pathogens*, 6(1), e1000713.
32. Gibson, J. A., & Wade, A. B. (1977). Plaque Removal by the Bass and Roll Brushing Techniques. *Journal of Periodontology*, 48(8), 456–459.
33. Gil, F., Aguilar, M., Cañamás, M., & Ibáñez, M. (Enero-Marzo de 2005). Sistematica de la Higiene Bucodental: el cepillo dental manual. *Periodoncia y Osteointegración*, 15(1), 51-55.
34. Goldman, H. M., & Ruben, M. P. (1967). Methods for Increasing the Efficiency of the Arcuate-motioned, Power-driven Brush in Oral Physiotherapy. *Journal of Periodontology*, 38(6 Part I), 508–513.
35. Guk, H.-J., Lee, E.-S., Jung, U.-W., & Kim, B.-I. (2020). Red fluorescence of Interdental plaque for screening gingival health. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 10 1636.
36. Haffajee, A. D., Socransky, S. S., & Gunsolley, J. C. (2003). Systemic Anti-Infective Periodontal Therapy. A Systematic Review. *Annals of Periodontology*, 8(1), 115–181.
37. Haffajee, A. D., Teles, R. P., & Socransky, S. S. (2006). Association of *Eubacterium nodatum* and *Treponema denticola* with human periodontitis lesions. *Oral Microbiology and Immunology*, 21(5), 269–282.
38. He J, Li Y, Cao Y, Xue J, Zhou X. The oral microbiome diversity and its relation to human diseases. *Folia Microbiol (Praha)*. 2015;60(1):69-80.
39. Heredia, A. S., (2008). Experiencias para observar el fenómeno de fluorescencia con luz ultravioleta. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*; 5, (3): 377-381.

40. Hernández, M. A., Ruíz, M. C., y Torices, I., (2000). Discapacidad Motriz. En: Protección Civil y Discapacidad; la unión de dos culturas. México (mecanograma).
41. Hoffmann, R. D. F., Ross, C., Hofstätter, L. M., Azevedo, P. M. F. (2020) Guillain Barré syndrome: epidemiological clinical profile and nursing care. *Enfermería Global*; (57): 376-389.
42. Holt, J. G., Krieg N.R., Sneath P. H. A., Staley J. T., Williams S. T. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, Ninth edition Baltimore, The Williams & Wilkins.
43. Iencean, S. M. (2003). Classification of spinal injuries based on the essential traumatic spinal mechanisms. *Spinal Cord*, 41(7), 385–396.
44. Jamal, M., Ahmad, W., Andleeb, S., Jalil, F., Imran, M., Nawaz, M. A., Kamil, M. A. (2018). Bacterial biofilm and associated infections. *Journal of the Chinese Medical Association*, 81(1), 7–11.
45. Ji-Hyun, M., Daisuke, I., Baek-II, Kim. (2016). Evaluation of resin infiltration using quantitative light-induced fluorescence technology. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 15: 6-10.
46. Kayalvizhi, G., Radha, S., Prathima, G.S., Mohandoss, S., Ramesh, V., Arumugam S. (2019) Comparative Evaluation of Plaque Removal Effectiveness of Manual and Chewable Toothbrushes in Children: A Randomized Clinical Trial. *Int J Clin Pediatr Dent*; 12, (2):107–110.
47. Kennedy, P., & Hasson, L. (2016). An audit of demographics and rehabilitation outcomes in non-traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord*, 54(11), 1020–1024.
48. Kerr, R., Claman, D., Amini, H., Alexy, E., Kumar, A., Casamassimo, P.S. (2019) Evaluation of the ability of five- to 11-year-olds to brush their teeth effectively with manual and electric toothbrushing. *Pediatr Dent*; 41, (1): 20-24.
49. Kim, S. K., Lee, H. S., Park, S. W., Lee, E. S., Jong, E. J., Jung, H. I., Kim, B.I. (2017) Quantitative light-induced fluorescence technology for quantitative evaluation of tooth wear. *J. of Biomedical Optics*, 22(12).

50. Kim, Y.-S., Kang, S.-M., Lee, E.-S., Lee, J. H., Kim, B.-R., & Kim, B.-I. (2016). Ecological changes in oral microcosm biofilm during maturation. *Journal of Biomedical Optics*, 21(10), 101409.
51. Kim, Y.-S., Lee, E.-S., Kwon, H.-K., & Kim, B.-I. (2014). Monitoring the maturation process of a dental microcosm biofilm using the Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D). *Journal of Dentistry*, 42(6), 691–696.
52. Kinder, S. A., Kornman, K. S., & Holt, S. C. (1989). Characterization of selected gram-negative oral microorganisms by SDS-PAGE. *Oral Microbiology and Immunology*, 4(1), 52–56.
53. Khudanov, B., Jung, H., Kahharova, D., Lee, J., Hamidov, I., Lee, E., Kim, B. (2018). Effect of an oral health education program based on the use of quantitative light-induced fluorescence technology in Uzbekistan adolescents. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 2, 379–384.
54. Klages Federico. (1968). *Tratado de química organica*. Barcelona España. Editorial Reverté. S. A. 139-145.
55. Kolenbrander, P. E. (2000). Oral Microbial Communities: Biofilms, Interactions, and Genetic Systems. *Annual Review of Microbiology*, 54(1), 413–437.
56. Kolenbrander, P. E., & London, J. (1993). Adhere today, here tomorrow: oral bacterial adherence. *Journal of Bacteriology*, 175(11), 3247–3252.
57. Kolenbrander, P. E., Andersen, R. N., Blehert, D. S., Eglund, P. G., Foster, J. S., & Palmer, R. J. (2002). Communication among Oral Bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 66(3), 486–505.
58. Korinthenberg, R.; Trollmann, R.; Felderhoff-Müser, U.; Bernert, G.; Hackenberg, A.; Hufnagel, M. (2020). Diagnosis and Treatment of Guillain-Barré Syndrome in Childhood and Adolescence: An Evidence- and Consensus-Based Guideline. *European Journal of Paediatric Neurology* (25), 5-16.
59. Kuhnisch J, Heinrich-Weltzien R. Quantitative light-induced fluorescence (QLF). A literature review. *Int J Comput Dent*. 2004;7:325–38

60. Kumar, R., Lim, J., Mekary, R. A., Rattani, A., Dewan, M. C., Sharif, S. Y., Park, K. B. (2018). Traumatic Spinal Injury: Global Epidemiology and Worldwide Volume. *World Neurosurgery*, 113, e345–e363.
61. Kuramitsu, H. K., He, X., Lux, R., Anderson, M. H., & Shi, W (2007). Interspecies Interactions within Oral Microbial Communities. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71(4), 653–670.
62. Laza, J. L., Del Pozo, J. R., Penadés, J. Leiva., (2005). Bacterial biofilms and infection. *An. Sist. Sanil. Navar* 28 (2): 163-175.
63. Lee, E.-S., Yim, H.-K., Lee, H.-S., Choi, J.-H., Lee, J. H., & Kim, B.-I. (2016). Clinical assessment of oral malodor using autofluorescence of tongue coating. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 13, 323–329.
64. Leshner, R. L., Crawford, R. (2013) An Unusual Case of Recurrent Guillain-Barre Syndrome of a Different Subtype Five Years after Initial Diagnosis. *Hindawi Publishing Corporation Case Reports in Neurological Medicine*; 2013:1-4.
65. Li, Y.-H., & Tian, X. (2012). Quorum Sensing and Bacterial Social Interactions in Biofilms. *Sensors*, 12(3), 2519–2538.
66. Lindhe Jan, (2005), *Periodontología clínica e impantología odontológica*. Argentina (4) Panamericana.
67. Listgarten, M. A. (1976). Structure of the Microbial Flora Associated with Periodontal Health and Disease in Man: A Light and Electron Microscopic Study. *Journal of Periodontology*, 47(1), 1–18.
68. Luque O.J. (2012) Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico. *Manual formativo de ACTA*, (62):17-31, ISSN 1888-6051.
69. Marcano, A., K. Williams, N. Melikechi, (1998) “Measurement of two-photon absorption using the photo-thermal lens effect”, *Optics communications*. 75 (2), 23-30.
70. Maresca, B. M., Fernández, M. J., Taddei, E. (2002). El yodo en la terapia endodóntica. *Electronic Journal of Endodontics Rosario-* 02 (1), 1-12.
71. Mark Welch, J. L., Rossetti, B. J., Rieken, C. W., Dewhirst, F. E., & Borisy, G. G. (2016). Biogeography of a human oral microbiome at the

- micron scale. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(6), 791–800.
72. Marsh, P. D. (2005) Dental Plaque: biological significance of a biofilm and community life-style. *Journal of Clinical Periodontology* 32, 7-15.
73. May, B.A., Machado, R.D., Scarparo, C-T.A. (2010) Conhecimentos e práticas em saúde bucal com crianças hospitalizadas com câncer. *Ciência & Saúde Coletiva* ; 15, (suppl1):1113-1122.
74. Michalowicz, B. S., Ronderos, M., Camara-Silva, R., Contreras, A., & Slots, J. (2000). Human Herpesviruses and Porphyromonas gingivalis Are Associated With Juvenile Periodontitis. *Journal of Periodontology*, 71(6), 981–988.
75. O’Leary, T. J., Drake, R. B., & Naylor, J. E. (1972). The Plaque Control Record. *Journal of Periodontology*, 43(1), 38–38.
76. Organización mundial de la Salud. Discapacidades (2011) Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías.
77. Organización mundial de la Salud.(2001) Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías.
78. Patel, R. (2005). Biofilms and Antimicrobial Resistance. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, &NA;(437), 41–47.
79. Pérez, M.E., Limeres, J., Fernández, J. (2012). Manual de Higiene Oral para Personas con Discapaciad. Cátedra Johnson & Johnson Universidad de Santiago de Compostela.
80. Phillips, M. O. (2019) Actualización en el Síndrome de Guillain-Barré. *Revista Médica Sinergia*; 4, (11): e290.
81. Poyato-Ferrera, M., Segura-Egea, J., & Bullon-Fernandez, P. (2003). Comparison of modified Bass technique with normal toothbrushing practices for efficacy in supragingival plaque removal. *International Journal of Dental Hygiene*, 1(2), 110–114.
82. Purón, E., R. Holms y R. M. Paya (2014). La Fluorescencia en el diagnóstico del tejido dental. *Revista cubana de Física* 3 (1): 20-22.

83. Quintana A., Sotomayor R., Martínez M., Kuroki C. (2011). Lesiones Medulares no Traumáticas: Etiología, Demografía y Clínica. *Revista Peru Med Salud Publica*. 28 (4): 633-38.
84. Rebolledo-García, D., González-Vargas, P. O., & Salgado-Calderón, I. (2018) Síndrome de Guillain-Barré: viejos y nuevos conceptos. *Medicina interna de México*, 34(1), 72-81.
85. Roa, B. B., Garcia, C. A., Suter, U., Kulpa, D. A., Wise, C. A., Mueller, J., Lupski, J. R. (1993). Charcot-Marie-Tooth Disease Type 1A -- Association with a Spontaneous Point Mutation in the PMP22 Gene. *New England Journal of Medicine*, 329(2), 96–101.
86. Sánchez, J. R. (2013). La Química del color en los alimentos. *Revista Química Viva*. Universidad de Buenos Aires. 3 (12) 2-14.
87. Sarduy, L., González, M. (2016). Biofilm: a new conception of dentobacterial plaque. *Mediocentro Electrónica* Vol. 20.
88. Seok-Woo, P., Sang-Kyeom, K., Hyung-Suk, L., Eun-Song, L., Elbert, J., Baek-II, Kim. (2019) Comparison of fluorescence parameters between three generations of QLF devices for detecting enamel caries in vitro and on smooth surfaces. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 25: 142-147.
89. Shahrokh, Y. C., Mohammad, S., Ahad, A., Masoumeh, A. D. (2009). Epidemiology of Traumatic Spinal Injury: A Descriptive Study. Department of Neurosurgery, School of Medicine, *Acta Medica Iranica*; 48(5): 308-311.
90. Shank, C.D. (2017). [Handbook of Clinical Neurology] Critical Care Neurology Part I Volume 140. Management of acute traumatic spinal cord injuries. 275–298.
91. Shin, N. R., & Choi, J. S. (2018). Manual dexterity and dental biofilm accumulation in independent older adults without hand disabilities: a cross-sectional study. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 25:74-83.
92. Sociedad Española de Periodoncia y Osteointegración SEPA (2009) *Manual de Higiene Bucal*. Madrid, España: Editorial Panamericana: 256.

93. Socransky, S. S., Haffajee, A. D., Cugini, M. A., Smith, C., & Kent, R. L. (1998). Microbial complexes in subgingival plaque. *Journal of Clinical Periodontology*, 25(2), 134–144.
94. Su-Young, L., Soon-Ryun, C., Young-Sik. (2015) Remineralisation Effect of Fluoride on Early Caries Lesions using a Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital (QLF-D). *Indian Journal of Science and Technology*; 8, (S1):457–46.
95. Sueishi, N., Ohshima, T., Oikawa, T., Takemura, H., Kasai, M., Maeda, N., & Nakamura, Y. (2017). Quantification of dental plaque in oral cavity was enabled by a novel algorithm of image processing. *Journal of Oral Biosciences*, 59(3), 157–162.
96. Valm, A. M. (2019). The Structure of Dental Plaque Microbial Communities in the Transition from Health to Dental Caries and Periodontal Disease. *Journal of Molecular Biology*.
97. Van der Veen, M. H. (2015) Detecting Short-Term Changes in the Activity of Caries Lesions with the Aid of New Technologies. *Current Oral Health Reports*; 2, (2): 102–109.
98. Vera, A. P., Olivero, J. T., Jaramillo B. E., Stashenko, E. (2010). The protective effect of essential oil from *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown on the mercurochrome toxicity in roots of *Allium cepa* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 15 (1). 15-18.
99. Verdugo, A. M. A. (2002). Análisis de la definición de discapacidad intelectual de la asociación americana sobre el retraso mental. *Salud clínica, prevención, atención sanitaria y rehabilitación* 34 (1) Pg: 5-19.
100. Volgenant, C. M. C., Hoogenkamp, M. A., Krom, B. P., Janus, M. M., ten Cate, J. M., de Soet, J. J., Van der Veen, M. H. (2016). Red and Green Fluorescence from Oral Biofilms. *PLOS ONE*, 11(12), e0168428.
101. Waters, C. M., & Bassler, B. L. (2005). QUORUM SENSING: Cell-to-Cell Communication in Bacteria. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 21(1), 319–346.
102. Watnick, P., & Kolter, R. (2000). Biofilm, City of Microbes. *Journal of Bacteriology*, 182(10), 2675–2679.

103. Weiner, M. F., & Silver, J. R. (2014). The Origins of the Treatment of Traumatic Spinal Injuries. *European Neurology*, 72(5-6), 363–369.
104. Willison, J. H., Jacobs, B.C., Doorn, P. A. (2016) Guillain-Barré syndrome. *The Lancet*; 388, (10045): 717-727.
105. Winer, J.B. (2014) An Update in Guillain-Barré Syndrome. Hindawi Publishing Corporation *Autoimmune Diseases*; 2014:1-6.
106. Zijngel, V., Leeuwen, M.B., Degener, J.E., Abbas, F., Thurnheer, T., Harmsen, H.J. (2010). Oral Biofilm Architecture on Natural Teeth. *PLoS ONE*, 5(2).

XII. ANEXOS

5. Consentimiento informado

C.D. Fernanda Monroy Carrasco
Responsable de la investigación
Teléfono: 5519095600
Correo electrónico: fmonroy7@gmail.com



Consentimiento informado para la investigación de la "Eficacia de la tecnología QLF™ como auxiliar en el control de biopelícula en pacientes con lesión medular".

Ciudad de México a ___ de _____ de 20__.

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no en una investigación, y, para autorizar el uso de información personal.

Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

Este estudio está siendo financiado por Oral B quien donó cepillos con los que se trabajará.

Usted ha sido invitada/o a participar en este estudio, por estar internado en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social y presentar alguna lesión medular que impide su movilidad parcial o total.

El objetivo de este estudio será conocer la efectividad de la tecnología QLF™ en comparación a la tableta reveladora de Viarden®, como revelador de biopelícula bucal, en pacientes con lesiones medulares hospitalizados en el Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social, que impidan su movilidad parcial o total, para conocer si su empleo puede brindarles una herramienta que les facilite el control de esta.

El procedimiento por llevar a cabo para esta investigación será la recolección de datos por medio de una entrevista semiestructurada directa en el caso de los adultos y complementaria en el caso de ser menores de edad, acompañados de sus padres; por medio de esta se pretende conocer el cómo y cuándo realizan su cepillado dental, así como las dificultades al respecto a partir de su enfermedad y discapacidad.

Con cada paciente se utilizará un kit desechable de espejo dental y pinzas de curación para la inspección. Además, se realizará la medición de biopelícula bucal, primero con el Qscan Plus® (tecnología QLF), y posteriormente se realizará la tinción de la biopelícula con tabletas reveladoras de la marca Viarden®. Los índices de biopelícula estarán basados en el índice de O'Leary.

Los datos obtenidos a través de los índices de biopelícula serán sumados, analizados e incluidos en la tesis de la especialidad, y nunca se utilizarán datos personales.

Usted no se beneficiará directamente por participar en esta investigación de salud, sin embargo, la información que se obtendrá gracias a su participación será de utilidad para conocer más acerca de las herramientas que les faciliten el control de biopelícula bucal para los pacientes que estén impedidos en su movilidad parcial o total.

Esta investigación de salud no presenta riesgos para usted. La información obtenida se mantendrá en forma confidencial.

Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias odontológicas, sin embargo, su identidad no será publicada.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria.

Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse de esta investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho que le asiste como paciente de esta institución y no se verá afectada la calidad de la atención de salud que merece.

C.D. Fernanda Monroy Carrasco
Responsable de la investigación
Teléfono: 5519095600
Correo electrónico: fmonroy7@gmail.com



Si usted retira su consentimiento, sus respuestas serán eliminadas y la información obtenida no será utilizada.

Si tiene preguntas acerca de esta investigación Odontológica puede contactar o llamar a la C.D. Fernanda Monroy Carrasco, responsable del estudio, al teléfono 5519095600.

Declaración de consentimiento:

Se me ha explicado y comprendo el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten y que me puedo retirar de ella en el momento que lo desee.

Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzada/forzado a hacerlo. No estoy renunciando a ningún derecho que me asista.

Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí.

Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee.

Por tal motivo, yo _____ manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y en tales condiciones:

Consiento

Nombre y firma del participante

Nombre y firma de testigo

Fernanda Monroy Carrasco
Responsable de la investigación

6. Formato de control de biopelícula

Control de biopelícula en pacientes con lesión medular

Nombre: _____ Cama: _____

Edad: _____ Género: M() F() Fecha: _____

1. ¿Se cepilla sus dientes? Si () No ()

2. ¿Quién se los cepilla?

3. ¿Cuántas veces al día?

4. ¿Qué tipo de cepillo utiliza?

Ultrafinas () Suaves () Duras () Combinadas () No sabe () Otros ()

5. Además del cepillado utiliza:

Hilo Dental () Enjuague Bucal () Nada () Otros ()

PRIMER CONTROL DE PLACA (INICIAL)

Visor

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fecha: _____ % _____

Tableta

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fecha: _____ % _____

SEGUNDO CONTROL DE PLACA (15 DÍAS)

Visor

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fecha: _____ % _____

Tableta

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fecha: _____ % _____



TERCER CONTROL DE PLACA (30 DÍAS)

Visor



Fecha: _____

% _____

Tableta



Fecha: _____

% _____

Notas: