

130
29°



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Odontología

EFFECTOS ADVERSOS PRODUCIDOS
POR LAS UNIDADES DE POLIMERI-
ZACION CON LUZ HALOGENA

Valde D. Giraldo

T E S I S

Que para obtener el Título de
CIRUJANO DENTISTA
p r e s e n t a n

Martha Rosalia Giraldo Maya
Josefina Gutiérrez Solorzano



México, D. F.

1990

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

Capítulo I	EL OJO HUMANO-----	1-16
Capítulo II	CONSIDERACIONES GENERALES-----	17-26
Capítulo III	EMISION DE LUZ AZUL POR UNIDADES DE POLIMERIZACION-----	27-43
Capítulo IV	EVALUACION DE LOS DAÑOS A RETINA Y OTROS ORGANOS-----	44-50
Capítulo V	MEDIDAS PREVENTIVAS-----	50-58
Capítulo VI	DISCUSION-----	59-61
	BIBLIOGRAFIA-----	62-64

I N T R O D U C C I O N

Dada la gran cantidad de materiales capaces de polimerizar , gracias al empleo de la luz halógena, los posibles riesgos profesionales del Cirujano Dentista se ven aumentados, ya que se ha establecido que el uso frecuente de estas unidades de emisión de luz visible puede ser un factor importante para ocasionar daños en la retina irreversibles.

Es por esto que este trabajo está encaminado a describir las características de la luz emitida por las unidades de polimerización, los efectos adversos que puede provocar y las medidas de -- precaución que hay que tomar para de esta manera evitar los daños que pudieran ser causados a la retina.

Aunque algunos autores citan que las medidas de precaución -- no deben tomarse con tanta severidad, La mayoría de la literatura disponible sobre este tema , sugiere que debe de usarse una pro-- tección que filtre las emisiones ocasionadas por las unidades de -- polimerización.

Tambien hay que considerar que debido a una falta de informa-- ción, los operadores de este tipo de unidades de polimerización, -- desconocen los riesgos a los cuales estan expuestos.

Es por esto, que el desarrollo de este trabajo va encaminado a brindar información que oriente al Cirujano Dentista sobre los -- riesgos y precauciones que debe de tomar , dado el uso tan frecuen-- te que tienen las unidades de polimerización con luz halogena.

CAPITULO I

EL OJO HUMANO.

El ojo humano adulto mide 2.5 cm. de diámetro aproximadamente y consiste en una esfera hueca llamada "Globo Ocular" cuyas cinco sextas partes están alojadas en las órbitas del cráneo. Además existen estructuras accesorias, como son las cejas, párpados, glándulas lagrimales, conjuntiva (Membrana protectora que cubre la parte expuesta del globo ocular), y seis pequeños músculos oculares - que fijan el ojo a su órbita y que lo capacitan para moverse en varias direcciones.

El ojo o globo ocular está movido por músculos oculares: cuatro rectos y dos oblicuos. Los rectos, que son el superior, el inferior, el externo y el interno, los cuales mueven al ojo hacia arriba, abajo, afuera y adentro. Los oblicuos, grande y pequeño, imprimen al ojo movimientos de rotación. El ojo es probablemente el único órgano del cuerpo que posee tanto músculos voluntarios como involuntarios. Los voluntarios son los seis oculares que permiten el movimiento del globo en cualquier dirección deseada bajo control de la voluntad. Los involuntarios regulan el tamaño de la pupila y los ciliares intervienen en la acomodación, afectando la curvatura tanto del cristalino como de la córnea.

ESTRUCTURAS DEL OJO: El globo ocular está compuesto esencialmente de tres cubiertas o capas.

CAPA EXTERNA: Llamada túnica fibrosa, está dividida en dos regiones.

- 1.- Cornea transparente, que es la porción más anterior constituida de varias capas celulares que cubren la porción expuesta del ojo, representando aproximadamente una sexta parte de su

superficie.

2.- Esclerótica es una membrana firme, blanca, densa y semirígida, que cubre el resto del ojo, protegiendo, sus partes internas. Los músculos oculares se extienden desde la esclerótica a la órbita.

CAPA MEDIA

Llamada túnica vascular y tienen tres regiones: la capa coroides, el proceso ciliar y el iris.

La capa coroides es una membrana delgada, oscura, muy vascularizada y pigmentada por una sustancia negra o melanina. La coroides en su parte anterior presenta un tabique vertical o iris, que en su centro tiene un orificio llamado pupila o niña del ojo. La pupila se contrae y dilata por los músculos radiales y circulares que existen en el iris, por lo que este órgano actúa como diafragma que regula la cantidad de luz que penetra en el ojo, regulando el tamaño de la pupila por medio de la respuesta refleja de sus músculos. Los músculos del iris ayudan también a la formación de imágenes claras en la retina.

En la cara interna del iris y cerca de su borde se encuentra un reborde circular constituido por el músculo ciliar y los cuerpos o procesos ciliares, que tienen intervención en la acomodación,

CAPA INTERNA

Recibe el nombre de retina y es la estructura fotosensitiva del ojo. Está considerada como una porción modificada del encéfalo primitivo y es de estructura y función principalmente nerviosa, en la que se recibe las impresiones luminosas. La retina es una capa incompleta, ya que no existe en la parte expuesta del globo ocular y es el tejido del cuerpo humano con mayor consumo de oxígeno.

Es la parte de la tónica nerviosa que se extiende desde el orificio del nervio óptico a la ora serrata. Tiene la forma de una esfera hueca que se aplica a la superficie interior de la coroides y que abarca el cuerpo vitreo.

Disminuye de espesor de atrás a adelante, 0.4 mm. de espesor en su extremidad posterior y 0.1 mm. en la ora serrata.

SUPERFICIE EXTERIOR.

Lisa, negruzca y convexa, corresponde a la lámina vitrea de la coroides, a la que se adosa simplemente, sin que se establezca adherencia en estado normal.

SUPERFICIE INTERIOR.

Cóncava y vuelta hacia adelante, se amolda a la superficie del cuerpo vitreo sin que exista adherencia. Es regularmente lisa pero presenta en su parte posterior dos regiones o zonas importantes:

1.- PAPILA OPTICA.

Es el punto por el cuál penetra el nervio óptico en el globo del ojo y se expansiona para formar la retina. Tiene la forma de un pequeño disco blanquesino, de 1.5 mm. de diámetro colocado a 3 mm. por dentro y un milímetro por arriba del polo posterior del ojo. Presenta en su centro una depresión, "Excavación central de la papila" a cuyo nivel se observan como penetran y se dividen los vasos centrales de la retina.

2.- MANCHA AMARILLA.

Mácula lútea o mácula, es una zona de forma oval, alargada en sentido transversal, que tiene 3 mm. de anchura por 1.5 mm. en su diámetro vertical; está colocada exactamente en el polo posterior del ojo y por lo tanto a 53 mm. por fuera y 1 mm. por abajo de la pa

pila. Es de color amarillento, a causa de un pigmento especial, - que en este punto impregna las células superficiales de la retina. Como es más gruesa en sus bordes que en el centro, este queda deprimido formando la " Fovea Centralis ".

BORDE ANTERIOR.

Corresponde a la ora serrata de la coroides y recibe el mismo nombre, " Ora Serrata de la Retina ". Se presenta con el aspecto de una línea festoneada, colocada un poco por delante del ecuador del ojo y formada por una serie de arcos de desigual tamaño, cóncavos - hacia adelante y separados por puntas más o menos largas que se dirigen hacia adelante y que son más pronunciadas en la mitad interna que en la mitad externa del ojo.

Posee dos capas: Una pigmentada y una sensorial interna.

CAPA PIGMENTADA.

Contiene las enzimas necesarias para sintetizar la Rodopsina, - que previene la reflexión de la luz dentro del ojo y posee melanina que da el color pardo a los ojos, el resto de sus capas es incoloro y transparente, en la obscuridad, adquiere un color rojizo a causa de la RODOPSINA O PURPURA RETINIANA, se acumula en el segmento externo de los bastoncillos. Es de consistencia débil y fácilmente -- desgarrable.

CAPA SENSORIAL INTERNA

Está formada por células llamadas conos y bastones. Los bastones son más largos y delgados y los conos son cortos y gruesos. Los bastones y conos son los receptores sensitivos altamente especializados para el estímulo visual luminoso y son neuronas modificadas. El segmento externo de los conos y bastones es la parte especial de la-

célula sensitiva a la luz. Las otras dos subcapas de la cubierta sensorial interna van de los conos y bastones hacia el centro del globo ocular y están formadas de células horizontales y bipolares de células ganglionares retinianas, cuyos axones convergen justamente antes de abandonar el ojo para constituir el nervio óptico que transmite los impulsos al área sensitiva de la corteza cerebral.

LA FOVEA Y LA DISTRIBUCION DE CONOS Y BASTONES.

Cerca del centro de la superficie retiniana, existe una pequeña mancha amarillenta llamada "Mácula" que contiene una depresión diminuta de cerca de 1 mm. de diámetro y que se llama fovea. La fovea es la región de la agudeza visual; el área en la cuál la imagen de un objeto está normalmente en foco, como los rayos luminosos en una cámara. Ayuda a la percepción aguda de color y detalles. Su estructura es única, ya que la capa sensible a la luz solamente posee densos paquetes de cono. A excepción de la capa de conos y la capa pigmentada, todas las otras capas retinianas están ausentes en la fovea o son muy delgadas. La visión en la región retiniana que rodea a la fovea es menos sensible al detalle y al color y progresivamente se hace menos definida y aguda a medida que va del centro de la retina a las áreas periféricas. Esto se relaciona con la distribución en la retina de aproximadamente siete millones de conos, concentrados mayormente en la fovea y disminuyendo a medida que aumenta la distancia del centro de la retina a las áreas periféricas.

Por el contrario, los aproximadamente 120 millones de bastones que se estima tiene la retina y que son los responsables de la "Visión Nocturna" o bajo luz difusa, aumentan en concentración a medi-

da que se alejan de la fovea. Aunque los bastones son más sensibles que los conos a la luz de menor intensidad, no proporcionan una sen-sación de color, respuesta que es exclusiva de los conos. Los basto-nes producen reacciones visuales solamente para el negro y el blan-co ó mezclas de los dos.

PUNTO CIEGO

El area de convergencia de los procesos nerviosos de la retina antes de penetrar al fondo del ojo como nervio óptico rumbo al cere-bro, recibe el nombre de disco óptico o punto ciego, y es un hundi-miento circular de color blanco cremoso, insensible a la luz y que se encuentra sobre la superficie retiniana.

ESTRUCTURA DE LA RETINA

La retina está compuesta por una serie de capas superpuestas, siguiendo la nomenclatura de Ramón y Cajal modificada por Morax.

Procediendo de la coroides hacia el cuerpo vítreo, se encuentran:

- 1.- Capa del epitelio pigmentario.
- 2.- Capa de los conos y bastoncillos (capa de las células visuales de Ramón y Cajal).
- 3.- Membrana limitante externa.
- 4.- Capa de las células visuales (capa granulosa externa).
- 5.- Capa basal (capa plexiforme externa de Cajal).
- 6.- Capa de las células bipolares (granulosa interna).
- 7.- Capa de las células unipolares (capa de las células amacrinas-
o espongioblastos).

- 8.- Capa del plexo cerebral (capa plexiforme interna).
- 9.- Capa de las células ganglionares o multipolares.
- 10.- Capa de las fibras ópticas.
- 11.- Membrana limitante externa.

A nivel de la papila, no existe propiamente la retina con sus diferentes capas, sino tan solo las fibras del nervio que perforan la lámina cribosa de la esclerótica y se expansionan en sentido divergente; por eso en ese sitio no se perciben sensaciones lumino - sas y se denomina " Punto Ciego de la Retina ". En cambio el punto de la retina donde se perciben con más claridad los rayos lumino - sos es una mancha amarilla; hay una desaparición gradual de los -- bastoncitos y un mayor número de conos, de células ganglionares, - bipolares; un pigmento espec- al luteínico impregna las capas pro - fundas.

VASOS NERVIOS ARTERIAS.

La sangre arterial le llega por medio de la Arteria Central - de la Retina, rama colateral de la oftálmica, que penetra en el espesor del nervio óptico un poco por detrás del punto en que éste - perfora la esclerótica. Frecuentemente suministran la central de - la retina muy cerca de su origen, dos o más arteriolas que se diri gigen a la región de la mácula y se distribuyen en ella (Arterias - Maculares) . Alguna vez sucede que unas ramitas precedentes de - las ciliarias posteriores y que llevan el nombre de arterias Cilio - retinales contribuyen a la nutrición de esta capa nerviosa.

VENAS

Son las Venas Centrales de la Retina, originadas en las redes capilares de ésta, y que en su trayecto hacia la papila siguen una

dirección paralela a los ramos arteriales y hata se cruzan a veces, se encuentran separadas de estos por una distancia más o menos grande. Las venas centrales de la retina, superior e inferior, salen por la región de la papila, y al separarse del nervio óptico, desembocan en las venas oftálmicas superiores y a veces directamente en el seno cavernoso.

NERVIOS

No existen propiamente nervios en la retina aparte de las fibras del nervio óptico. Los pequeños filetes nerviosos que alcanzan a dicha membrana siguiendo a las arterias, son probablemente vasomotores que regularizan la intensidad de la circulación, modificando en ciertos límites el calibre de los vasos.

CRISTALINO

Se encuentra dentro del globo ocular, detrás de la papila, es el más importante de los medios transparentes y refringentes del ojo. Es una estructura biconvexa, transparente, elastica, de color amarillo pálido, colocada inmediatamente por detras del iris y de las cámaras anteriores y posteriores del ojo y por delante del cuerpo vítreo. Es una transparencia clara y cristalina constituida de una cubierta o capsula proteínica.

El cristalino está suspendido por fibras llamadas, en conjunto, " Ligamento suspensorio " Y que conecta toda la circunferencia de la lente al proceso ciliar, el cual tambien une el iriris con la coroides. El cristalino no solo efectua la función de lente al foco luminoso sino que también sirven como filtros de luz, impidiendo que llegue a la retina luz de longitudes de onda menores de 400

mu. Los cambios de curvatura del cristalino (reflejo involuntario causado por la misma luz) y el grado al cuál el cristalino enfoca la luz, son determinados por el grado de concentración del músculo ciliar.

El diámetro del cristalino es de 9-10 mm; su eje anteroposterior representado por la línea que une el punto central de sus dos caras, mide 4.5 mm; pero esta cifra varía puesto que aumenta en la visión de los objetos cercanos y disminuye en la visión de los objetos lejanos. Pesa 25 cg. y se haya mantenido en su posición por un sistema de fibras radiadas que se insertan en su cápsula, cerca de su borde periférico, y que recibe el nombre de " Ligamento Suspensor del Cristalino o Zónula ".

El tejido del cristalino es esencialmente elástico, de tal manera que se deforma con relativa facilidad, pero tiende a recuperar pronto su forma primitiva. La coloración varía con su desarrollo -- del individuo, en el feto y niño es transparente, en el adulto toma un tinte amarillento muy débil que empieza en la región del eje y se expande difusamente hacia el borde periférico; ésta coloración aumenta con la edad. Su consistencia cambia en las distintas edades hasta que en el anciano se vuelve duro, especialmente en el centro, donde la porción más consistente se conoce como " Núcleo del Cristalino ". Su índice de refracción es de 0.430 en el niño y 0.440 en el adulto.

CARA ANTERIOR.

Es convexa y tiene un radio de 9 mm. está en relación, al nivel de su centro con el orificio pupilar y más periféricamente forma la cara posterior de la cámara posterior del ojo, que es el espa

cio lleno de humor acuoso que separa el cristalino de la capa posterior del Iris.

CARA POSTERIOR.

Es un casquete de esfera, con radio de 5mm. en relación con la cara posterior del cristalino (Focea Patellaris).

Los puntos medios de las caras anterior y posterior se llaman " Polos del Cristalino ".

CONSTITUCION ANATOMICA.

CAPSULA DEL CRISTALINO

Recibe el nombre de " Cristaloides ". Membrana transparente -- delgada y resistente que rodea completamente el cristalino, se subdivide en cristaloides anterior, más gruesa y cristaloides posterior -- más delgada; se continúa una con otra al nivel del ecuador.

CAPA EPITELIAL.

Formada por una sola hilera de células cúbicas o cilindroideas que se aplica a la cara posterior de la cristaloides anterior y termina un poco por atrás de la línea ecuatorial.

FIBRAS DEL CRISTALINO.

Se agrupan unas con otras, se unen por sus bordes y forman capas concentricas reunidas por una substancia amorfa. La " Substancia Amorfa " del cristalino se desarrolla sobre todo al nivel del eje anteroposterior y emite prolongaciones subcapsulares anteriores y posteriores.

APARATO SUSPENSOR DEL CRISTALINO

El cristalino se mantiene en su lugar por el cuerpo vítreo hacia atrás y con el iris en la parte anterior, pero sobre todo por un sistema de fibrillas que , partiendo de la porción ciliar de la

retina, se dirigen hacia el ecuador del cristalino y se insertan en su cápsula. llamadas " Zónula de Zinn ".

ZONULA DE ZINN

A través de la zónula de Zinn se ejerce la acción del músculo ciliar para los efectos de la acomodación del cristalino en la visión de los objetos lejanos y cercanos.

Se considera que la zónula está ejerciendo constantemente una tensión centrífuga sobre el cristalino que lo mantiene más o menos aplanado. Cuando se trata de mirar un objeto cercano, se contrae el músculo ciliar, aproximando hacia adelante la zona de inserción periférica de la zónula, lo que da por resultado que disminuya la tensión de las fibras zonulares y que el cristalino se vuelva más convexo y aumente su convergencia. Por lo contrario, si aumenta la tensión de la zónula el cristalino se aplanan y de esta manera se acomoda para la visión de los objetos lejanos.

NUTRICION DEL CRISTALINO

En el feto, por la arteria hialoides, en el nacimiento, la arteria se oblitera, desaparece.

El cristalino no posee vasos sanguíneos desde la época del nacimiento. Se nutre por el humor acuoso (Linfa) que circula en el cristalino por los intersticios de las capas de fibras y en los espacios ocupados por la sustancia amorfa. El humor acuoso llega al cristalino por su borde periférico a través de los cristaloides y proviene de los procesos y valles ciliares.

Después de impregnar al cristalino, vuelve a salir para penetrar en las cámaras posteriores y anterior del ojo, sigue hacia el ángulo iridocorneal y por los espacios de Fontana y el cpnducto de

Schlemm se reintegra a la circulación venosa, pasando por las venas esclerales.

CAMARAS DEL OJO Y SU CONTENIDO

El ojo es una esfera hueca que contiene dos cámaras principales. En la porción anterior, entre la córnea y el cristalino está la cámara principal del ojo. Está lleno con un fluido claro llamado humor acuoso. El segundo espacio, entre el cristalino y la retina es más grande y está ocupado por un material gelatinoso llamado humor vítreo. Para llegar a la retina los rayos luminosos deben pasar sucesivamente por la córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo.

HUMOR ACUOSO Y CAMARAS DEL OJO

El iris divide a este espacio en dos partes:

CAMARA ANTERIOR.

Tiene la forma de un disco plano convexo, en el cuál se distinguen dos caras y una circunferencia.

-Cara anterior: Cóncava, formada por la cara posterior de la córnea.

-Cara posterior: Ligeramente convexa, la forman la cara anterior del iris y, al nivel del orificio pupilar, la porción central de la cara anterior del cristalino. Profundidad de la cámara anterior: 2.5 mm., por término medio.

-Circunferencia: Se llama ángulo esclerocórneal, ángulo iridocorneal ó ángulo de la cámara anterior.

CAMARA POSTERIOR.

Más pequeña, tiene la forma de una cavidad anular, aplanada de adelante a atrás y de sección triangular; presenta dos caras y dos-

circunferencias.

-Cara anterior: Formada por la cara posterior del iris.

-Cara posterior: Formada por la parte periférica de la cara anterior del cristalino.

-Circunferencia menor: Colocada a nivel de la pupila, donde el iris se pone en contacto con el cristalino.

-Circunferencia mayor: Se relaciona hacia atrás con el segmento interno de las fibras preecuatoriales de la zónula y más hacia afuera, con la extremidad interna, abultada de los procesos ciliares.

HUMOR ACUOSO.

Es un líquido transparente, incoloro, con densidad de 1.005, que lleva en suspensión células de la linfa en escasa cantidad y que se forma por extravasación del plasma al nivel de los vasos sanguíneos de los procesos ciliares y del iris.

El humor acuoso se vierte en la cámara posterior y en los recessus de Kauth; pasa al conducto de Petit, atraviesa y nutre al cristalino, se desliza por los intersticios de las fibras y por la sustancia amorfa. Se vierte en la cámara anterior al nivel de la pupila, o atravesando los espacios linfáticos del iris. Una vez en la cámara anterior, el humor acuoso se dirige hacia el ángulo iridocorneal, atraviesa los espacios de Fontana. luego el conducto de Schlem y va finalmente a las venas esclerales. Se reintegra de esta manera a la circulación venosa.

" Interviene en la nutrición del cristalino, iris y la córnea"

CUERPO VITREO.

Es el más voluminoso de los medios transparentes y reingren-

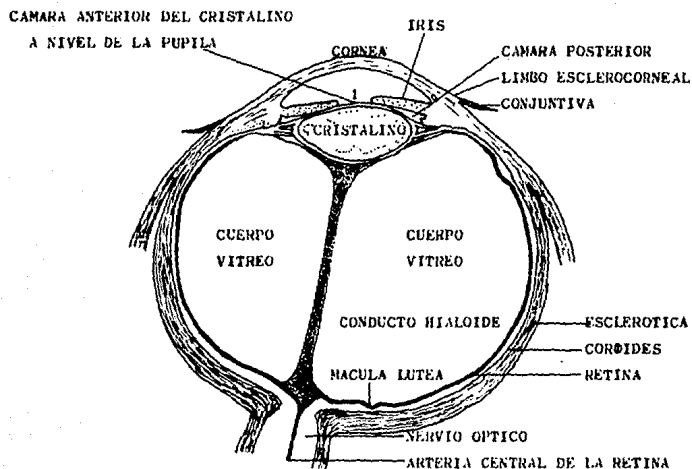


Fig. 1 Corte Horizontal del Globo Ocular.

(1. CÁMARA ANTERIOR)

tes del ojo. Ocupa los dos tercios posteriores de la cavidad del globo ocular, llenando el espacio que queda entre el cristalino y la zónula hacia adelante y la retina hacia atrás.

Tiene la forma de un esferoide, en la parte anterior, se encuentra la depresión " Fosa Patellaris ". En la parte posterior la depresión " Area Martegiani "; el resto de la superficie es lisa y regular, se corresponde con la superficie interior de la retina. Está recorrido de atrás hacia adelante por un espacio delgado y tubular que empieza en el área Martegiani y termina por delante en la fosa Patellaris. Este conducto central se llama Conducto de -- tilling o de Cloquet.

El cuerpo vitreo está compuesto por una delgada membrana hialina, que lo cubre en toda su extensión y por el humor vitreo. La membrana se denomina hialoides.

Microscópicamente la hialoides aparece como una condensación en la parte periférica del cuerpo vitreo. Irregularmente colocadas en su cara profunda, se encuentra a veces algunas células aplanadas " Células Subhialoides de Ciaccio " probablemente son glóbulos blancos.

HUMOR VITREO

Es una masa de aspecto gelatinoso de consistencia parecida a la clara de huevo y recorrida por un sistema de hendidura muy estrechas, las cuales en las porciones periférica del humor vitreo, se disponen en círculos concéntricos, mientras que en las partes vecinas al conducto hialoide se ordenan en sentido radiado; se dice por eso que el humor vitreo semeja en su perifería a hojas de cebolla y en el centro a gajos de naranja (Figura 1).

FOTORECEPTORES

SENSIBILIDAD A LA LUZ

La luz es una forma de radiación electromagnética, visible a nosotros por medio del ojo. La luz visible se define arbitrariamente como las longitudes de onda de radiación electromagnética que están entre los 400 y 700 milimicrones ó 4000 a 7000 unidades Angstroms, por lo que pueden ser captadas por el ojo humano.

Muchos biólogos consideran la sensibilidad a la luz, especialmente en la región ultravioleta (100 a 3,900 μ) y en menor grado en la región visible, común del protoplasma.

Las células fotorreceptoras del ojo inician procesos visuales con longitudes de onda tan bajas como 350 μ y tan altas como 800-miliunidades. Por lo que no nos hacemos ciegos repentinamente a longitudes de onda por debajo de 400 o arriba de 700 μ .

C A P I T U O I I

CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se mencionaran algunos conceptos y definiciones sobre la luz y los colores, con la finalidad de refrescar los conocimientos básicos y así facilitar la mejor comprensión sobre el tema a tratar en este trabajo.

L U Z

El físico inglés James Clerk Maxwell pudo encontrar la velocidad de la luz en el vacío 300 000 km/seg , por lo que llegó a unificar la óptica y el electromagnetismo afirmando:

¡ La luz es una onda electromagnética !. Y es una forma de la energía que impresiona el sentido de la vista.

CUALIDADES DEL COLOR

Los diferentes colores que puede percibir el ojo, se pueden distinguir entre sí. Destacando entre ellos cualidades como son: brillo, matiz y saturación.

BRILLO: Intensidad de la impresión sensorial que recibe el ojo, " Fuerza " .

MATIZ O TINTE: Cualidad del color al que debe su nombre, rojo, azul, etc. dependiendo de la longitud de onda y de la frecuencia de la luz de que se trate.

SATURACION: Corresponde a la cantidad de luz blanca que acompaña al matiz o tinte de que se trate.

DISPERSION DE LA LUZ

La luz blanca, al pasar por el prisma, se dispersa en los co-

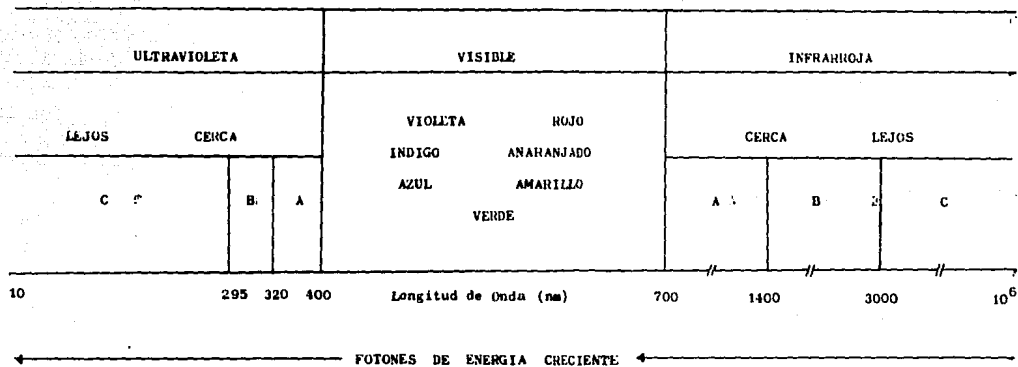


Fig. 2 Radiación Óptica

lores del arco iris; rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo (o añil) y violeta, como se puede observar en la figura 2

Disco de Newton. Cuando está en reposo, se ven los colores del arco iris que se encuentran pintados radialmente sobre él, pero al hacerlos girar rápidamente, dichos colores se mezclan en la retina, con lo que el disco se ve blanco.

LONGITUD DE ONDA

CRESTA: Son las partes altas de las ondas transversales.

VALLES: Son las partes bajas de las ondas transversales.

Al conjunto de crestas y valles completos, se le denomina ONDA cuyo largo recibe el nombre de Longitud de Onda.

LONGITUD DE ONDA: Es una característica muy importante, porque no cambia mientras el movimiento ondulatorio se transmite en un mismo medio, midiéndose en metros (m), kilómetros (km), etc.

V I S I O N D E L O S C O L O R E S

Para ver los colores, la retina cuenta con dos clases de células nerviosas, que por sus formas, se llaman bastones y conos, respectivamente.

Los Bastones, son más numerosos; cada ojo presenta alrededor de 130 millones, únicamente perciben la sensación de claridad y brillo.

Los Conos, Son los que pueden percibir el matiz, y se encuentran mezclados con los bastones, siendo mucho menos numerosos: Alrededor de 7 millones en cada ojo, con tres tipos diferentes.

Los Rojos: Son los que perciben principalmente este matiz, que corresponde a la mezcla de los matices espectrales del rojo, anaranjado y parte del amarillo, del espectro continuo.

Los Azules: Perciben principalmente a este matiz, que corresponde a la mezcla de los matices espectrales de parte del azul, índigo y al violeta, del espectro continuo.

Los Verdes: Perciben principalmente este matiz, que corresponden a la mezcla de los matices espectrales de parte del amarillo, verde y parte del azul del espectro continuo.

La enorme gama de colores que puede percibir el ojo, se debe a las diferentes proporciones en que se impresiona las tres clases de conos y los bastones.

Los colores pueden producirse por mezcla aditiva de los matices primarios; Rojo, verde e índigo, que mezclados pueden dar cualquier otro. Mezcla sustractiva de los pigmentos o filtros primarios amarillo turquesa y el solferino, que mezclados pueden dar lugar a cualquier matiz.

C O L O R E S	λ L O N G I T U D D E O N D A
ROJO	6.500 A (650 <u>m. m.</u>)
ANARANJADO	6.500 A (650 <u>m. m.</u>)
AMARILLO	5.800 A (580 <u>m. m.</u>)
VERDE	5.200 A (520 <u>m. m.</u>)
AZUL	4.700 A (470 <u>m. m.</u>)
VIOLETA	4.100 A (410 <u>m. m.</u>)

TIPO DE RADIACION: Rayos ultravioleta o Luz visible.

FRECUENCIA CICLOS/SEG. 10^{16}

LONGITUD DE ONDA (METROS) 10^6

PUEDE SER DETECTADA POR: Cámara fotográfica y el Ojo Humano.

DAÑO FOTOQUIMICO:

Si la radiación contiene una alta proporción de ondas largas- (luz azul), entonces la alta energía de los fotones de el rayo - pueden producir daño en el proceso fotoquímico de las células de - la retina.

DAÑO TERMICO

La radiación enfocada puede ser suficientemente intensa, para quemar la retina.

EFFECTOS OPTICOS DE LAS UNIDADES DE CURACION CON LUZ ULTRAVIOLETA.

El uso de la luz ultravioleta como activadora de materiales - de resina compuesta se ha ido superando en la restauración dental. Ha sido desarrollado en intento para superar las deficiencias de - la temprana radiación ultravioleta polimerizable y autocatalítica- con resinas compuestas.

El uso de la radiación ultravioleta pone un obstáculo para am - bos, dentista-paciente, y teóricamente usando las unidades de luz - o radiación visible podrían ser contados para evitar tales riesgos actualmente hay evidencia para sugerir que esto no puede ser el ca - so. Hemos comenzado el estudio para examinar la magnitud de los -- obstáculos de los ojos, tales como los cursos de la luz actual y - ya hemos identificado aquellos aspectos del régimen expuesto el -- cuál causa molestia al dentista.

Los materiales de resina compuesta que son polimerizados por radiaciones visibles son accesibles ampliamente para la profesión- dental. Su principal uso, hasta los últimos años, ha sido para la- restauración y mejoramiento cosmético del diente anterior Sin em -

bargo, ahora las compañías de manufactura dental están buscando y vendiendo resinas compuestas fotopolimerizadas para restauraciones posteriores con grandes logros. Es mediante estos materiales que llegarían a ser de los mejores materiales restaurativos en práctica dental dentro de la próxima década, para la extensión del reemplazo de la restauración de la cerámica como un tratamiento de bajo costo y efectivo.

Unidades que producen luz ultravioleta intensa fueron vendidas para el efecto de la polimerización de resinas compuestas. La fibra óptica y otros sistemas de los conductos de luz por lo general son empleados para permitir que la luz sea proyectada del curso de la luz del diente que está siendo tratado. Muchos de los parámetros importantes han sido determinados, tales como los del lado extremo y la corriente luminosa en relación con el tiempo de polimerización.

Las ventajas de la radiación visible comparada con la radiación ultravioleta como un medio de polimerización han sido probadas. Hay una mejor polimerización y menos intensidad de la lámpara y los riesgos ópticos y celulares asociados con la radiación ultravioleta pueden ser evitados. En comparación con los catalizadores químicos hay un tiempo de trabajo prolongado, mejorando la estabilidad del color y la eliminación de aire atrapado.

Sin embargo, el uso normal de la radiación visible trae consigo algunas desventajas:

- Hay un requerimiento del dentista para igualar el color del trabajo restaurativo anterior. Sin embargo, usando la unidad de luz en un diente anterior, el operador no puede evitar fácilmente el des -

lumbre de la colocación inicial de la luz lateral, y como resultado una imagen puede ser observada después, por lo general toma la forma de una imagen subjetiva intracelular observándola de diferente brillantez y la cuál deteriora la visión normal por período de 2 minutos

- La adaptación puede exacerbar otro problema tal, como los efectos de radiación en las estructuras al lado del ojo.

Este problema es el más delicado, debido a que la radiación puede dañar a las estructuras del ojo. La probabilidad de tal daño depende de dos factores: De la longitud de onda de la radiación óptica y la cantidad de energía en el rayo. La longitud de onda determina a donde se dirige la energía para ser absorbida y la cantidad de energía influye en la reacción del tejido. El término radiación óptica es aplicado al nivel de la longitud de onda 10mm a 1mm la cuál adopta regiones del espectro electromagnético.

EMISION DE LUZ AZUL POR UNIDADES DE POLIMERIZACION

El mecanismo que lleva a la solidificación de un monómero, en los materiales actualmente existentes, consiste en una reacción de polimerización por adición. Esto significa que el monómero tiene una o dos dobles ligaduras se abren y se saturan por unión de varias moléculas formando macromoléculas o cadenas de polímero.

Cuando existe una sola doble ligadura se forma un polímero de cadenas lineales que llega a ser sólido únicamente por la existencia de uniones químicas secundarias entre ellas.

Si, en cambio, la molécula del monómero posee dos dobles ligaduras que pueden desdoblarse se genera la formación de cadenas cruzadas. El polímero resultante es termofijo, más estable y con pro -

propiedades superiores al de cadenas lineales.

Para lograr la transformación del monómero en polímero es necesario que algo se encargue de brindar la energía suficiente para -- desdoblar las dobles ligaduras, es decir que se necesita un iniciador del proceso.

Para poder hacerlo en las condiciones en que se desenvuelve la práctica odontológica, ese iniciador debe ser un agente químico. -- Por lo común se trata de un peróxido que puede descomponerse dejando radicales con energía como para abrir una doble ligadura. Como esta, a su vez, queda en esas condiciones con exceso de energía, la comparte abriendo la doble ligadura de otra molécula de monómero y así se propaga la reacción.

Esta acción de iniciador se realiza muy lentamente y no lleva a la obtención de un polímero adecuado y mucho menos en tiempos clínicamente aceptables. La reacción debe ser acelerada o activada. Para ello el uso del iniciador debe complementarse con la acción de un acelerador o activador que actúa sobre aquél y permite obtener un polímero satisfactorio en un tiempo reducido.

Los activadores empleados son otros agentes químicos que pueden actuar sobre el peróxido iniciador acelerando su descomposición. Agentes físicos pueden producir esa misma acción. El calor no puede ser considerado en el caso de resinas para empleo directo en boca ya que las temperaturas requeridas superan las tolerables para esta situación. Pero se puede emplear, si se utiliza el iniciador adecuado, otros agentes físicos como " LA LUZ ULTRAVIOLETA O LA LUZ AZUL" para activar la polimerización.

Como consecuencia las resinas para restauraciones directas endurecen mediante una reacción de polimerización que es iniciada -

siempre por un medio químico, pero que puede ser activada por medios químicos o por medios físicos como la luz ultravioleta o la luz visible. La diferencia entre las primeras, a las que se acostumbra denominar resinas de autocurado, y a las segundas, consiste tan solo en diferencias de forma de trabajo y no en diferencias de mecanismo de endurecimiento o de estructura final del material.

ACTIVACION POR LA LUZ ULTRAVIOLETA

En algunos casos el material se suministra como una sola pasta en la que se incorpora un iniciador (por ejemplo: éter metílico de la bezofina) que se descompone por acción de la radiación ultravioleta. En un producto de este tipo se logra eliminar una posible desventaja de las resinas reforzadas (Su tiempo de endurecimiento breve que obliga a un trabajo rápido).

Al ser el iniciador activado por un agente físico el endurecimiento del material solo se reproduce cuando se hace actuar sobre él la luz ultravioleta empleando algún dispositivo que emita la luz y la lleve sobre el diente de manera adecuada. El tiempo de un material mediante este sistema es prácticamente ilimitado.

Sin embargo, se debe tener presente que en estos productos la polimerización es también producida por un iniciador químico, y lo único que por consiguiente cambia con respecto a los otros sistemas es el modo de activación y no el tipo de polímero obtenido.

Como la radiación ultravioleta tiene posibilidad limitada de penetración en la masa de material, solo es posible hacer endurecer porciones de unos pocos milímetros de espesor por vez. Puede ser necesario completar la restauración en capas si su volumen es grande.

ACTIVACION POR LUZ VISIBLE.

Algunas resinas pueden ser activadas por un emisor de luz visible

ble, de una longitud de onda perfectamente controlada. El mecanismo es similar al mencionado en la luz ultravioleta. Existen equipos -- que permiten emitir una radiación ultravioleta, una visible y otras con diferentes longitudes de onda para varios usos en el consultorio (transiluminación, detección de placa, polimerización de resinas).

La luz visible tiene un espectro de 400-700 nm.

La más efectiva banda de curación es en la región azul o azul-verde del espectro electromagnético.

Para los azules: Longitudes de onda de 424-491nm.

Para los verdes: Longitudes de onda de 491-575 nm.

Las primeras resinas fotosensibles desarrolladas fueron polimerizadas con radiación ultravioleta, ahora la mayoría de las resinas son polimerizadas con luz azul violeta.

C A P I T U L O I I I
E M I S I O N D E L U Z A Z U L P O R U N I D A D E S D E P O L I M E R I Z A C I O N

En la literatura de Investigación Dental, los autores han realizado estudios con unidades generadoras de luz azul para polimerizar, así podríamos citar a: Paul Erikson, et al, quién establece en este estudio, que las luces dentales examinadas consisten de una fuente luminosa adjunta y (provisión de poder) acoplados a una " pistola " por medio de un cable de fibra óptica o luz guía. Del cable de fibra óptica o la punta de la pistola sale la luz directamente para que la resina sea polimerizada.

La fuente de luz es una lámpara de Tugsteng y Halógeno cuya salida es transmitida por una barra de cuarzo o un cable de fibra óptica a el diente bajo tratamiento.

La exposición directa a la punta de este instrumento debe estar dentro de una distancia de vista tal que la fuente bajo cuidado esté en un ángulo mayor de 11 miliradians.

Los primeros tipos de fuentes de luz fueron fuentes de radiación ultravioleta con muy poco rendimiento visible.

Sobre todo en los casos en los que se demostró que el empleo de las resinas fotopolimerizadas con luz azul-violeta daban como resultado una mejor polimerización.

Las ventajas de las resinas polimerizadas con luz azul-violeta son con mayor consistencia en la profundidad del material polimerizado. Considerando que la radiación ultravioleta nos da una superficie menos profunda. Generalmente el polimerizado completo de una resina toma de 30-35 segundos.

Existen parametros solamente para la exposición ocupacional ii mitada a la luz clara (otros como para laser). Sin embargo ACGH - Conferencia Americana Gubernamental en Salud. Ha sido propuesta la TLV (Valor limitado sobre lista Establecida). En un intento por establecer varios daños y los que fueron usados en este estudio.

El riesgo de la luz azul TLV es $LB (max)=100 J cm^{-2} srp^{-1}$ por un tiempo de exposición menor de 10 segundos. El riesgo térmico TLV es $L_R (max)=1$ (a 1) donde:

A= Angulo bajo cuidado de la fuente en radiales.

T= Es la duración de la vista en segundos (con un límite de 10 seg.)

LB= Luz azul irradiada.

L_R = Daños térmicos por radiación.

Sin embargo, porque la iluminación fué muy alta la respuesta de aversión de los ojos limitarían la exposición del tiempo aproximadamente 0.25 seg. a una distancia de la vista de 15 cms. la cuál es menor del punto de acomodamiento de 25 cm. por un individuo normal.

De este modo solo los riesgos de luz azul fueron considerados con ningún interés práctico.

En consecuencia el tiempo máximo de finación T_{max} [Calculado de la radiación de la luz azul (LB) y el TLV por esta cantidad (1,2)] mostrado en la tabla .1. se observa que el tiempo máximo varía de 4 min. a más de 100 minutos.

Sin embargo la luminicencia de la luz dental excede al brillo máximo de confort de $10^4 cd/m^2$ por trabajo interno.

Aunque la más efectiva banda de polimerización es en la región azul-verde del espectro electromagnético en varias unidades (Command

TABLA: 1

Cantidades Medidas y Calculadas en radiométrico y fotométrico usadas para describir la producción de aparatos de luz polimerizable.

FUENTE	D mm	E	E_{cff}	E_{UVA}	E_B	E_V	L_V cdm ⁻²	L_B Wcm ⁻² sr ⁻¹	L_R Wcm ⁻² sr ⁻¹	T_{max} (L_B) min
		$uWcm^{-2}$ (0.3m)	$uWcm^{-2}$ (0.3m)	$uWcm^{-2}$ (0.3m)	$uWcm^{-2}$ (0.3m)	lx (0.3m)				
Caulk Prisma-Lite (1)‡	5	40	ND	0.07	12	41	1.9×10^5	0.060	0.61	28
Caulk Prisma-Lite (2)	5	88	ND	0.24	46	95	4.4×10^5	0.21	2.1	8
Caulk Prisma-Lite (3)	5	71	ND	0.05	37	73	3.3×10^5	0.17	1.7	10
Command (1)	5	190	ND	5.5	95	220	1.0×10^6	0.43	4.5	4
Command (2)	5	120	ND	3.6	58	110	5.1×10^5	0.27	2.8	6
Command (3)	5	110	ND	2.2	46	110	5.0×10^5	0.22	2.3	8
SPECTRA-Lite&	5	34	ND	0.90	12	37	1.7×10^5	0.030	0.31	56
Norland Opticure//	7	130	ND	61	43	92	2.1×10^5	0.10	1.1	17
Western Electric **	7	26	ND	16	6.4	057	1.3×10^3	0.015	0.16	110
Caulk NUVA-Lite	10	9.4	ND	8.1	0.4	055	6.3×10^2	0.0043	0.044	-
Midwest Insite**	5	202	ND	0.45	21	414	1.9×10^6	0.096	1.7	17
Elipar**	7	81	ND	0.00	56	63	1.5×10^5	0.13	1.3	13

- Tiempos permisibles de exposición dados en minutos D es diámetro de la punta-fuente.
- + Lámpara cerrada a quemar.
- & Evaluado en Fortaleza Sam Houston, Texas.
- // Unidad Nueva.
- ** Unidad Vieja.
- ND No Detectable.

Fiber. Lite, Insight II, Kavo/Vicon "DLS", y Visor 2), tiene un pico sobre las regiones roja o infrarroja. Una unidad, la Kavo/Vicon "DLS" es propuesta en general una fuente de luz designada para la iluminación de la fibra óptica, como para polimerización, así uno puede expedir para tener un enlace fuera del camino entre el espectro visible, esto es interesante que el Midwest Insight II, otra fuente de luz multiple, usa un filtro azul sobre la porción de fotopolimerización para reducir y colocar fuera de la porción de polimerización del espectro visible.

Los resultados de exploración de los análisis para el monocromático indican que todas las unidades que tienen una longitud de onda pico cerca al borde azul-verde con unidades Visar, Heliomat, Command, tienen picos cercanos al rango verde.

Los sistemas de luz ultravioleta emiten luz más baja en el espectro que las fuentes de luz visible. La mayoría de los sistemas de luz ultravioleta disponibles actualmente tienen un pico alto y angosto de 365 NM y picos angostos menos intensos a 404 y 435 NM. Las fuentes de luz visible tienen un pico ancho en el rango visible entre 400 y 600NM. Aún cuando la luz visible es mayor en el espectro y son por lo tanto consideradas más seguras para los ojos - muchos médicos experimentan imágenes accidentales o agotamiento ocular cuando usan estas unidades.

Muchas unidades de polimerizado de luz visible están actualmente disponibles. Existen desde una unidad de luz simple, muy portátil, con un solo interruptor hasta una unidad de luz menos portátil capaz de emitir luz azul para polimerizar resinas compuestas, luz blanca para diagnóstico, luz negra para identificación de placas y luz verde para la iluminación en detalle. Cayendo en ese ran

go están numerosos diseños representando diferentes grados de complejidad.

La lámpara que proporciona la fuente de luz para esos instrumentos es un factor que contribuye a los diferentes niveles de intensidad. Eso aplica a la marca de la lámpara especificaciones de la lámpara en particular, variabilidad entre lámparas y también la cantidad de servicio de la lámpara.

El análisis de algunos proyectos mostraron que el TLV para el daño térmico de la retina no excedía más allá de 20 cm. Los daños normalmente estaban colocados a una distancia del objeto al ojo - que puede ser de 20 cm. Así, este papel es concerniente solamente con el potencial para el daño fotoquímico retinal de exposición a la luz azul crónica y considera varios factores de uso.

Los productos evaluados en este reporte incluyen: Prisma-Lite Kulzer Translux, Elipar, Heliomat y Visar Activator Lamp. Como se ve en la Figura 3.

Los tiempos óptimos de trabajo de estas lámparas son:

ELIPAR: A una longitud aproximada de 15 cm. y un tiempo de 20 seg. La lámpara se apaga automáticamente.

PRISMA LITE: Emite un tono audible en intervalos de 10 seg.

TRANSLUXE: Puede tener un tono audible con intervalos de 20-40 seg.

HELIOMAT: Es de tiempo ajustable.

Las determinadas radiaciones niveladas para luz UV-A (320-400 nm) y luz visible de (400-700nm) da regiones de contacto y una distancia de 10 cm. para los aparatos listados en la Tabla 2.

El contacto del rango nivelado en la región UV-A $31-28 \text{ nW/cm}^2$ en la región visible es de $210-888 \text{ mW/cm}^2$. A 10 cm. del rango nive

lado para $.0007-.12 \text{ mW/cm}^2$ en la región UV-A y para la región visible $.55-1.7 \text{ mW/cm}^2$.

Para registrar los valores de radiación y para la superficie-reflejada en el listado observamos en la Tabla 3. Por los 5 aparatos los niveles de radiación reflejada por el aparato para el rango de $.077-.43 \text{ mW/cm}^2 \cdot \text{sr}$, y la radiación calculada en la prueba por los 5 aparatos para un rango $.28-1.7 \text{ mW/cm}^2 \cdot \text{sr}$.

Los valores calculados de la radiación de la luz azul, L (azul), listados en la Tabla 4. Los valores de duración de radiación máximo permisible, t_{max} . Los rangos $.15-.49 \text{ mW/cm}^2 \cdot \text{sr}$ con exposiciones de duración máximo permisible de 11.0-3.4 minutos respectivamente.

El peso de los valores de la radiación de luz visible de los niveles pulidos enlistados en la Tabla 5 con los cálculos de duración de exposición máxima permisible. Para estos rangos $.027-.13 \text{ mW/cm}^2 \cdot \text{sr}$ con duraciones de exposición máxima permisible de 61-15-minutos. Sobre la base de la duración de la exposición permisible-calculada para una reflexión difusa de una fuente L'Ambertian y asumiendo una duración de exposición típica de 40 segundos por aplicación.

La ACGIH TLV puede excederse con un trabajo de 17-81 aplicaciones en cualquier período de 167 minutos para la fuente más intensa. Esto representa una evaluación equivocada como asume el 100% de superficie reflejada y la distancia para la luz manchada. Tiene un gran ángulo de 11 mrad. Un diente típicamente reflejado por una dispersión interna, aparece a la luz cuando la prueba es colocada cerca a la superficie y esta reflexión es considerada menos del 100%, la radiación verdadera del diente puede ser

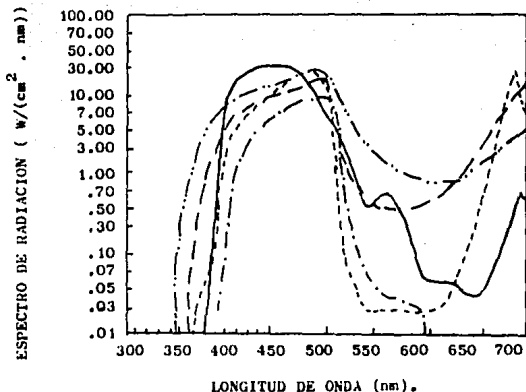


Fig. 3 Las emisiones trazadas en el espectro de radiación para la punta aplicadora de 5 aparatos de polimerización de Luz Visible examinadas a una distancia de 10 cm. Aunque todos los aparatos emiten abundantes niveles de radiación en la longitud de onda con rango de 380-520 nm. aproximadamente, 2 de los aparatos también emiten abundantes niveles de radiación en longitud de onda mayor de 600 nm. aproximadamente.

TABLA: 2

Irradiación medida (mW/cm^2) en contacto a (1mm) y una distancia de 10cm del ojo examinadas en las lámparas de uso dental.

Longitud de Onda en un rango (nm)	Distancias Examinadas (cm)	Irradiación (mW/cm^2)				Visar-2
		Prisma-Lite	Kulzer		Heliomat	Activator Lamp
			Translux	Elipar		
320 - 400	0	.31	28	1.3	4.6	7.0
	10	.0007	.12	.0065	.007	.047
400 - 700	0	230	390	240	882	210
	10	.55	1.7	1.6	1.5	1.3
700 - 800	0	<1.0	32	<10.0	462	140
	10	<.01	.10	<.1	.7	.98

TABLA: 3

Dirección de radiaciones calculadas ($W/cm^2, sr$) y emisiones reflejadas del diente mantenidas en una longitud de onda de rango 370 - 770 nm.

Radiación Calculada	Kulzer				Visar-2
	Prisma-Lite	Translux	Elipar	Helimat	Activator Lamp
Directo					
(emisión examinada)	.28	.67	.32	1.7	.78
Indirecto					
(superficie reflejada)	.077	.15	.076	.43	.11

TABLA: 4

Pruebas de L(azul) calculada por ACGIH y MPE tiempos examinados directamente en dirección fija de aparatos probados.

ACGIH calculada	Prisma-Lite	Kulzer			Visar-2
		Translux	Elipar	Heliomat	Activador Lamp
L(azul) ($W/cm^2 \cdot sr$)	.15	.28	.22	.49	.21
L(azul) T_{max} (min)	11.0	5.9	7.5	3.4	8.0

TABLA: 5

L(azul) calculada ACGIH para superficies de reflexiones difusas L'Ambertian y MPE y tiempos mirando fijamente la superficie reflejada por aparatos probados.

ACGIH calculada	Prisma/Lite	Kulzer Translux	Elipar	Helimat	Visar-2 Activator Lamp
L(azul)* Indirecta (W/cm ² , ar)	.041	.063	.052	.13	.027
L(azul) Indirecta T _{max} (min)	40	26	32	13	61

* Suponiendo el 100% de reflexión en una superficie reatarada con una superficie de contacto examinada a (1mm).

ACGIH Conferencia Americana Gubernamental en Salud.

MPE Exposición Máxima Permisible.

menor que el valor dado por factores que dependen del tamaño y blanca del diente. Sin embargo, la reflexión espectacular de la superficie del diente, antes viable durante la exposición puede resultar en un incremento en la radiación.

Hay aplicaciones sin embargo, que pueden reducir el tiempo de exposición máximo permisible. Estos casos incluyen en los cuales la superficie máxima aceptada y radiada, el uso para ver una porción de la punta directamente radiada, la ACGH, TLV puede ser excedida cuando mira directamente dentro de la prueba cerca de 5-15 aplicaciones en un período de 167 minutos para la menor y más corta fuente de intensidad. Esto es especialmente para la fuente de radiación que provee un estímulo usual que activa, la respuesta de aversión.

En suma aunque hay incertidumbre acerca de los efectos de la luz azul sobre el ojo, hay un incremento acerca de los posibles efectos, sobre el ojo de la exposición crónica a la luz azul (400-500 nm). Y acerca de la radiación ultravioleta (315-400nm).

La exposición máxima permisible (tiempo máximo) que puede ocurrir con el uso de varios protectores oculares, fué determinado por reevaluación del peso de la luz azul de la radiación usando el espectro de transmisión del protector ocular como una fuente de peso adicional.

El espectro de emisión de la lámpara A es mostrado en la figura 4, dos picos de emisión fueron observados, a 365 nm (aproximadamente 71% del total de la emisión) y a 405 nm (aproximadamente 26% del total de la emisión). La emisión que fué menor que el 0.1% del valor de 365 nm fué detectada a longitudes de onda abajo de 350 nm.

Un pequeño pico fué detectado a 334 nm (representa el 0.07% del valor de 365 nm).

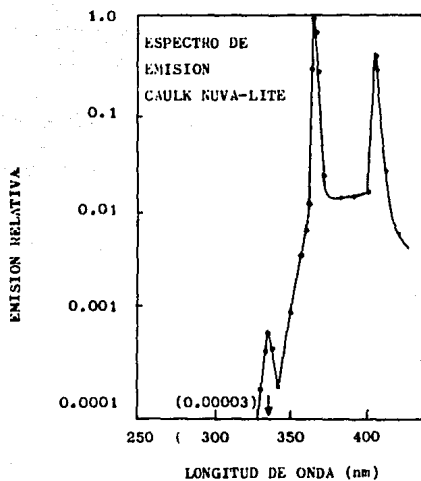


Fig. 4 Espectro de Emisión de Nuva-Lite.

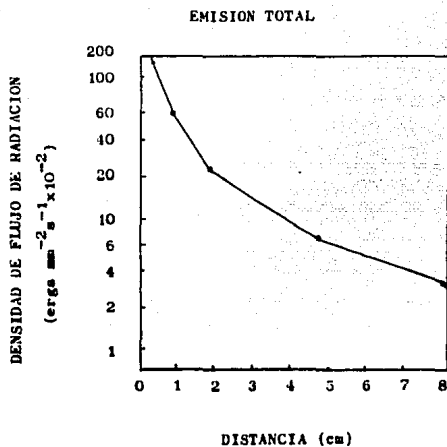


Fig. 5 Densidad de Flujo Total de radiación emitida por Nuva-Lite en función de distancia para la superficie final examinada.

A 4 nm, la densidad de flujo radiante total de la punta de la sonda de la lámpara A fué 14.2×10^3 ergs/nm² seg. Aunque el flujo radiante disminuye rápidamente con la distancia, por ejemplo, 3×10^3 ergs/nm² seg. a 4 cm. Como se ve en la figura 5, la emisión fuera de control de los lados de la sonda fué importante, aproximadamente 45% de la energía de la punta (a 10 mm) en el punto donde la zona curva.

La lámpara B que ha sido usada en exceso 100 hrs., tuvo una densidad de flujo radiante de la punta de la sonda de 6.2×10^3 ergs/nm² seg. a una distancia de 4 mm., que representa un 44% del valor de la lámpara B y fué similar a la lámpara A.

Una pequeña cantidad de fuga de radiación de 254 nm fué detectada de los vientos de enfriamiento sobre los lados del gabinete de las lámparas.

La vivencia de E coli K12 AB 2480 disminuyó rápidamente al exponerse a la energía radiante emitida de la lámpara A (figura 6)

La distancia de prueba de 18 pulgadas fué empíricamente determinado para ser la máxima distancia de trabajo usada por cualquiera de más de 150 dentistas e higienistas, la mayoría de los dentistas-trabajan a distancias más cortas. Las intensidades medidas, son suficientes para al menos provocar una ligera disfunción visual o quizás aún provocar un daño ocular permanente.

La lámpara que proporciona la fuente de luz para esos instrumentos es un factor que contribuye a los diferentes niveles de intensidad. Eso aplica a la marca de la lámpara especificaciones de la lámpara en particular, variabilidad entre lámparas y también la cantidad de servicio de la lámpara.

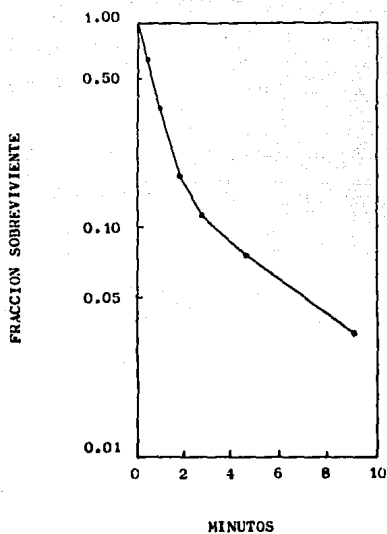


Fig. 6 Efectos de radiación emitida por Nuva-Lite en vivencia de *E. Coli*. Con radiación de $9.000 \text{ ergs mm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

C A P I T U L O IV

EVALUACION DE LOS DAÑOS A RETINA Y OTROS ORGANOS

Los efectos biológicos conocidos de la luz del cercano ultravioleta incluyen el cáncer de la piel, alteraciones en los ojos y en las proteínas que constituyen el humor acuoso, la inducción de dímeros Timina-Timina, letalidad de células bacterianas, mutagénesis en bacterias, investigación del DNA transformante y destrucción de enzimas fotorreactivas.

Creemos que tres peligros potenciales deben ser considerados:

Los tres peligros incluyen la seguridad del médico y el paciente.

CANCER EN LA PIEL

Trabajos recientes sobre los efectos de la radiación del cercano ultravioleta, sobre la pérdida de pelo de ratas indican el potencial de generación de tumores en la piel por tales radiaciones.

Esencialmente nada se conoce del efecto acumulativo de radiaciones de 365nm. Los efectos acumulativos serían significativos no para el paciente quien es infrecuentemente tratado, sino para el médico que usa la unidad regularmente.

DAÑOS OCULARES

Zigman y colaboradores, Pirie y Grover han documentado los efectos de la radiación del cercano ultravioleta sobre las proteínas del humor acuoso y las proteínas del cristalino de algunas fuentes, incluyendo humanos. Cambios físicos y químicos fueron inducidos en las proteínas del cristalino in vitro a partir del enlace de foto-productos del cercano ultravioleta de aminoácidos aromáticos a las proteínas y por la acción directa de la energía luminosa sobre las

proteínas. Exposición continua conduciría a la pérdida de visión seria. Con la cantidad de luz de control emitida a partir de la sonda Nueva-Lite y que reflejada de la superficie brillante de la cavidad oral, el médico está expuesto a niveles importantes de radiación (figura 5 y 7).

Fugas de radiación de 254 nm altamente germicidas del lado de recho del gabinete de la lámpara aunque pequeña ($0.112 \text{ ergs/nm}^2\text{seg.}$) es lo suficientemente grande para provocar un daño en la córnea del ojo del doctor; una exposición prolongada sin protección debe ser evitada.

ERITEMA.

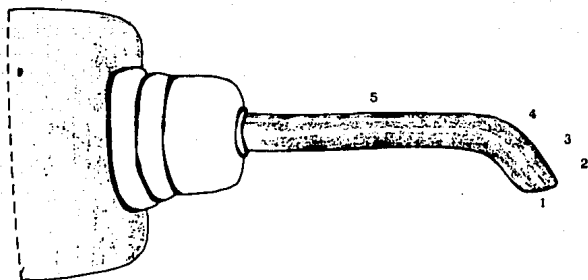
Un área adicional por tratar es la producción de eritemas por la exposición a la radiación ultravioleta cercano. Enfermedades de la conjuntiva y eritema dermal han sido provocadas como un resultado del uso de la Nueva-Lite.

El dentista puede ser expuesto a la luz ya sea directamente de la fuente, la punta emisora o reflejada de una superficie, generalmente los dientes o encía. A diferencia de toda la boca, los dientes son altamente reflectivos.

Las especificaciones clínicas a exposiciones de luz ultravioleta, son generalmente reflejadas por un daño retinal permanente resultante de una pérdida de resolución y capacidad de desempeño visual.

Se ha hallado que algunas lámparas tienen una fuga de radiación ultravioleta. Esta puede quemar la piel y los ojos tanto del paciente como del médico.

También implica (aunque ahora menos frecuentemente, debido al interruptor de la luz visible a ultravioleta) la formación de cata-



LOCALIZACION	IRRADIACION (ergs mm ⁻² sec ⁻¹)
1.	8.0×10^3
2.	1.7×10^3
3.	3.3×10^3
4.	1.2×10^3
5.	$>1 \times 10^2$

Fig. 7 Densidad de flujo total de radiación de Nuva-Lite. Números de referencia y localización donde determinamos con hechow. Reporte de flujos para distancia de 10 mm de superficie.

ratas. Aunque las cataratas pueden ser removidas por cirugía, hay un tamaño de imagen diferencial después de la cirugía que puede afectar la agudeza visual. Esto puede ser, parcial o totalmente rectificado por el uso de un sistema de lentes telescópicos, pero la persona requiere usar lentes normales y de contacto. El daño retinal, desafortunadamente, es virtualmente irreversible.

Un factor importante en el daño ocular potencial es la distancia de la luz. La luz se intensifica de acuerdo a la ley de los -- cuadrados inversos, esto es, conforme el observador está más cerca de la luz, la intensidad de la luz aumenta con el cuadrado de la - distancia. Como la distancia del ojo a la fuente de luz disminuye, la cantidad de energía potencialmente entrando al ojo del operador aaumenta, así como el potencial del daño.

El práctico tiene un requerimiento para igualar el color de - un trabajo restaurativo anterior.

Este varía entre los diversos individuos, pero usualmente toma la forma de una imagen subjetiva, que es percibida intraocularmente con variaciones de brillo, los cuales empeoran la visión normal por períodos superiores a los 2 minutos.

Durante este período la percepción de matiz generalmente blanco, gris y amarillo es una imagen tosca y distorcionada.

Repetidas visiones de esta fuente luminosa bajo condiciones - de tratamiento, probablemente nos deje una fatiga visual como po - dría ser experimentado cuando vemos cualquier fuente luminosa muy - intensa.

Este problema es mucho más serio.

Como la radiación óptica puede dañar la estructura del ojo, - las ondas largas y la cantidad de energía determinan donde será ab

sorvida la energía, y como la cantidad de energía influye en la respuesta del tejido.

Ondas muy cortas y largas (de rayos ultravioleta y rayos infrarojos respectivamente), son absorbidas en la superficie anterior - del ojo. Algunas radiaciones de ondas largas ultravioleta, penetran en el ojo para ser absorbidas por los lentes. Solo radiación visible (400-700nm) a (700-1400), son transmitidas a la retina.

La región riesgosa de la retina, donde: las fuentes luminosas-intensas son utilizadas, corren el riesgo de sufrir algún daño en - los ojos.

1.- La radiación enfocada puede ser suficientemente intensa, para - quemar la retina. Se conoce como "Daño Térmico".

2.- Si la radiación contiene una alta proporción de ondas largas, - cortas (luz azul) entonces la alta energía de los fotones de el ra- yo pueden producir daño en el proceso fotoquímico de las células de la retina. Este proceso se conoce como: "Daño Fotoquímico".

En ausencia de qu quier protección fisiológica adecuada y an- te la presencia de cualquier insignificante riesgo de la luz azul, la protección artificial del ojo debe ser utilizada a menos que la- punta del aplicador se cubra efectivamente.

La sensibilidad de la retina a longitudes de onda cortas de -- luz podría tener significado clínico para ciertas patologías retinales, tales como la degeneración macular senil y la retinitis pigmen- tosa.

La sensibilidad de la retina a la luz azul, podría tener efec- tos más profundos para fuentes ópticas hechas por el hombre que pa- ra la luz solar.

RELACION ENTRE INTENSIDAD Y DURACION

Exposiciones cortas a altas intensidades pueden hacer tanto daño como largas exposiciones a baja intensidad.

Todas las longitudes de onda son dañinas potencialmente, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición.

Exposición crónica a intensidad moderada puede producir también daño largo como el umbral por el daño permanente no sea excedido, la recuperación puede ser esperada. El método más simple de recuperación es cerrar los ojos por un período de tiempo específico o - al menos hasta que la imágen virtual desaparezca completamente.

En orden para entender la relación de luz visible al ojo es importante discutir las consideraciones oftálmicas. El ojo es menos - sensible a la luz azul, desde luego hay muy pocos conos azules, uno puede tolerar intensidades más fuertes de las longitudes de onda -- más cortas (el fin del azul del espectro). Como resultado el operador tiene la impresión que la luz azul no es muy brillante y por lo tanto no daña. De acuerdo a trabajos recientes la importancia para la intensidad y la longitud de onda debe ser elevada. La más corta-longitud de onda pero de mayor energía (el final azul del espectro) tiende a provocar daño fotoquímico permanente. La longitud de onda-más larga pero de menor energía (el final rojo del espectro) tiende a causar daño térmico permanente a la retina.

Ciertamente algo de esos daños, es impedido por la condición - natural del ojo. Por ejemplo, la mayor parte del ultravioleta es absorvido por los lentes del ojo. Desafortunadamente, si una suficientemente alta concentración ocurre, una opacidad en los lentes es observada y esto puede resultar eventualmente en la necesidad de una-

cirugía por cataratas.

R I E S G O S P O T E N C I A L E S E N L O S
O J O S

1.- El riesgo de los rayos ultravioleta a la córnea y cristali
no.

2.- El riesgo de la luz azul en la retina.

3.- El riesgo del daño térmico a la retina.

Los únicos riesgos que requirieron de un cuidadoso estudio fue
ron la luz azul y el daño térmico. El riesgo de la luz azul es domi
nante por una prolongada exposición de tiempo (mayor de 10 seg.)-
y el daño térmico es dominante por una corta exposición de tiempo -
(menor de 10 seg.).

El brillo intrínseco puede causar problemas de deslumbramiento
después de las imágenes y fatiga intensa, lo cuál degrada la fun -
ción visual y suprime la función en la igualación de los colores.

Sus emisiones espectrales que son fundamentalmente en el proce
so fotoquímico, constituyen un verdadero riesgo para la salud.

CAPITULO V

MEDIDAS PREVENTIVAS

Recomendaciones: El operador puede simplemente cerrar sus ojos todas las veces que el interruptor sea activado, pero esto podría ser impráctico. Adicionales al gran número de sistemas* de lentes comerciales promovidos por las compañías dentales, diseñados para disminuir la intensidad y bloquear las longitudes de onda dañinas, se sugiere que al menos una mínima protección sea usada.

Al seleccionar los anteojos, los lentes más gruesos son los que más absorberán. También, dependiendo de la constitución química de los lentes, más o menos de las longitudes de onda dañinas serán prevenidas de pasar hacia el ojo. Cuyo propósito es bloquear la luz azul y ultravioleta, los operadores deben estar precavidos de otras longitudes de onda por arriba de los 500 nm, que no serían filtradas por esos anteojos y que son emitidas por unidades de luz de polimerización.

Una exposición de menos de 1 seg. a luz emitida por una lámpara de polimerización de luz visible promedio requerirá al menos 1.6 min. para recuperarse de la luz reflejada y 16.6 min. para recuperarse de la luz visible directa para recuperar la eficiencia visual total.

El uso del protector ocular con características de transmisión que absorbe la luz ultravioleta y más la luz azul, transmitiendo muchos de los remanentes de radiación visible para la vista clara o normal puede resultar en una reducción significativa en cualquier riesgo de la salud visual.

La exposición máxima permisible (tiempo máximo) que puede ocurrir con el uso de varios protectores oculares, fué determinado por reevaluación del peso de la luz de la radiación usando el espectro de transmisión del protector ocular como una función de peso adicional.

Usando apropiadamente el protector también puede proveer el confort visual y la perfección para reducir y dispersar por la media ocular y produce brillo. La salud puede ser tomada en la selección del protector ocular porque algunos de los protectores son altamente absorbidos en el rango de luz visible.

La ADH de materiales dentales, recomienda la seguridad ejercida cuando la unidad de polimerización de la lámpara de luz ultravioleta sería operada.

La sociedad de investigaciones clínicas recomienda que el clínico debe mirar la unidad de luz estando protegido, cuando la unidad es activada, en respuesta a esos llamados de seguridad, un número de lentes de protección han sido evaluados. Este estudio determina la efectividad de esos lentes en radiación absorbida en los niveles de longitud de onda de 200-800 nm.

Ham recomienda la protección tanto de la luz azul como de la luz ultravioleta. La Agencia de Higiene del Gobierno aunque reconoce el daño potencial de la luz azul ha desarrollado solamente pocos niveles de exposición. Los lentes evaluados en esta estudio fueron cubiertos con material oscuro por estas mismas razones.

Por que el mayor daño de la longitud de onda son en la luz ultravioleta, puede ser que una parte de ultravioleta y filtros neutros que reducen el 15-20% la luz transmisible adecuada

La transmisión característica varía según se muestra en las fig. 8 y 9, para proteger al ojo de la luz azul la curva de transmisión es menos que el 1% de la onda de transmisión de 500 nm. Los lentes con esas características fueron BPI, Dioptrics, Liteshield, Efos, Guardian, Heatlco, MyR Sight Saver Improveed, Premier, Ray - Bloc, Safety Bond, Younger 530, Younger 550. Como se ve en la tabla 6.

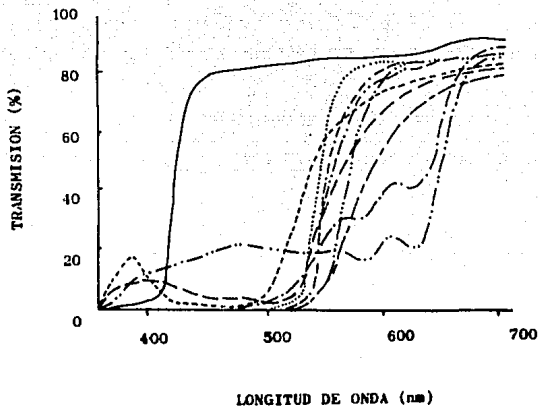
Las características de transmisión, de los vidrios protectores son indicadas por curvas de transmisión. Las diferencias de los vidrios y por lo tanto la protección que dan a los ojos de usuarios de la unidad de polimerización de luz visible indican que los vidrios de protección pueden ser seleccionados con seguridad para una protección adecuada del ojo. Como el espectro de emisión de varias unidades de polimerización difieren de uno a otro la posible protección dada por vidrios que transmiten alguna irradiación de 500nm. puede depender de una unidad de polimerización específica y una parte de vidrios protectores específicos.

INDICACIONES:

1.- El clínico debe mirar la unidad de luz estando protegido, cuando la unidad es activada. Utilizar protección artificial del ojo a menos que la punta del aplicador se cubra efectivamente.

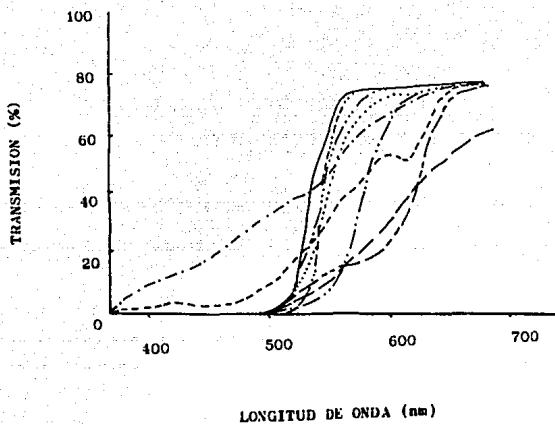
2.- El protector ocular debe tener características de transmisión que absorban la luz ultravioleta y más la luz azul.

3.- Los lentes más gruesos son los que más absorberán y dependiendo de la constitución química de los lentes, las longitudes de onda dañinas serán prevenidas de pasar al ojo.



- North Pacific G-40
- Yourger 530
- Ray Bloc
- Corning CPF 511
- Corning CPF 550
- Corning CPF 527
- Guardian
- Grey Sunglasses
- BPI
- Orange Sunglasses

Fig. 8 Curvas de Transmisión.



- M & R Sight Saver Improved
- - - - Premier
- - - - Younger 540
- Safety Bond
- - - - Healthco
- - - - M & R-1
- - - - Younger 550
- - - - Dioptica Liteshield
- - - - Extra-Lite

Fig. 9 Curvas de Transmisión.

TABLA: 6

Evaluación de Lentes de Protección y Unidades de Polimerización de Luz Visible.

PROTECTIVE GLASSES	VISIBLE LIGHT-CURING UNITS
BPI	American Midwest In-Sight II
Corning CPF 511	Coe Light
Corning CPF 527	Command-Lite
Corning CPF 550	Heliomat
Dioptics Liteshield	Prisma-Lite
Efos	Spectra-Lite
Extra-Lite	Visilux I
Grey Sunglasses (custom coated)	Visilux II
Guardian	
Healthco	
M & R-1	
M & R Sight Saver Improved	
North Pacific G-40	
Orange Sunglasses (custom Coated)	
Premier	
Ray Bloc	
Safety Bond	
Younger 530, 540 y 550	

4.- También se podría colocar una barrera a la luz que sale de alrededor del barril de la pieza de mano para bloquear algo de la luz de barrido que entraría al ojo.

5.- El operador debe mirar lejos de la fuente de luz tanto como se pueda y espaciar sus citas durante un tiempo adecuado en el que la unidad de polimerización de luz visible será usada, y debe tomar nota de la intensidad y duración de la exposición ocular.

6.- Para su confort puede elegir también un protector plástico coloreado (tipo vidrio) o un lente plástico especial de diámetro pequeño que protruya en la punta sobre la pistola.

7.- El uso del protector ocular con características de transmisión que absorbe la luz ultravioleta y más la luz azul transmitiendo de los remanentes de radiación visible para la vista clara o normal puede resultar en una reducción significativa en cualquier riesgo de la salud visual.

8.- Usando apropiadamente el protector también puede proveer el confort visual y la perfección para reducir y dispersar por la media ocular.

9.- Las características de transmisión, de los vidrios protectores son indicadas por curvas de transmisión. Las diferencias de los vidrios y por lo tanto la protección que dan a los ojos de usos de la unidad de polimerización de luz visible indican que los vidrios de protección pueden ser seleccionados con seguridad para una protección adecuada del ojo.

10.- Como el espectro de emisión de varias unidades de polimerización difieren de uno a otro la posible protección dada por vidrios

que transmiten alguna irradiación de 500 nm. pueden depender de una unidad de polimerización específica y una parte de vidrios específicos.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA 59

CAPITULO VI

DISCUSION

Analizando la información obtenida en la literatura , se ha podido observar que todo el personal involucrado en la polimerización mediante el empleo de luz halógena, debe de utilizar medios filtrantes, ya sean lentes, pantallas protectoras alrededor de la punta de trabajo ó pantallas alrededor de la boca del paciente, -- ya que investigaciones en el campo de la oftalmología han demostrado que las lesiones producidas por la luz azul, aunque no pueden generalizarse como una regla, la posibilidad de que aparezca la lesión es alta, debido a corta longitud de onda de este tipo de luz.

Esta característica de la luz emitida por las unidades de polimerización, puede contribuir a un envejecimiento prematuro del cristalino y de la retina, además de poder provocar una degeneración macular senil, disminuyendo la capacidad de la retina de proveer una agudeza visual adecuada.

Los tipos de luz cercanos al rango de la luz ultravioleta como es el caso de la luz azul, pueden causar la formación de cataratas por su acción en el cristalino,

Un dato importante que hay que considerar según un reporte de la A.D.A. es que la degeneración macular es una de las causas más frecuentes de pérdida de la visión en personas de edad avanzada en los Estados Unidos. También, algunos reportes indican que el daño retinal tiene la característica de ser de naturaleza fotoquímica y no tanto origen térmico o estructural.

Aunque muchos de los estudios en el campo de la oftalmología

en lo que concierne a los daños causados por la luz , se han realizado en animales, existen a la fecha reportes de algunos casos en seres humanos, en los cuales los daños retinales pueden tener una etiología por la exposición a fuentes de luz halógena, por lo que el empleo de medios filtrantes es recomendable.

En lo que a filtración concierne hay que considerar que,el-- mismo organismo a través de los elementos componentes del globo ocular ejerce una acción filtrante de las fuentes emisoras de luz, - esta filtración se puede considerar entre los 400 y 1400 nm, pero con el envejecimiento de los lentes naturales estos mismos actúan como un filtro ya que filtran luz en un rango de entre los 320 y 400 nm, además de que estos lentes proveen una protección contra la luz azul. Esta protección natural aumenta con la edad, volviendo a los lentes de un color más amarillo. Cuando los lentes naturales - son removidos por medio de la cirugía, estos filtros naturales son removidos, causando una exposición franca a la luz ultravioleta y a la luz azul en el área retinal, principalmente en el área de la región macular, que es la zona que provee al ojo de la mayor agudeza visual y con la mayor cantidad de células sensitivas al color - (conos), produciendo un envejecimiento prematuro de la retina.

Las unidades de polimerización por medio de luz halógena, generalmente transmiten su luz en aproximadamente 370 nm teniendo su - pico más alto en los 470 nm y algunas unidades continúan la transmisión de luz un poco por debajo de los 700nm.Los promedios de emisión de luz depende fundamentalmente del tipo de filtros que con-- tenga la unidad, pero la mayoría de las unidades de polimerización trabajan en rangos de entre 400 y 500 nm.

El uso apropiado de lentes protectores cuando se opere una de estas unidades de emisión de luz es una medida recomendada por el Consejo de materiales dentales, instrumentos y equipo de la Asociación Dental Americana, indicando que los lentes a emplear deben de garantizar una filtración de longitudes de onda de menos de 500 nm .

Hay que tener presente que los lentes protectores empleados - deben de ser los adecuados para la unidad de polimerización empleada, y una manera simple de comprobar su efectividad es la siguiente; se coloca una porción de resina sobre un block de papel, se coloca sobre ella los lentes protectores y se acciona la unidad de polimerización. Si la resina ha endurecido la capacidad filtrante de los lentes es inadecuada, por lo que hay que seleccionar otra marca -- que filtre adecuadamente el rango de luz emitido por la unidad de polimerización.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Dale C. Birdsell, et al. " Harmful effects of near-ultraviolet radiation used for polymerization of sealant and composite resin ". JADA, Vol. 94, February 1977 311...314.
- 2.- Donald E. Antonson, et al. " Ophthalmic concerns when using visible light curing units ". Quintessence International Volumen-17, Number 10/1986 679...682.
- 3.- Hancock IR " Optical hazard of blue light curing units " (letter).
- 4.- Ham W.T. et al. " Retinal sensitivity to short wavelength light Nature 1976 260: 153...155.
- 5.- Owen L. Ellingson, Ms, et al. " An evaluation of optical radiation emissions from dental visible photopolymerization devices" JADA, Vol 112, January 1986 67...70.
- 6.- Ebb A. Berry III, et al. " An evaluation of lenses designed to block light emitted by light-curing units " Jada, Vol. 112 January 1986 70...72.
- 7.- K. D. DATROM, et al. " Potential Retinal Hazard of Visible light Photopolymerization Units ". J Dent Res 66(3):731...736, March, -1987.
- 8.- Richard J. Blankenau, DDS, et al. " Wavelength and intensity of seven systems for visible light-curing composite resins: a comparison study " JADA, Vol. 106, April 1983 471...474.
- 9.- Davis LG: et al. " Optical hazard of blue light curing units; preliminary results ". Br. Dent. J Oct 19 1985, 159 (8) 259.262

- 10.- Eriksen P. Moscato PM, et al. " Optical hazard evaluation of dental curing lights ". Community Dent Oral Epidemiol 1987; 15 - 197...201.
- 11.- Br. Dent J. Dec 21 1985, 159 (12) p 391-1, ISSN 0007-0610 --- Journal Code: ASW.
- 12.- J Am Dent Assoc Feb 1977, 94 (2) 311-4, ISSN 0002-8177 Journal Code: H5J.
- 13.- Fan PL. et al. " evaluation of light transmission characteristics of protective eyeglasses for visible light-curing units " J Am Dent Assoc 1986 Nov; 113 (5): 770-2
- 14.- Jack D. Preston, et al. " Clínicas Odontológicas de Norteamérica ". Protección ambiental en el consultorio dental. Ed. Interamericana, Primera ed. Vol. 3-1978 p 431...439.
- 15.- Dr. Fernando Quiróz Gutierrez " Anatomía Humana ". Editorial - Porrúa, S.A. MEXICO, Vigésimo Quinta Edición. Tomo III. p- 407-419.
- 16.- Felix Oyarzabal Velasco " Lecciones de Física " C.E.C.S.A. 11a. Impresión abril 1979, Pag. 245,419, 474...483.
- 17.- Julio Barranco Mooney " Operatoria Dental Atlas-Técnica y clínica ". PANAMERICANA, Pag. 562...566.
- 18.- William J. O'Brien " Materiales Dentales y Eleccion ". PANAMERICANA , editado en 1980 pag. 82.
- 19.- Francisco García Sanchez " La Física de Hoy ". Segundo curso- Pag. 188, 265...270.
- 20.- Salvador Mosqueira R. " Los Fenómenos Físicos " Tercer Grado- Primera edición. Editorial Patria S.A. pag. 294.
- 21.- Alvin Nason, Biología, Ed, LIMUSA , Primera ed. p- 486...490.

- 22.- Enrique Beltrán, Biología, Segundo Grado, Ed. Porrúa S.A. sexta ed. p- 319-323.
- 23.- J.M. Gutierrez Vazquez Biología: Diversidad del mundo Vivo y sus causas, Ed. CONTINENTAL S.A. de México, P- 222...225.