

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ENDODONCIA

MICROSCOPIO OPERATORIO EN ENDODONCIA:
CONSIDERACIONES TÉCNICAS, ERGONÓMICAS Y CLÍNICAS

Trabajo especial presentado
ante la ilustre Universidad
Central de Venezuela por la
Odontóloga Patricia Nicole
Paparcuri Watson para optar al
título de Especialista en
Endodoncia

Caracas, Noviembre 2006

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ENDODONCIA

MICROSCOPIO OPERATORIO EN ENDODONCIA:
CONSIDERACIONES TÉCNICAS, ERGONÓMICAS Y CLÍNICAS

Autor:
Od. Patricia Nicole Paparcuri Watson

Tutor:
Prof. Maytté Marcano Caldera

Caracas, Noviembre 2006

Aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por
el siguiente jurado examinador:

Firma_____

Tutora: Prof. Maytté Marcano Caldera

Firma_____

Prof. Miguel A. Aznar

Firma_____

Prof. Carlos Bóveda

Lugar y Fecha:_____

Observaciones:_____

DEDICATORIA

A mi esposo, por haber estado desde siempre ahí, haciéndome el camino más llevadero y especialmente, por su amor incondicional.

A G R A D E C I M I E N T O S

A mis padres, por haberme apoyado en ésta y en todas mis metas.

A mi tutora Od. Maytté Marcano Caldera, por su dedicación y deseo de aprendizaje que la impulsaron a aceptar éste reto.

A mi mananina, mi tío Mark y mi hermano, por su valiosa ayuda en la recolección del material bibliográfico.

Al Od. Juan Saavedra, por su especial colaboración en la realización de éste trabajo.

A mis compañeros de Postgrado, por haber compartido estos dos años que jamás olvidaremos, especialmente a My friend y al Juanchin por su sincera amistad que deseo seguir disfrutando.

A todos mis profesores que de alguna u otra forma y cada uno a su estilo, colaboraron en mi formación profesional. Gracias Padrino, gracias Madrina!

LISTA DE CONTENIDOS

	<u>Página</u>
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Lista de contenidos	vi
Lista de gráficos	ix
Lista de tablas	xii
Resumen	xiii
I.- Introducción	1
II.- Revisión de la Literatura	5
1.- Evolución de la magnificación e iluminación en la Odontología	5
1.1. Lupas	8
1.2. Microscopio Operatorio	14
1.2.1. Partes del microscopio operatorio	21
1.2.1.1. Estructura de soporte	22
1.2.1.2. Cuerpo del microscopio	23
1.2.1.3. Fuente de luz	30
1.2.1.4. Accesorios	30
1.2.2. Elementos fundamentales	32
1.2.2.1. Magnificación	34
1.2.2.2. Iluminación	37
1.2.2.3. Instrumentación	41
1.2.2.3.1. Instrumental de Diagnóstico	43
1.2.2.3.2. Instrumentos de Curetaje	44
1.2.2.3.3. Instrumentos de Inspección	45

1.2.2.3.4. Instrumentos para la Incisión	46
1.2.2.3.5. Unidades ultrasónicas y puntas de ultrasonido	47
1.2.2.3.6. Instrumentos para la retroobtusión y condensación	49
1.2.2.3.7. Instrumentos de sutura	50
 2.- Ergonomía	 51
2.1. Posición del paciente	60
2.2. Posición del microscopio	61
2.3. Posición del operador	63
2.4. Posición del asistente	65
 3.- Aplicaciones en Endodoncia	 66
3.1. Diagnóstico	68
3.1.1. Fisuras, fracturas y Síndrome de Diente Fisurado	69
3.1.2. Filtración marginal	76
3.1.3. Evaluación de tejidos blandos	77
3.1.4. Caries dental	77
3.2. Tratamiento no quirúrgico	78
3.2.1. Abordaje	79
3.2.2. Localización y tratamiento de istmos	95
3.2.3. Desbridamiento - Limpieza y Conformado	96
3.2.4. Obturación	96
3.2.5. Tratamiento de variaciones anatómicas	97
3.2.6. Tratamiento de perforaciones	101
3.2.7. Remoción de obstrucciones dentro del conducto radicular	 104

3.2.8. Repetición de tratamiento	109
3.3. Evaluación del instrumental	113
3.4. Tratamiento quirúrgico	112
3.5. Documentación, educación del paciente y comunicación con el referidor	124
III. Discusión	127
IV. Conclusiones	131
V. Referencias	133

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Arreglo estructural de las lupas	9
Gráfico 2. Modelos de lupas	10
Gráfico 3. Lupa con fuente de iluminación frontal	12
Gráfico 4. Comparación de enfoque visual entre lupas y microscopio	16
Gráfico 5. Dentiscopio original	17
Gráfico 6. Diferentes formas de instalación del microscopio	23
Gráfico 7. Microscopio Carl Zeiss	24
Gráfico 8. Presentación de binoculares	25
Gráfico 9. Configuración estructural de un microscopio operatorio	28
Gráfico 10. Microscopio Opmi Pro Magis Zeiss	28
Gráfico 11. Divisor óptico y adaptador Carr	31
Gráfico 12. Estudiantes en la Universidad de Osaka	32
Gráfico 13. Diversos valores de magnificación	37
Gráfico 14. Diagrama del recorrido del haz de luz y espectro visual en un microscopio operatorio	38
Gráfico 15. Dibujo esquemático del haz de luz, proyectado en una cavidad	39
Gráfico 16. Comparación entre la luz emitida por microscopio quirúrgico y por una lámpara de la unidad odontológica.	40
Gráfico 17. Instrumento fracturado en premolar	41
Gráfico 18. Posición del instrumental	42
Gráfico 19. Espejo y tijera estándar y versión miniaturizada	43
Gráfico 20. Instrumental diagnóstico	43
Gráfico 21. Jeringa triple con aditivo Stropko y micro punta de medio milímetro Blue Micro Tip (Vista Specialty Products)	44

Gráfico 22. Instrumentos de curetaje	45
Gráfico 23. Instrumentos de inspección	46
Gráfico 24. Instrumental para incisión y elevación	47
Gráfico 25. Retropreparación	48
Gráfico 26. Puntas de ultrasonido	49
Gráfico 27. Instrumentos para la retroobtusión y condensación	50
Gráfico 28. Portaagujas Castro Viejo y microtijera Laschal	51
Gráfico 29. Efectos de la postura sobre la columna vertebral	52
Gráfico 30. Silla odontológica con soporte	55
Gráfico 31. Cristalino	56
Gráfico 32. Dirección del haz de luz	62
Gráfico 33. Línea de fisura	72
Gráfico 34. Fisura radicular	73
Gráfico 35. Método de transiluminación	74
Gráfico 36. Método con piedra pómez	75
Gráfico 37. Calcificaciones pulpares	81
Gráfico 38. Puntas de ultrasonido CPR	83
Gráfico 39. Calcificación radicular	84
Gráfico 40. Vista de la cámara pulpar	85
Gráfico 41. Aplicación de fluoresceína	87
Gráfico 42. Microopener.	94
Gráfico 43. Obturación	97
Gráfico 44. Conducto en C	98
Gráfico 45. Resorción en furca	99
Gráfico 46. Premolar de tres conductos	100
Gráfico 47. Tratamiento de un diente invaginado	101
Gráfico 48. Manejo clínico de perforación en furca	102
Gráfico 49. Visualización de instrumento fracturado en conducto	105

Gráfico 50. Dispositivo IRS® (Instrumental removal system), (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa Oklahoma)	109
Gráfico 51. Evaluación de superficie seccionada	117
Gráfico 52. Microespejo mostrando superfice seccionada y retropreparada	118

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Comparación entre capacidades de enfoque del ojo, lupas y microscopio.	21
Tabla 2. Magnificación total	35
Tabla 3. Diferencias entre cirugía y microcirugía	115

RESUMEN

La década pasada presenció una importante evolución en el desarrollo de nuevos materiales, instrumentos y equipos que marcaron pautas para un mejor entendimiento de la enfermedad pulpar y perirradicular. Estos avances emergen con la promesa de elevar los estándares de calidad y predictabilidad de los tratamientos. El microscopio operatorio, entre éstos, es considerado una pieza tecnológica única, ya que permite que otros instrumentos y materiales funcionen mejor. Ahora bien, el proceso de pensamiento que se debe aplicar a la selección de un microscopio operatorio, debe incluir la mayor información posible sobre las características individuales de cada equipo relacionadas con la práctica particular de cada operador. La presente monografía, no pretende ahondar en las especificidades de cada marca disponible en el mercado actual, sin embargo aporta información precisa sobre las características del microscopio operatorio de uso odontológico, que permitirán evaluar y conocer las capacidades de cada equipo, independientemente de su marca comercial así como también, profundizar sobre las consideraciones ergonómicas y clínicas que rodean al microscopio operatorio y su aplicación específica en la práctica endodóntica.

I.- Introducción

Las innovaciones en la tecnología aplicadas al cuidado de la salud, han cambiado el existir de millones de personas alrededor del mundo, que actualmente pueden disfrutar de una mejor calidad de vida. La odontología, tanto como la medicina, ha participado significativamente en este cambio ^(1,2).

Dos de los mayores objetivos de la profesión odontológica son la prevención de las enfermedades orales y la preservación de la dentición natural, en tal sentido, la terapia de los sistemas de conductos radiculares, ha sido el factor más contribuyente para el éxito de la odontología ^(2,3).

La década de los noventa presencié desarrollos tecnológicos trascendentales de los cuales se espera un aumento importante en los estándares de los tratamientos de conductos ^(4,5). Entre los avances que han contribuido con el éxito en la endodoncia se incluyen, la obtención de nueva información en las ciencias básicas y clínicas, el manejo de la ansiedad y dolor, la práctica clínica con la repetición de tratamientos, manejo de fracasos y cirugías endodónticas y por supuesto, la adopción de nuevas técnicas e instrumentos ⁽²⁾.

Toda tecnología posee una aplicación indicada, es decir, fueron creadas para un uso específico. El microscopio operatorio es considerado un elemento único, ya que es una pieza tecnológica que permite que el resto de los métodos y ciencias aplicadas funcionen mejor, ya que independientemente del

procedimiento realizado, la óptima visualización mejora los resultados (6,7).

Existen momentos en toda profesión, en los que la introducción de nueva tecnología marca un nuevo punto de partida. Los odontólogos que han experimentado personalmente los beneficios de la magnificación e iluminación, coinciden en que sus técnicas profesionales, cambiaron para siempre desde que iniciaron su práctica microscópica (8), como tecnología que enfatiza la información visual, en vez de la información táctil. Su curva de aprendizaje puede ser escarpada, pero totalmente plausible (9,10,11).

La necesidad actual de tratamientos de mayor longevidad, aumenta en la medida en que las expectativas de vida de la población aumentan. Las recientes opiniones en la comunidad endodóntica se inclinan al pensamiento de que los beneficios del microscopio sobrepasaran los límites de la biología. Los clínicos experimentan cada vez mayores sensaciones de realización personal y profesional, ya que no se aspira a lo “suficientemente bueno”, sino a “lo posible” (9,10,11).

La microodontología puede ser definida como el refinamiento en las técnicas operatorias odontológicas en las que la precisión visual es aumentada por el uso de magnificación óptica (12).

El microscopio operatorio para el uso en la endodoncia y en la odontología en general tiene como ventaja principal, en conjunto con sus beneficios ergonómicos, la posibilidad de

trabajar con visión estereoscópica y aumento adecuado del campo operatorio, que además se muestra perfectamente iluminado gracias a la luz coaxial. Este conjunto de bondades, que lograron fecundar el nacimiento de nuevas técnicas e instrumentos valiosos en la visualización del campo operatorio ⁽¹³⁾, mejoran la capacidad diagnóstica y posibilitan condiciones óptimas de trabajo ⁽¹⁴⁾.

Castelucci (2003), afirma que hasta hace poco, la endodoncia era tradicionalmente ejecutada manualmente, con confirmación radiográfica y que realizar un tratamiento de conductos, a menudo implicaba trabajar dentro de un “agujero negro”, en donde muchos de los resultados eran logrados casualmente ⁽¹⁵⁾. Previo al microscopio, la visualización de los conductos terminaba en la entrada de los mismos ⁽¹⁶⁾, actualmente, cualquier reto que exista en la porción de línea recta del sistema de conductos radiculares, aún cuando se localice en la porción mas apical, puede ser fácilmente vista y trabajada bajo el microscopio, con magnificación e iluminación coaxial ^(15,17). Con el uso del microscopio, el sentido táctil corrobora los hallazgos visuales ⁽¹⁸⁾.

La escogencia y adquisición de un microscopio operatorio requiere del conocimiento y la capacidad de concientizar gran cantidad de detalles, desde el tipo de práctica que se maneja relacionado a la verdadera demanda de visión exigida, la cantidad de tiempo disponible para su capacitación y entrenamiento, las posibilidades de magnificación disponibles, el

espacio requerido para su instalación, la relación costo-valor y por supuesto las especificidades propias del equipo ⁽¹⁹⁾.

El objetivo de la presente revisión bibliográfica es profundizar sobre las consideraciones técnicas, ergonómicas y clínicas que rodean al microscopio operatorio y su aplicación específica en la práctica endodóntica, resaltando el contenido con imágenes alusivas que permitan valorar ecuánimemente a éste equipo.

II- Revisión de la Literatura

1.- Evolución de la magnificación e iluminación en la odontología

Actualmente, los avances tecnológicos emergen rápidamente en todos los campos y profesiones proveyendo innovación y motivación tanto al clínico como al paciente. La odontología no es la excepción ⁽⁸⁾. Al comparar el microscopio, las unidades ultrasónicas, los localizadores apicales y el instrumental níquel titanio, con la medicación formocresolada, las limas de acero inoxidable y la determinación radiográfica de la longitud de trabajo, se entiende porque se espera que la endodoncia del siglo XXI posea mayor precisión, menos errores de procedimiento e incomodidad al paciente y tratamientos más rápidos ⁽⁷⁾.

Sin embargo, los profesionales suelen ser cuidadosos ante la elección de su instrumental y un ejemplo perfecto de esto, fue la lenta gestación relacionada a la aceptación del microscopio operatorio en la práctica odontológica ^(20,21). En este sentido, los dos retos que actualmente enfrentan los profesionales son, elegir los avances que representen el mayor beneficio para la práctica profesional y luego, progresar rápidamente en la curva de aprendizaje necesaria para hacer que esta tecnología sea verdaderamente útil y aplicable en la práctica del día a día ⁽⁸⁾.

Existe un acuerdo generalizado entre los autores en que, los odontólogos pueden mejorar dramáticamente sus habilidades

técnicas y diagnósticas, con la aplicación de sistemas de magnificación, por lo tanto, una importante tendencia es la incorporación de altos niveles de magnificación e iluminación al campo operatorio ^(8,22), que provea al clínico la oportunidad de observar áreas de interés a altas magnificaciones bajo constante iluminación, asistiéndolo en la localización e instrumentación de conductos calcificados y en la realización de tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos. Los endoscopios, y lupas con o sin fuentes suplementarias de luz, también son herramientas útiles en el mejoramiento de la visualización del campo operatorio ⁽²⁾.

En 1683, el investigador holandés Antón van Leeuwenhoek impulsó una nueva era en la ciencia al emplear un juego de lentes por primera vez y describir una célula viva ⁽²³⁾.

Mas de tres siglos después y gracias a los esfuerzos realizados por individuos visionarios como Selden, Apotheker, Pecora y Carr ^(13,21) y con el gran éxito de la endodoncia en la odontología, los fabricantes se enfocaron en hacer del microscopio una herramienta amigable, hasta que éste equipo evolucionó ampliamente en su aceptación ^(19,24).

La famosa cita del Dr. Syngcuk Kim, de la Universidad de Pensilvania, EUA: “No es posible tratar lo que no se ve” ha inspirado a muchos odontólogos a incluir al microscopio dentro de su equipo de trabajo ^(19,24) con el anhelo de hacer de sus tratamientos, procedimientos óptimos, más seguros y sencillos, volviéndose un estándar de excelencia en la clínica ⁽²¹⁾. Se ha descrito su empleo como “una nueva forma de ver” y debido a

que la necesidad es considerada la madre de las invenciones, no resulta sorprendente que dentro de la odontología, el área de la endodoncia haya sido la primera disciplina que adoptara al microscopio como herramienta de trabajo y sea considerada “indispensable” para muchos, ya que según clínicos como John West, logra minimizar los años de experiencia clínica necesarios para dominar la técnica y evitar errores (23).

El empleo de cualquier tipo de magnificación era inicialmente asociado con alguna forma de debilidad visual o simplemente limitada a clínicos de mayor edad (25,26,27,28) sin embargo, aún la mejor de las visiones normales no se puede equiparar a la visión asistida por magnificación e iluminación y el indicador más significativo de éste cambio, es el hecho de que muchas escuelas de odontología inician a sus estudiantes con magnificaciones oculares de al menos 2,5x. Los estudios preliminares muestran que los estudiantes, aún con sus jóvenes y eficientes capacidades de acomodación ocular, gracias a la asistencia visual, cometen 50% menos errores en sus tratamientos; de lo que se concluye que aumentar la visibilidad conlleva a aumentar la precisión, independientemente de la edad del clínico o sus atributos físicos (8,25,26).

En relación a esta presunción, Rampado *et al.* (2004), realiza un estudio para valorar el beneficio del uso del microscopio operatorio en jóvenes estudiantes de pregrado en la preparación de las cavidades de acceso e identificación de conductos, encontrando que, usando su modelo instruccional bajo el microscopio, los estudiantes adquieren habilidades valiosas que

impactan positivamente en su desempeño ⁽²⁹⁾. Así, el incluir el uso del microscopio en la enseñanza odontológica y exponer a los estudiantes a sus ventajas y limitaciones resulta en un aprendizaje invaluable ⁽³⁰⁾.

Instructores de una empresa de educación en el área endodóntica, refieren que la pregunta mas frecuentemente realizada por los participantes, es si el microscopio es necesario para ejecutar tratamientos endodónticos de calidad. Los educadores opinan que efectivamente es necesaria alguna forma de magnificación e iluminación y que ésta necesidad es más justificada en la medida en que los casos son más complejos, aplicando el viejo adagio: “Si puedes verlo, puedes protegerlo” ⁽³¹⁾.

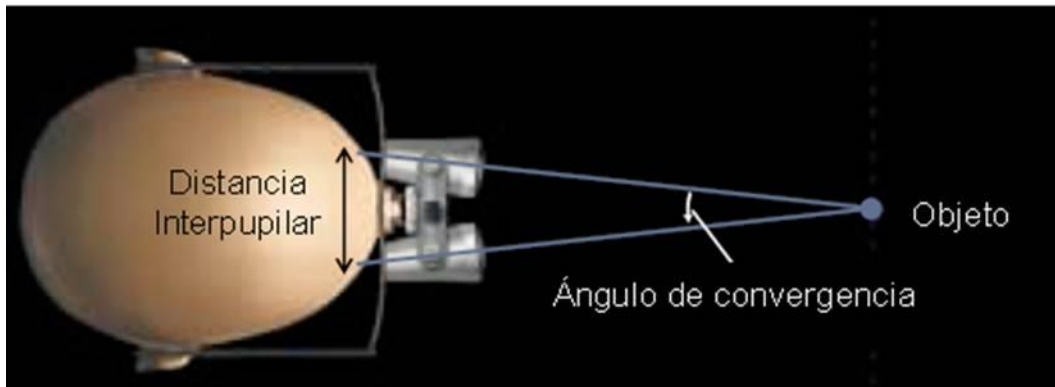
1.1. Lupas

Son asistentes visuales que proyectan imágenes magnificadas en las retinas ⁽³²⁾. Dentro de las actuales opciones de magnificación, las lupas representan el sistema más rápido y económico de iniciarse, presentando desde sus inicios, gran aceptación ^(1,8,33). Van As, (2001) refiere, que en la Columbia Británica el uso rutinario de las lupas por parte del odontólogo general pasó de un 20% en 1986 a un 75% en el 2000 ⁽²⁶⁾.

Todas las lupas emplean lentes convergentes cuidadosamente adaptados para formar una imagen binocular única magnificada con propiedades estereoscópicas. La

desventaja de éste arreglo, es que los ojos deben converger para visualizar la imagen, produciendo fatiga ocular (12,34).

Gráfico 1. Arreglo estructural de las lupas



El arreglo estructural de las lupas, obliga a la convergencia ocular produciendo fatiga.

Imagen tomada de: Burkhardt R, Hurzeler MB. 2000.

Los oculares pueden ser fabricados con la porción del cristal o lente, ajustado a la prescripción del usuario o ser simplemente de vidrio (8,33). Pueden estar acopladas permanentemente a la montura o pueden estar ajustados con un mecanismo de bisagra el cual permite elevarlos de la línea de visión cuando sea necesario y alterar la distancia pupilar horizontal tanto como la posición en el plano vertical, lo cual se traduce en mayor comodidad (34). Los lentes con magnificación se presentan en diferentes rangos que varían comúnmente de 2x a 6x. Algunos odontólogos poseen varios pares de oculares lo cual les permite modificar el nivel de magnificación al cambiarse los lentes (8,22,33).

Gráfico 2. Modelos de lupas



Modelos de lupas de las casas Perioptix y Surgitel.
Imágenes tomadas de avisos publicitarios de las respectivas casas comerciales.

Aún cuando todos los sistemas de lupas tienen en común el empleo de la óptica convergente para formar la imagen estereoscópica, difieren ampliamente en su diseño y construcción de lentes haciéndolos más o menos sofisticados (12).

Las ventajas de los oculares incluyen el mejoramiento de las destrezas visuales, un mínimo a moderado costo, una corta curva de aprendizaje, permite movilidad dentro del campo operatorio y posee una aceptación profesional universal debido a la familiaridad del concepto. Sin embargo se recomienda iniciarse con la menor magnificación e ir aumentándola gradualmente (1,8,35).

Dentro de las desventajas de las lupas encontramos que la máxima magnificación posible es de 4,5x, existen algunos modelos de magnificación mayor, pero al aumentar la magnificación de la lupa, el equipo se torna cada vez mas pesado, aparatoso y de limitado campo de visión y profundidad

de campo. Si se desea trabajar con diferentes magnificaciones es necesario adquirir múltiples oculares. Por otro lado la experiencia ha demostrado que, una vez que el profesional se inicia en el sistema de lupas, rápidamente necesitará mayores aumentos y como ya se mencionó, las lupas poseen una capacidad de magnificación limitada (22,28,36,37,38).

En condiciones normales, la posición del ojo y del cuerpo no se mantienen fijas sino realizando pequeños pero constantes movimientos. Al emplear lupas, la postura corporal se confina a un pequeño rango determinado por la profundidad de campo y distancia de trabajo del equipo, lo cual genera tensión del cuello, cabeza y espalda. Por otro lado, la necesidad de visión convergente se traduce en fatiga ocular especialmente tras citas largas, cualquier pequeño movimiento de la cabeza resultará en una dislocación total de la visión y una pérdida del campo operatorio, especialmente con las magnificaciones mayores (8,15,22,12). Además, las lupas se ensucian con facilidad, son difíciles de mantener dentro de la cadena de asepsia (27) y se debe mencionar la relativa imposibilidad de documentación visual de los casos (8).

A este nivel de magnificación, la iluminación adecuada es un punto crítico y difícil de obtener con la luz de la unidad (6,25). Para compensar estas y otras dificultades, se crearon sistemas de iluminación y video que por lo general son universalmente adaptables a todos los sistemas de telescopios (39).

La Fuente de Iluminación Frontal es un avance tecnológico adicional que al acoplarse a los oculares, brindan la combinación dinámica de magnificación e iluminación a la cavidad oral. El haz de luz es acomodado lo mas cercano a la zona entre el eje óptico de las lupas para brindar, dentro de lo posible, un campo libre de sombras ^(34,39) y la dirección del haz del rayo de luz es controlada con los movimientos de la cabeza del operador ⁽⁸⁾.

Estos sistemas pueden ser unidades con bombillos directamente instalados y fijados en las monturas de los telescopios formando parte integral del sistema. Otra opción son luces incorporadas a tiras que se adaptan a la cabeza, éstas últimas tienen la desventaja de ser mas grandes, pesadas y de fácil desalineación con la línea de visión del clínico. También se puede optar por unidades de iluminación con cables conectados a fuentes de poder que pueden ser baterías recargables y finalmente, otra alternativa de iluminación puede ser mediante un cableado de fibra óptica conectado a una fuente de poder el cual ofrece un haz de luz fría y brillante ^(34,39).

Gráfico 3. Lupa con fuente de iluminación frontal



Imagen tomada de aviso publicitario Perioptix.

Dentro de sus ventajas encontramos el aumento de la visibilidad, la posibilidad de moverse en el campo operatorio en el que se trabaja, posee un costo moderado y permite su compra independientemente de la magnificación del ocular ⁽⁸⁾.

Sin embargo, todas las opciones que requieren del uso de cables, mantienen al clínico atado a un cordón eléctrico, por lo que su movilidad se verá limitada. Por otro lado, la temperatura de estas unidades de iluminación, alcanzan rangos de 47°C a 75°C. Tras extensos períodos de trabajo, estas temperaturas se perciben en la zona frontal del operador ^(34,39), se debe considerar el aumento del peso, la posible creación de sombras en el campo operatorio y la tira de la cabeza que afecta negativamente la apariencia del cabello del clínico ⁽⁸⁾.

La Iluminación asistida con video cámaras, consta de lámparas frontales unidas a cámara de video para propósitos de enseñanza. El objetivo es brindar magnificación e iluminación y al mismo tiempo filmar en video la cavidad oral de una forma mas cercana. Ciertamente cualquier avance que de una forma efectiva ayude a los estudiantes a visualizar la práctica real, como son las demostraciones en vivo, resultan en ventajas invaluable ⁽⁸⁾.

Dentro de las ventajas de estos aditamentos, se encuentra una curva de aprendizaje moderada, costo moderado y magnificación e iluminación mejorada para propósitos educativos ⁽⁸⁾.

Entre las desventajas se tiene el aumento del peso para la cabeza del clínico, alteración de las imágenes debido a los movimientos de la cabeza del operador y la posible producción de sombras ⁽⁸⁾.

Las Cámaras Intraorales representan otra opción ante la necesidad de documentación y ciertamente trajeron magnificación e iluminación al campo operatorio con propósitos educativos para el paciente y propósitos diagnósticos para el clínico al permitirle visualizar el objeto en una pantalla, sin embargo, desafortunadamente no permiten al operador disfrutar de sus beneficios durante la ejecución de los procedimientos dentales. Los avances tecnológicos permiten que el tamaño de la cámara se condense a proporciones de fibra óptica admitiendo mayor flexibilidad y grabar videos instruccionales en vivo y de forma rutinaria en la cavidad oral, no obstante aún no permiten al clínico disfrutar de estas ventajas durante el trabajo ^(1,8).

1.2. Microscopio Operatorio

Convencionalmente el endodoncista orienta su tratamiento basado en radiografías periapicales, utilizadas como guía inicial para la formación de una imagen mental de la anatomía del conducto radicular y en la sensación y percepción táctil, que con ciertas limitaciones les permite aproximarse a una compleja realidad clínica ⁽²⁴⁾.

Aún cuando los telescopios y las lupas se encuentran disponibles en una inmensa variabilidad de configuraciones y

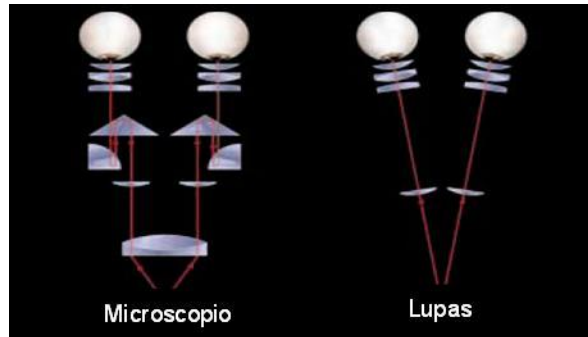
magnificaciones y con la ayuda de los sistemas de lámparas frontales la luz puede ser proyectada en línea recta, la magnificación de las lupas sigue siendo considerada limitada y su óptica convergente crea tensión ocular y fatiga (14,40).

Además Kim (2001) explica que, el uso eficiente de estos éstos mencionados aditamentos visuales, requieren de una posición sostenidamente erguida y únicamente permiten realizar movimientos incrementales, lo cual resulta en un hábito difícil de adquirir (33).

Para contrarrestar las limitaciones de estos equipos los clínicos adoptaron nuevas técnicas y tecnologías. Así, ampliando e iluminando su campo operatorio mediante la implementación del microscopio, el operador logra zanjar de forma fácil, fiable y predecible casos que sin él hubieran sido prácticamente imposibles de solventar (14). El clínico promedio, con ayuda de esta tecnología se capacitó a ver defectos y realizar procedimientos con un nivel de competencia que no lograba en décadas anteriores (8,34).

El microscopio consta de un complejo sistema de lentes que permiten una visión magnificada binocular. En contraste con las lupas, ambos rayos llegan paralelos a la retina del operador por lo que no hay convergencia ocular (32).

Gráfico 4. Comparación de enfoque visual entre lupas y microscopio



El diagrama ilustra la comparación entre la asistencia visual con visión paralela del microscopio y visión convergente de las lupas.

Imagen tomada de: Burkhardt y Hurzeler 2000.

Mounce (1995) describe la llegada del microscopio operatorio como el paso de la manipulación digital ciega a la precisión visual, iluminación brillante y magnificación lúcida. Agrega que, realizar terapias endodónticas sin ésta herramienta, es como pretender observar el fondo del mar sin máscara de buceo. “La perspectiva del ambiente submarino cambia cuando se coloca el equipo apropiado tanto como la perspectiva del sistema de conductos radiculares cambia cuando se emplea el microscopio operatorio” (16).

La historia del microscopio dental se inicia cuando Apotheker y Jako en 1981, unieron sus esfuerzos para crear el microscopio operatorio odontológico y su diseño se materializó en el Dentiscopio (Chayes-Virginia) (20), era un equipo pobremente configurado, ergonómicamente difícil de usar e inadecuadamente balanceado, con binoculares rectos y larga distancia focal de

250mm ⁽¹⁵⁾. A pesar de ser empleado en cirugías endodónticas e incluso en algunas universidades como en Harvard ⁽⁴¹⁾, no ganó amplia aceptación y fue visto como otro equipo odontológico costoso e inútil ⁽¹⁹⁾.



Gráfico 5 Dentiscopio original

Imagen tomada de: Rubinstein, R and Mahmoud T. 2004

Hume y Greaves (1983), describen el uso del Estereophotomicroscopio, un equipo Zeiss de piso, con cámara incorporada que a pesar de sus limitaciones, lograba evaluar la mucosa oral y tejidos duros in vivo, en busca de patologías. Sin embargo, la literatura no refiere gran aceptación en relación a sus beneficios en la odontología clínica ⁽⁴²⁾.

En 1992 Carr introduce al mercado, un microscopio operatorio, de múltiples poderes, ergonómicamente configurado para endodoncistas, permitiendo su fácil utilización en casi todos los procedimientos endodónticos ⁽¹⁵⁾. Al mismo tiempo inicia cursos de entrenamiento en el uso del microscopio y debido a que su aceptación guiaba al progreso, éste nuevo instrumento, fue ampliamente aceptado en la comunidad de endodoncistas ⁽¹⁹⁾.

Actualmente es un instrumento de gran utilidad tanto para odontólogos generales (38,43,44) como para otras especialidades. Entre éstas se menciona Prótesis, Restauradora, Implantología y Periodoncia (8,13,14,15,19,21,24,28,32,40,43,45,46,47,48,49,50,) siendo el consenso general que las áreas que menos se beneficiarían de su uso serían Ortodoncia y Prostodoncia (38,44).

En su origen el microscopio operatorio en endodoncia se identificaba como un microscopio clínico quirúrgico; ésta denominación no es correcta, ya que el microscopio operatorio debe usarse en todos los casos y de hecho, en la actualidad, la mayoría de su uso se da en la endodoncia no quirúrgica (14,16,24).

Desde el primer día de enero en 1997, por orden de la Comisión de Acreditación Odontológica de la Asociación Americana de Odontólogos (20), dentro de los requisitos para la acreditación de todos los programas de especialidades de endodoncia en los Estados Unidos, es necesario que sus estudiantes se capaciten en las aplicaciones clínicas del microscopio operatorio, se hagan hábiles en el manejo de su instrumental y posean conocimientos sobre todos los aspectos de su utilidad en la terapia endodóntica (8,21,40,51,52).

El microscopio operatorio provee beneficios importantes en muchas áreas de la práctica clínica gracias a sus múltiples ventajas, ya que permite inspeccionar el campo operatorio a gran magnificación para identificar y manejar detalles de las estructuras anatómicas; permite evaluar la técnica quirúrgica y

disminuye la cantidad de radiografías requeridas durante las cirugías (8,22,33,34,53).

Es posible beneficiarse de la documentación mediante la instalación de accesorios como cámaras y videocámaras que permitan grabar videos de los procedimientos que posteriormente pueden ser usados para educar al paciente, facilitar la comunicación con el odontólogo referidor y construir videotecas con propósitos educacionales (8,22,33,34,53).

Otro beneficio del uso del microscopio operatorio es que, se reduce el estrés ocupacional ya que su uso demanda una postura erecta, por lo que se suelen resolver muchos de los problemas de ergonomía asociados a la profesión. De igual forma permite una postura ocular mas relajada, ya que las propiedades ópticas de su visión eliminan la necesidad de converger los ojos ante un foco, visualizando directamente en dos oculares separados, además la iluminación coaxial en la que el haz de luz viaja en la misma dirección que la línea de visión, permite un campo sin sombras. Posee múltiples opciones de magnificación disponibles con el simple movimiento de una perilla, que oscilan desde 2x a 35x, se facilita la correcta alineación con el objeto, ya que el clínico fácilmente puede separarse del sistema y reposicionarse y el ambiente clínico se torna menos estresante cuando el operador puede ver con precisión lo que esta haciendo y así trabajar con mayor certeza (8,22,33,34,53,54).

Finalmente, el microscopio operatorio representa un instrumento de gran valor para el examen intraoral, diagnóstico y

tratamiento y existe una aparente mejora en las habilidades motoras finas, debido al aumento de la exactitud visual (8,22,33,34,53).

Dentro de las desventajas encontramos su costo, la necesidad de espacio físico para su colocación (55) y una larga curva de aprendizaje (8). Los usuarios experimentados en el manejo del microscopio, estiman que un curso clínico, con componentes operatorios reales, puede acortar la curva de aprendizaje del operador de 6 a 12 meses (6,46).

Debido al tiempo que debe ser dedicado a su entrenamiento, es necesario emplear el microscopio en todos los casos, teniendo en cuenta que con sus beneficios se puede ver más de lo imaginado. Por ello hay que considerar al microscopio operatorio, un instrumento inestimable en el ejercicio de la endodoncia actual (14).

Algunos clínicos comentan que el uso del microscopio retarda el tiempo operatorio, en este sentido, Musikant (1996) explica que, una vez vencida la curva de aprendizaje, si el usuario tarda más tiempo en un procedimiento, será porque descubrió en el microscopio, el poder visual para alcanzar su tratamiento ideal, el cual requerirá mayor dedicación, en términos de tiempo (18).

Takatomo *et al.* (2002) realizaron un estudio comparando la tasa de detección de conductos radiculares con el ojo humano sin asistencia, con la visión asistida por lupas y a su vez, éstas con la visión asistida por microscopio. Luego inyectaron tinta en

la cámara de los conductos que fue aspirada por sus agujeros apicales y clarificados para observar la anatomía y servir de control. Los investigadores concluyeron que, la detección de conductos bajo el microscopio operatorio fue significativamente mayor que la del ojo humano sin asistencia y que, el uso de lupas es un método relativamente ineficiente al compararlo con el microscopio (56).

Sin embargo en un estudio similar, pero *in vivo* realizado el mismo año por Buhley *et al.* (2002), no encontraron diferencia significativa para la localización de segundos conductos mesiovestibulares, entre las lupas y el microscopio operatorio, pero estos sí mejoraron su detección en comparación con la visión no asistida (57).

Tabla 1 Comparación entre capacidades de resolución del ojo, lupas y microscopio

SISTEMA	MAGNIFICACIÓN	(mm)
Ojo Humano	0x	0,2
Lupas – Magnificación media	4x	0,05
Microscopio – Magnificación baja	6,4x	0,031
Microscopio – Magnificación media	10x	0,02
Microscopio – Magnificación alta	20x	0,01

Imagen tomada de: Leonardo. 2005

1.2.1. Partes del microscopio operatorio

Existen muchos tipos y marcas comerciales de microscopio operatorio, pero todas tienen en común la visión estereoscópica, la iluminación coaxial, un dispositivo de fijación estable y aumentos variables (24). Se encuentran desde los más sencillos

con tres pasos fijos de aumentos y una movilidad estándar regulada por frenos de fricción, hasta los que tienen un aumento progresivo motorizado con plena movilidad y estabilizador magnético (14,53).

El microscopio operatorio consiste en 3 componentes primarios: la estructura de soporte, el cuerpo del microscopio y la fuente de luz (40).

1.2.1.1. Estructura de soporte: Es esencial que el microscopio se mantenga estable mientras se está usando y a la vez permita su maniobrabilidad con facilidad y precisión excepcional, particularmente al emplear gran poder de aumento. La estructura de soporte puede ser instalada en el piso, techo o pared. Mientras la distancia entre el punto de fijación y el cuerpo del microscopio disminuyen, la estabilidad del equipo aumenta (40).

Los microscopios de piso son útiles en centros de enseñanza, sin embargo, la mayoría de los usuarios prefieren fijarlos en el techo o en la pared, para reducir el movimiento pendular y aumentar la ergonomía de su aplicación. Al montarlo en el techo se aconseja su ubicación sobre la escupidera (24). Al montar el microscopio en clínicas con techos altos o paredes distantes, se debe preferir un microscopio de piso (40).

Gráfico 6. Diferentes formas de instalación del microscopio



La estructura de soporte puede ser instalada en el piso, techo o pared del consultorio.

Imagen cortesía Dr. Santiago Di Natale

Se debe prestar cuidadosa atención al montaje preciso de los brazos. Los resortes empotrados deben ser ajustados de acuerdo al peso del microscopio, para así establecer un perfecto balance en cualquier posición, lo que permitirá una visualización precisa (40).

1.2.1.2. Cuerpo del microscopio: Los oculares son dos lentes montados en tubos (binoculares) y junto con la distancia focal y los factores de cambio de magnificación proveen la magnificación deseada en un objeto; están disponibles en diferentes poderes con rango desde 6,3x, 10x, 12,5x, 16x y 20x (33), el final de cada ocular presenta un aditivo de goma que puede ser doblado si el clínico usa anteojos, en cuyo caso también puede alternativamente, ajustarse y personalizarse con la prescripción del operador (33,40,45). Sus reguladores ópticos

normalmente varían entre -5 y +5 dioptrías para así, ajustar la acomodación del cristalino (24).

Gráfico 7. Microscopio Carl Zeiss



Microscopio Carl Zeiss. Obsérvese los oculares, tornillo de acomodación de distancia interpupilar y capacidad de ajuste de dioptrías.

Imagen cortesía Dr. Juan Saavedra

La función de los binoculares es sujetar los oculares y permitir el ajuste de la distancia interpupilar (24,33,53). Se pueden alinear manualmente o mediante una pequeña tuerca para que los círculos divergentes de luz, que se observan por separado en cada ojo, se combinen hasta generar un foco único (40,45). Una vez que la distancia interpupilar y el ajuste de dioptrías se han establecido, no se deben alterar a menos que otro operador use el equipo (33,40,53).

Los binoculares están disponibles en diferentes distancias focales y se debe recordar que a mayor distancia focal, mayor

magnificación. Pueden presentarse con tubos rectos, inclinados o inclinables. Los tubos rectos son generalmente usados en otología y no se adecuan a las necesidades de la odontología, se orientan paralelamente al eje óptico del microscopio. Los tubos inclinados o inclinables son preferibles para permitir al clínico establecer una posición de trabajo cómoda. Los tubos inclinados se fijan en un ángulo de 45° con respecto a la línea de visión del microscopio y los tubos inclinables pueden ajustarse hasta 180° o inclusive más que esto ^(33,40,53), permitiendo cambiar el ángulo del segmento del binocular sin cambiar el ángulo de visión del lente, lo cual ofrece gran flexibilidad e increíble comodidad en la espalda ⁽¹⁹⁾. Sin embargo, su compleja fabricación, se aprecia en el aumento de su costo ⁽⁵³⁾.

Gráfico 8. Presentación de binoculares



Binoculares rectos, inclinados e inclinables, de la casa Kaps.

Imágenes cortesía Dr. Santiago Di Natale

El microscopio se posiciona sobre la boca del paciente y los binoculares se inclinan de forma que, tanto la cabeza como el cuello del operador se mantengan en un ángulo, donde la comodidad pueda ser sostenida a lo largo de todo el procedimiento (40,52).

Los cambios de magnificación, ubicados en la cabeza del microscopio, están disponibles en 3, 5 o 6 etapas o cambiadores que se pueden ajustar de forma manual con una perilla lateral al equipo o de forma motorizada con lo que se evita la interrupción visual momentánea o el salto que se produce con los reguladores manuales al aumentar o disminuir la magnificación (17,33,40,53).

Estos cambios de magnificación o selectores de aumento, consisten en lentes montados y conectados a un disco giratorio ubicado a un lado del microscopio, mediante al cual se rota un dial y se coloca un lente frente al otro dentro del regulador, lo que produce un determinado factor o valor de aumento, alternando así la magnificación (40,53).

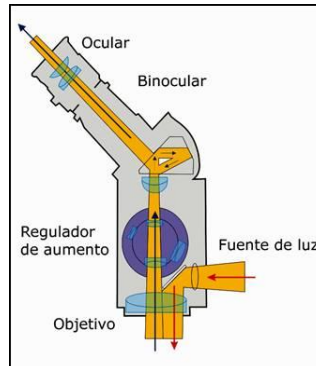
Antes de usar por primera vez el equipo y de manera periódica, debe lograrse que el microscopio sea parafocal, es decir que el microscopio se encuentre enfocado en todos sus rangos de magnificación. Para ello un objeto plano, como una moneda, se coloca en el campo visual del equipo y se modifican los factores hasta lograr la precisión visual en todos sus valores. Realizar estos ajustes de manera individual en cada ojo, previene la fatiga ocular (33,53).

El objetivo también conocido como objetivo principal, es el elemento óptico final y su distancia focal determina la distancia de trabajo entre el microscopio y el campo operatorio ⁽²⁴⁾. Si se removiera el objetivo, el microscopio enfocaría al infinito ⁽⁵³⁾. En algunos microscopios, ubicado lateral y cerca del objetivo principal, se encuentra una perilla que permite modificar la distancia entre el microscopio y el campo operatorio, para ajustar los últimos detalles finos en la visualización del objeto, de manera delicada y sin perder foco ⁽³³⁾.

El objetivo principal, consiste en un conjunto de lente con longitud focal que puede variar desde 100 hasta 400mm. Un objetivo de 400mm, enfoca a una distancia de 40cm. Uno de los objetivos más utilizados es el de 250mm, que permite una distancia de 25cm entre el objetivo y el plano de trabajo, suficientemente cómoda para el manejo del instrumental ^(24,53).

Sin embargo, no hay una distancia preestablecida o universal, la distancia focal debe igualarse a las preferencias del operador en relación a sus distancias de trabajo, si es muy corta o muy larga será incomodo de usar ⁽²⁷⁾ y se desaprovechará la ergonomía que permite el microscopio ^(33,40).

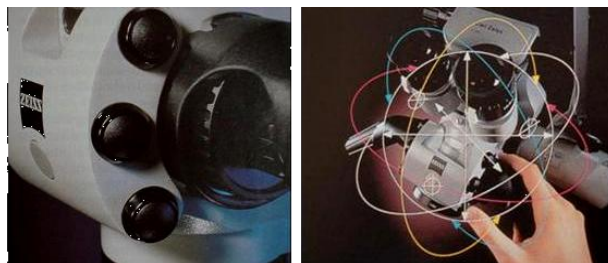
Gráfico 9. Configuración estructural de un microscopio operatorio



Tomado de: Leonardo 2005.

Existen algunos microscopios como el OPMI Pro Magis de Zeiss, que ofrecen una nueva tecnología de embrague que permite con solo presionar uno de los seis botones para tal fin, ajustar la cabeza del microscopio rotándola totalmente libre de resistencias hacia cualquier dirección y fijándola cómoda y fácilmente donde se desee (33).

Gráfico 10. Microscopio Opmi Pro Magis Zeiss



Microscopio Opmi Pro Magis Zeiss. Su nueva tecnología de embrague, permite ajuste rotacional, libre de resistencias hacia cualquier dirección y fijación cómoda y sencilla. *Imagen tomada de: Kim, S. 2001*

Al momento de adquirir un microscopio, las características generales deseadas en un equipo se engloban en:

- Excelente óptica que se relaciona con la calidad del equipo, específicamente con el conjunto de sus lentes.
- Estabilidad mecánica para que una vez colocado en una posición se mantenga fijamente sin rebotes.
- Fácil maniobrabilidad ya que la cabeza del paciente se moverá constantemente teniendo que reposicionar el equipo a la par.
- Modularidad que permitirá que la inversión se mantenga con el pasar de los años y el advenimiento de nueva tecnología que se podrá adaptar sólo si el equipo lo permite ⁽³³⁾.

En relación a esto último, las conclusiones de Caplan (1990) son totalmente aplicables: “Si de hecho los odontólogos y la odontología coexisten en un estado dinámico, entonces sus requerimientos físicos y profesionales se mantienen en constante cambio. Con esto en mente, una selección de magnificación prudente sería la adquisición de un sistema flexible” ⁽²⁵⁾.

Entonces, considerando los factores descritos, un microscopio debe poseer las siguientes características para encontrarse adecuadamente equipado para su aplicación en odontología: poder de ocular de 12,5x, binoculares inclinados o de mayor preferencia inclinables de 125mm, cambiador de 5 pasos y rangos desde 4x a 28x y lente objetivo de 200 a 250mm ^(40,53).

1.2.1.3. Fuente de Luz: la fuente de luz es una de las características más importantes en los microscopios, ya que es responsable de la iluminación y por ende, de la visión de las porciones más profundas del sistema de conductos radiculares (15).

Puede ser provista por bombillos halógenos, generalmente de 100 a 150 watts, o por bombillos de xenón. La luz se conecta al microscopio a través de un cable de fibra óptica de gran eficiencia y su intensidad es controlada por un reóstato (15,33,40). Los bombillos de xenón producen luz brillante comparable a la luz del día, lo cual posibilita fotos con colores óptimos. La luz de halógeno en cambio provee luz amarilla, lo cual no es recomendable para los fines de documentación, por lo tanto debe ser un punto a considerar cuidadosamente. La luz se debe ajustar de menor a mayor intensidad para evitar brillos excesivos (15,33,45).

1.2.1.4. Accesorios: Para permitir que cierto porcentaje de luz de los oculares se desvíe a los accesorios, es posible colocar un divisor del haz de luz, entre los binoculares y el cambiador de magnificación. El rayo es dividido generalmente en un radio de 50:50 (40), la mitad de la luz disponible para la visión del operador y la otra mitad para el equipo accesorio, que puede ser una cámara o videocámara que proyectará una imagen de la misma magnificación de campo que observa el operador (17), lo cual permite al asistente recibir la misma información que el odontólogo, permitiéndole seguir con precisión el procedimiento

y asistir eficientemente el acto. Por otro lado es una excelente herramienta educativa y para documentación (17,24,33,40).

Recientemente se introdujo al mercado un microscopio con video cámara incorporada, lo cual resulta ventajoso tomando en cuenta que el divisor de rayos es un accesorio costoso (33).

Aún cuando la fotografía en papel posee una ventaja de resolución sobre los píxeles, la revolución digital avanza a pasos agigantados y es la tecnología recomendada para acompañar al microscopio, por su intensa iluminación, facilidad de manejo, tamaño y peso (24,58). La cámara digital recomendada para complementar al microscopio operatorio pertenece a la casa Nikon y se trata del modelo Coolpix 950, ampliamente reconocida por su excelente capacidad en la captación de la realidad de los colores, que según comunicaciones verbales de varios usuarios, no ha podido ser superada por unidades más modernas. Esta ligera cámara se une al microscopio por medio de un adaptador especialmente diseñado para tal fin (Adaptador Carr) que a su vez, se une al divisor óptico (26).

Gráfico 11. Divisor óptico y adaptador Carr



Izquierda: Divisor óptico. Centro: Adaptador Carr. Imágenes cortesía Dr. Juan Saavedra. Derecha: Divisor óptico con cámara y video cámara adaptados. *Imagen tomada de: Kim, S. 2001*

Las cámaras proveen la oportunidad de lograr imágenes precisas, claras e inmediatas. Si la conexión se combina con un cable de video, de la cámara a un televisor o monitor, la oportunidad de fotografiar, documentar y visualizar los casos inmediatamente es un hecho, ofreciéndole al paciente un virtual tour visual, la experiencia ha demostrado que hasta los pacientes mas ansiosos agradecen el poder visualizar el tratamiento ya que eliminan el temor a lo desconocido. De igual forma, adjuntar una video cámara, despliega un abanico de oportunidades en el área de trabajo y educación ⁽²⁶⁾.

Existen muchos desarrollos novedosos en el uso, diseño y aplicación de la magnificación en la odontología ⁽⁵⁹⁾. Uno de éstos avances, es el empleo del microscopio como parte de un sistema de visualización tridimensional que, en conjunto con lentes adecuados según sus seguidores, revoluciona el campo de la enseñanza a niveles no alcanzados con anterioridad ⁽²¹⁾.

Gráfico 12 Estudiantes en la Universidad de Osaka



Estudiantes en la Universidad Osaka, Japón, empleando lentes 3D para observar un procedimiento clínico.

Imagen tomada de: García 2005

1.2.2. Elementos fundamentales

La triada de la microcirugía endodóntica engloba magnificación, iluminación e instrumentos. En ausencia de alguno de estos elementos la microcirugía no sería posible. Con brillantes luces enfocadas en campos quirúrgicos magnificados desde 4x hasta 31x, el cirujano puede apreciar cada detalle de las estructuras apicales y puede ejecutar tratamientos de forma más precisa (33,60).

La iluminación y la ampliación son especialmente importantes en la endodoncia ya que en esta área, los procedimientos son realizados “en lo más recóndito del diente o del hueso, que por tradición, se han llevado a cabo mediante sentido táctil y dicha iluminación y ampliación bien concentrada no son una ayuda, sino más bien, una necesidad visual” (14). Una excelente visualización es el producto de altos poderes de magnificación, combinados con luz coaxial de alta intensidad, que se torna fundamental al aumentar el poder de magnificación del equipo, ya que en esta misma medida, el campo se oscurecerá (6).

La precisión de la práctica manual depende tanto de la magnificación, como de la visión estereoscópica. Los movimientos manuales controlados visualmente, son a su vez fuertemente dependientes de la magnificación empleada. Los movimientos finos de un instrumento sólo son posibles cuando los mínimos detalles son reconocidos. El efecto estereoscópico es el resultado de la separación del haz de luz en dos rayos dirigidos por el microscopio a los oculares y finalmente a los ojos

del operador, permitiendo que éste perciba una imagen tridimensional para su adecuada orientación y óptimo desempeño (17).

1.2.2.1. Magnificación

El descubrimiento de la magnificación fue probablemente, el resultado de la observación del aumento del tamaño de los objetos cuando eran observados a través del agua. Este fenómeno, conocido como refracción, es causado por el desdoblamiento de la luz, cuando pasa oblicuamente a través de dos medios de diferente densidad (12).

Cualquier sistema de magnificación provee al clínico de un aumento del tamaño de la imagen, lo cual le permite mejorar su precisión visual y postura mientras trabaja, lo cual se traduce en menos estrés y fatiga durante la práctica rutinaria, un alto nivel de confianza y calidad de atención superior (61).

Existen cuatro características fundamentales que se deben tomar en cuenta al seleccionar la magnificación:

- Poder de Magnificación: es la cualidad individual del lente de aumentar el tamaño visual del objeto observado.
- Distancia de Trabajo o Distancia Focal: describe el trayecto entre el lente y el objeto enfocado, mientras menor sea el espacio entre el objeto observado y los lentes, mayor magnificación y en términos de ergonomía, es la

característica de mayor importancia. Se debería ubicar entre 28 y 38cm.

- Campo de Visión: es el área observada a través de los lentes, generalmente, en la medida que el poder de magnificación aumenta, el campo de visión disminuye.
- Profundidad de Campo: se refiere a la habilidad del sistema de lentes de enfocar objetos que están a la vez, cerca y lejos, sin tener que cambiar la posición. Esta es la distancia en la que el lente puede moverse y mantenerse en foco. Generalmente, a mayor poder, menor profundidad de campo (1,35,55,61).

Existe la posibilidad de variar la magnificación total de un equipo al modificar alguno de los factores involucrados, lo cual se puede cuantificar mediante una fórmula precisada. Por ejemplo, para obtener mayor aumento cuanto menor sea la distancia focal, mayor será la capacidad de aumento disponible, lo mínimo estimado es de 200 mm y lo más cómodo para no tropezar con el instrumental es de 250 mm. Estos se pueden clasificar de forma sencilla en aumento de mínimo, mediano y alto rango (5,53).

Tabla 2. Magnificación total

$\text{Magnificación Total} = \frac{\text{Distancia Focal del Binocular}}{\text{Distancia Focal del Objetivo}} \times \text{Poder del Ocular} \times \text{Valor de Magnificación}$

Fórmula para calcular la magnificación total de un microscopio.

Tabla tomada de Kim, S. 2001

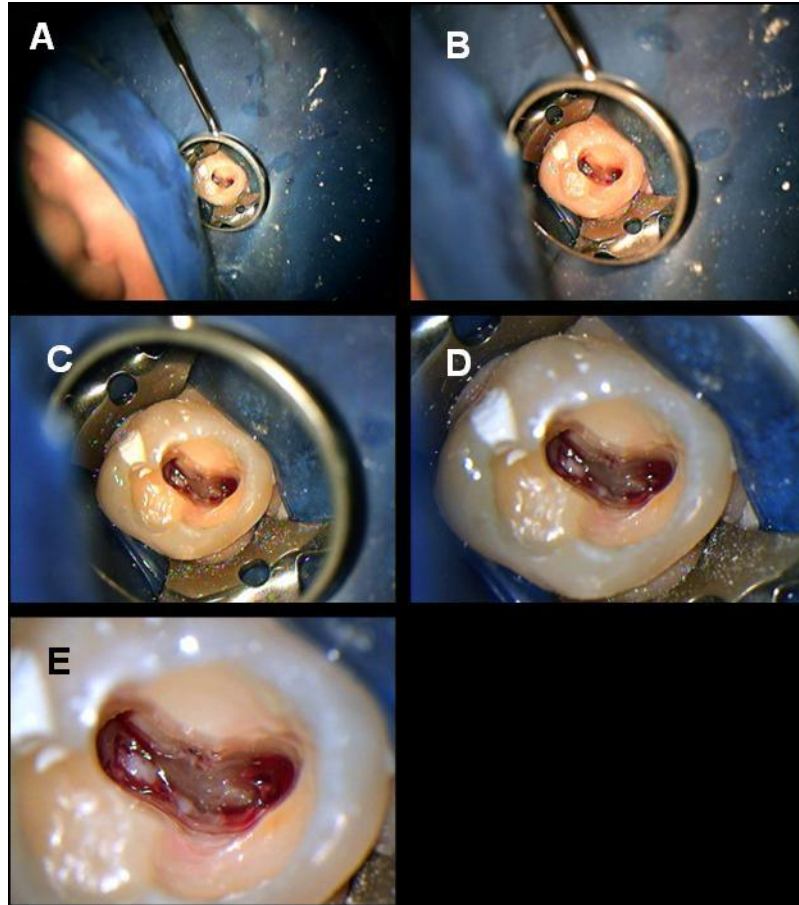
El microscopio operatorio no es difícil de usar, especialmente a magnificaciones de mediano rango (3x y 16x) ^(14,17,33,53). Existen microscopios que presentan poderes de magnificación de 40x e inclusive más, sin embargo, las limitaciones en la profundidad de campo e iluminación, hacen que éstos altísimos poderes sean poco prácticos ^(5,53).

La mayoría de los procedimientos son realizados bajo mínima a mediana magnificación, mientras que la magnificación mayor es reservada para procedimientos de revisión. Al aumentar la magnificación, la iluminación del campo operatorio disminuye al igual que la profundidad de campo y con ellos el campo de trabajo ⁽¹⁵⁾.

La regla general es que mientras mayor magnificación, menor área de campo visual y profundidad de campo. La disminución en la iluminación a grandes magnificaciones se puede compensar aumentando la intensidad del poder de luz ⁽¹⁷⁾.

Previo a la adquisición de cualquier sistema de magnificación, es recomendable asistir a una consulta con un oftalmólogo para así obtener una correcta prescripción y medidas visuales y corroborar si existe algún impedimento o complicación para su uso ⁽¹⁾. No se ha reportado ningún compromiso en la fisiología visual asociado al uso de la magnificación, sin embargo es posible desarrollar cierto grado de dependencia al acostumbrarse a la posibilidad de observar de forma más detallada y precisa los casos, desarrollando la sensación de necesidad cuando no se encuentra disponible ⁽²⁷⁾.

Gráfico 13. Diversos valores de magnificación



Diversos valores de magnificación.

A: 3,4x, B: 5,1x, C: 8,5x, D: 13,6x, E: 21,25x

Nótese la disminución del campo visual y mayor requerimiento de luz con el aumento del valor de magnificación.

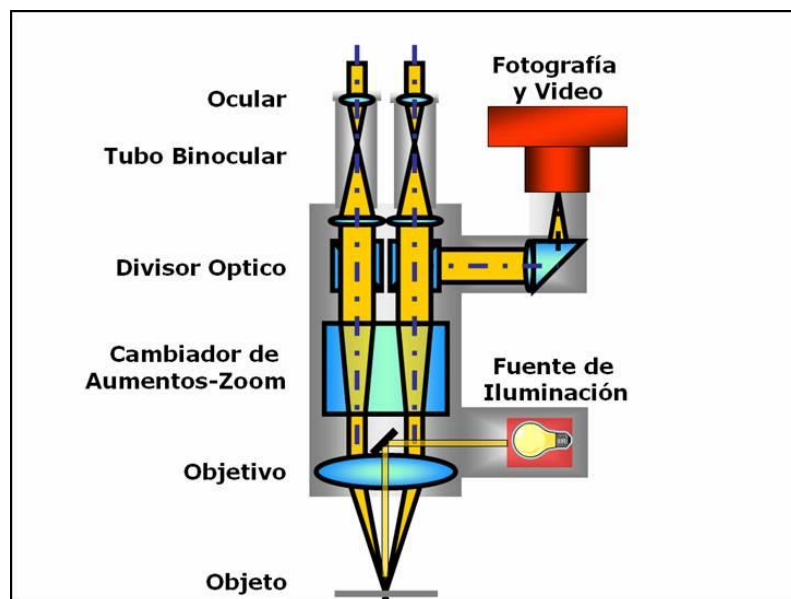
Tomado de: Leonardo 2005.

1.2.2.2. Iluminación

La premisa del uso del microscopio es sencilla, el uso eficiente de la luz, adosado a la magnificación resulta en una odontología más precisa (31,54).

Entender el camino que lleva la luz a su paso por el microscopio es importante para comprender la iluminación del equipo; la intensidad de la luz, que proviene del bombillo halógeno o xenón, es controlada por un reóstato y un ventilador se encarga de refrigerar el ambiente. La luz, es entonces reflejada a través de un lente condensador a una serie de prismas y después a través del lente objetivo al campo quirúrgico. Después de que la luz alcanza dicho campo, es reflejada de regreso a través del lente objetivo por los lentes cambiadores de magnificación y a través de los binoculares, llegando a los ojos como dos rayos separados, siendo lo que produce el efecto estereoscópico que permite al clínico apreciar la profundidad del campo de una imagen tridimensional (53,59).

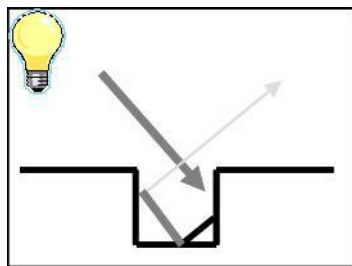
Gráfico 14. Diagrama del recorrido del haz de luz y espectro visual en un microscopio operatorio



Tomado de: Leonardo 2005

La cavidad de acceso endodóntico suele ser descrita como un espacio verdaderamente oscuro en el diente. La falta de visión es debida a la óptica y la absorción de la luz en la superficie del diente. La figura, muestra un haz de luz dirigido hacia una cavidad. El haz de luz es reflejado varias veces en las superficies de la cavidad del diente y dependiendo de la estructura de la superficie y de su color, la reflexión de la luz será mínima; consecuentemente, la cavidad se observará como un espacio oscuro. Este problema se ha intentado solventar al recomendar lámparas frontales o fuentes de luz halógena extra durante el tratamiento (17).

Gráfico 15. Dibujo esquemático del haz de luz, proyectado en una cavidad



Tomado de: Velvart 2004

Sin embargo, aún cuando por medio de lámparas quirúrgicas frontales o por medio de cables de fibra óptica (62), se logra transmitir luz con una intensidad que puede superar hasta cuatro veces la luz de la unidad, ésta no es considerada lo suficientemente poderosa como para permitir la adecuada visibilidad en la profundidad de los conductos (15). La transición del uso de magnificación por medio de lupas al uso del

microscopio se acompaña por el aumento exponencial del volumen y calidad de luz disponible a través del lente (13).

Gráfico 16. Comparación entre la luz emitida por microscopio quirúrgico (izquierda), y por una lámpara de la unidad odontológica (derecha).



Tomado de: <http://www.javeriana.edu.co>

Por primera vez en la odontología la iluminación logra ser coaxial con la línea de visión, gracias a la presencia de una serie de prismas que desvían la luz virtualmente paralela ($0 - 6^\circ$) al eje visual y luego a través del lente objetivo, alcanzando el área de trabajo con la intensidad lumínica deseada. Debido a esta dirección coaxial, la luz es capaz de penetrar en los conductos sin ninguna angulación y sin producir ningún efecto de sombras, lo cual es de especial valor cuando las dificultades se encuentran en espacios estrechos (17).

Gráfico 17. Instrumento fracturado en premolar



Izquierda: imagen radiográfica que presenta instrumento fracturado en tercio medio. Derecha: imagen clínica bajo magnificación de 21,3x. Nótese que la luz coaxial del microscopio permite la difusión del haz de luz a través del conducto radicular, iluminando perfectamente el instrumento fracturado ubicado a 12mm de la corona.

Tomado de: Leonardo 2005.

1.2.2.3. Instrumentación

Para muchos odontólogos, los tratamientos de conductos se pueden describir adecuadamente con las palabras que Winston Churchill usó para referirse al golf: “Un juego imposible, con instrumentos imposibles” (4).

Aún cuando el microscopio operatorio no es un instrumento de última tecnología, solo fue aprovechado en las cirugías endodónticas recientemente (33,52). Una justificación razonable podría ser la ausencia de microinstrumental odontológico, sin el cual, realizar cirugías bajo magnificación, resulta prácticamente imposible (33).

Los instrumentos endodónticos quirúrgicos estándar son demasiado grandes para un acercamiento microquirúrgico, por lo que se creó la necesidad de realizar variaciones al instrumental quirúrgico y de desarrollar instrumentos especiales con diseños y funciones específicos, que de igual forma a los instrumentos tradicionales son lo suficientemente largos, como para descansar en el pulgar y en el índice (32,33,45).

Gráfico 18. Posición del instrumental



La imagen muestra la adecuada posición del instrumento en la mano.
Imagen tomada de: Burkhardt y Hurzeler 2000.

Algunos instrumentos microquirúrgicos son versiones miniaturizadas de los instrumentos quirúrgicos tradicionales para trabajar en los espacios confinados a la cripta del hueso bajo gran magnificación. Sin embargo muchos otros fueron diseñados específicamente ante la necesidad de mayor precisión. La cirugía endodóntica le debe al Dr. Gary Carr, la primera generación de instrumental microquirúrgicos para endodoncistas (33).

Gráfico 19. Espejo y tijera estándar y versión miniaturizada



Imagen tomada de: Tomado de: Leonardo 2005.

1.2.2.3.1. Instrumental Diagnóstico: los instrumentos de diagnóstico incluyen espejo, sonda periodontal, explorador y microexplorador. Los tres primeros son instrumentos estándar en la práctica endodóntica. Únicamente el microexplorador ha sido especialmente diseñado para la microcirugía. Posee una punta de 2mm doblada en 90° en un extremo y en 130° en el otro extremo. La punta corta facilita su manejo dentro de la pequeña cripta ósea. Éste instrumento es extremadamente útil en la búsqueda de fisuras al usarlo en conjunto con la Jeringa Triple Stropko (13,33,40).

Gráfico 20. Instrumental Diagnóstico



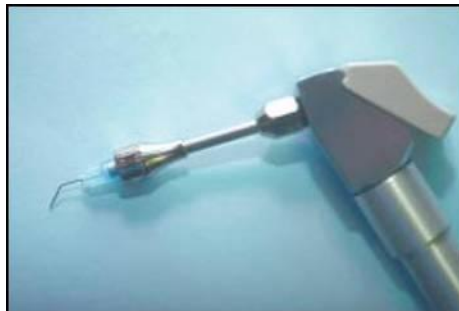
Izquierda: Instrumental de diagnóstico. Derecha: Punta de microexplorador usada para evaluar superficie seccionada en búsqueda de fisuras.

Imágenes tomadas de: Kim, S. 2001. Centro: Microexplorador, nótese la punta de 2mm con ángulo de y 90° en un extremo y 130° en el otro.

Imagen tomada de: Tomado de: Leonardo 2005

La Jeringa Triple Stropko es una herramienta sencilla pero de gran utilidad, encaja en la jeringa triple estándar. Es fácil de usar y altamente efectiva para irrigar y secar tanto retropreparaciones, suplantando el uso engorroso de puntas de papel para éste fin, como para direccionarla sobre el margen gingival, provocando su flexión y permitiendo visualizar esta zona en búsqueda de fisuras. Una vez adaptado a la jeringa triple, puede usarse con cualquier tamaño de aguja. El promedio del calibre de aguja empleado para la mayoría de las aplicaciones rutinarias es 25. Una aguja mas fina de calibre 30, puede ser empleada para secar adecuadamente los conductos radiculares. Para combinar con ésta, se ha creado una micro punta de medio milímetro la Blue Micro Tip (Vista Specialty Products), que permite mayor dirección del agua y aire (5,13,33,40).

Gráfico 21. Jeringa triple con aditivo Stropko y micro punta de medio milímetro Blue Micro Tip (Vista Specialty Products)



Tomado de: Rubinstein y Mahmoud 2004

1.2.2.3.2. Instrumentos de Curetaje: los instrumentos de curetaje incluyen un scaler minijacket 34/35 un instrumento

Columbia 13-14, un Minimolden y curetas miniendodónticas. El curetaje generalmente no es considerado un procedimiento microquirúrgico y por lo tanto cualquier cureta periodontal puede ser usada para ese propósito. La excepción resulta al curetear la pared lingual o el ligamento periodontal que si pueden requerir curetas miniaturizadas. Para este propósito fueron especialmente diseñadas las minijacquettes y las curetas miniendodónticas (33).

Gráfico 22. Instrumentos de curetaje



Izquierda: Primeras cinco: Minicuretas, últimas dos: Minimolden. Derecha: Minijacquettes y minicuretas para usar sobre paredes linguales o ligamento periodontal.

Imágenes tomadas de: Kim 2001

1.2.2.3.3. Instrumentos de Inspección: los microespejos pueden poseer superficies de zafiro y se comercializan en diferentes tamaños con rangos de diámetro de 1 a 5 mm y diversas formas. Una importante característica es la flexibilidad de su cuello, lo cual surge como una necesidad de posicionar el espejo en ángulos específicos que permiten reflejar la totalidad de la superficie seccionada de la raíz. Sin la habilidad de

acomodar el cuello del microespejo en el ángulo necesario, la superficie seccionada no podría ser observada claramente (5,33).

Gráfico 23. Instrumentos de Inspección



Izquierda: Microespejos de acero inoxidable, modelo redondo (3 mm de diámetro) y modificación rectangular. Centro: Microespejos con superficies de zafiro. Tomado de: Kim, S. 200. Derecha: Microespejos, nótese la característica flexibilidad del cuello. *Imagen cortesía Dr. Santiago Di Natale.*

1.2.2.3.4. Instrumental para la incisión y elevación: la hojilla de bisturí ideal para la microcirugía es la 15 C debido a que es suficientemente pequeña para ser manejada en las zonas interpapilares y a la vez suficientemente grande como para realizar incisiones verticales liberadoras en un solo movimiento. Las microhojillas son útiles cuando los espacios interproximales son muy estrechos. Los elevadores de tejidos blandos están diseñados para elevar la encía y los tejidos desde el hueso cortical con un mínimo trauma a los tejidos, logrando cicatrizaciones menos dolorosas y más rápidas. A diferencia de los elevadores periósticos empleados en periodoncia, este nuevo diseño incorpora bordes delgados y agudos y puntas que permiten que los tejidos blandos se eleven desde el hueso de una forma limpia y completa (33,45,63).

Gráfico 24. Instrumental para incisión y elevación



A: Bisturí convencional y microbisturí.

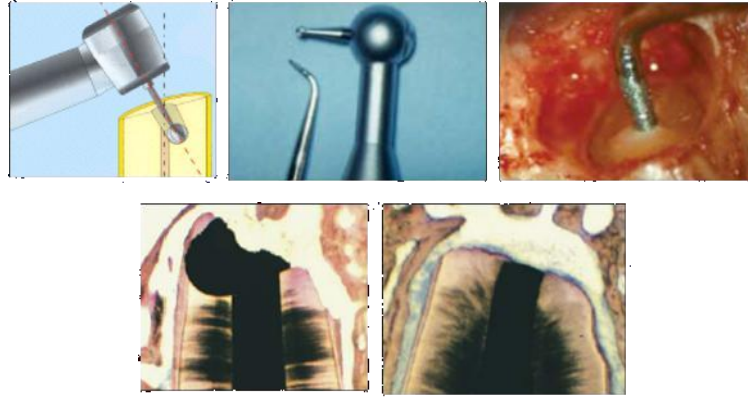
Tomada de: Leonardo 2005

B: Hojilla 15C. C: Microbisturí. D: Elevadores.

Tomado de: Kim 2001

1.2.2.3.5. Unidades Ultrasónicas y Puntas de Ultrasonido: Antiguamente, debido a las carencias del instrumental, las preparaciones retrógradas consistían en cráteres apicales, usualmente a profundidades mínimas, que permitían la microfiltración del material ⁽⁶³⁾. Se realizaban con la turbina y una fresa redonda o de cono invertido, lo que traía ciertas limitaciones, entre ellas, una preparación muchas veces no paralela al eje largo del diente y con angulaciones de al menos 45°, el riesgo a perforar la pared lingual e insuficiente profundidad de trabajo ⁽³⁾.

Gráfico 25. Retropreparación



Fila superior: Izquierda: Ilustración de retropreparación deficiente realizada con turbina. Centro: Comparación de tamaño entre punta ultrasónica y miniturbina. Derecha: Retropreparación paralela al eje largo del diente lograda con equipo ultrasónico. Fila inferior: Imágenes histológicas de preparaciones apicales. Izquierda: realizada con fresa redonda, obsérvese el desgaste, casi perforante en la pared lingual. Derecha: realizada con punta de ultrasonido capaz de conservar la integridad del diente.

Imágenes tomadas de: Rubinstein y Mahmoud 2004

Las puntas ultrasónicas quirúrgicas fueron diseñadas inicialmente por el Dr. Gary Carr y fueron conocidas como las puntas Carr o CT debido a sus siglas en inglés (Carr tips). Ellas presentan aproximadamente $\frac{1}{4}$ de mm en su diámetro, 3 mm de longitud y $\frac{1}{10}$ del tamaño de la microcabeza de una pieza de mano convencional. Las puntas CT son fabricadas en acero inoxidable y su diseño no ha sido alterado desde su introducción hace ya más de una década (5,33).

Las puntas ultrasonicas Kim Surgical (KiS) son la nueva generación de puntas microquirúrgicas. Están recubiertas con

nitrate de zirconio y presentan un puerto de irrigación cercano a la punta y no en el eje como las CT. Estas avanzadas puntas ejercen su función de forma más rápida y suave (33).

Actualmente, es posible encontrar una variedad de puntas ultrasónicas, pueden ser de acero inoxidable o de diamante, que logran tallar cavidades más pequeñas y limpias, además de preparaciones de istmos más eficientes (5).

Gráfico 26. Puntas de ultrasonido



Las dos primeras imágenes muestran modelos de puntas CT (Carr), las dos últimas muestran modelos KiS (Kim). *Imágenes tomadas de: Kim, S. 2001.*

1.2.2.3.6. Instrumentos para la Retroobtención y Condensación: estos instrumentos presentan una bola en un extremo que puede variar en su diámetro de 0,2 a 0,5 mm y en el otro extremo una superficie plana de 3mm de largo y 1mm de ancho que permite llevar el material de obturación a la retropreparación. Esta superficie plana puede presentar angulaciones variables con respecto al mango (45°, 65°, 90°) o permanecer recta. Sus diversas angulaciones varían para acomodarse de acuerdo al diente a operar. (ej. molares derechos o izquierdos) (33).

Gráfico 27 Instrumentos para la retroobtención y condensación



Imágenes magnificadas de instrumental para la retroobtención.

Tomadas de: Kim 2001.

1.2.2.3.7. Instrumentos de Sutura: las microtijeras Laschal y los portaagujas Castroviejos, son usados para manejar suturas sintéticas 5-0 o 6-0, reemplazando a las tijeras largas estándar, ya que son demasiado grandes para el ambiente microquirúrgico. El castroviejo más pequeño y delicado, puede requerir ciertos ajustes al principio pero recompensará al cirujano facilitando la delicada y difícil tarea de suturar. Previo al advenimiento de la microcirugía, las suturas de seda 4-0 eran el estándar para la cirugía endodóntica siendo fácilmente manipulables, no obstante, previniendo algunos de sus efectos adversos y aprovechando las ventajas visuales del microscopio, las suturas de monofilamento 5-0 y 6-0 de nylon o polipropileno son mayormente usadas en la actualidad. Al suturar bajo el microscopio, se logra una excelente reapproximación de los tejidos que promueven una cicatrización por primera intención (16,33,45).

Gráfico 28. Portaagujas Castroviejo y microtijera Laschal

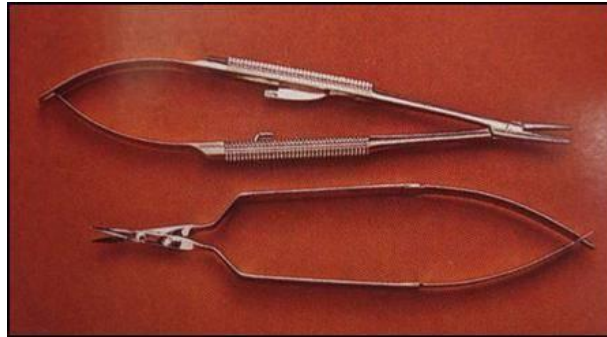


Imagen tomada de: Kim 2001

2.- Ergonomía

Para muchos, el valor de la magnificación en la odontología es secundario a los beneficios ergonómicos alcanzados al aumentar la distancia de trabajo y eliminar la necesidad de adoptar posturas adversas, que colocan la cabeza fuera de su posición de balance sobre el centro de la columna, lo cual en respuesta, contrae los músculos del cuello, hombros y espalda para estabilizar la cabeza pese a la gravedad, empeorando los problemas musculoesqueléticos (12,25,26,35,64). Estas posiciones mantenidas en el tiempo, pueden debilitar y degenerar los discos intervertebrales o inclusive producir hernias (64).

Gráfico 29. Efectos de la postura sobre la columna vertebral



Izquierda: Las posturas inadecuadas al aplanar la región lumbar e inclinar la cabeza hacia delante, afectan las curvaturas fisiológicas de la columna.

Derecha: Al mantener la curva en la porción inferior de la espalda, se facilita la adecuada postura y se reduce la presión en la musculatura y discos intervertebrales.

Imagen tomada de: Valachi B, 2003

Ahora bien, en la medida que la avanzada sofisticación del equipamiento odontológico ha entrado en el mercado, el potencial de mejorar la salud ocupacional se ha expandido. Sin embargo, a pesar de esto, los profesionales de la salud bucal, continúan estando altamente asociados a dolores crónicos de espalda, cuello y hombros (65,66,67,68).

Las técnicas actuales en la odontología, demandan más que nunca, excelencia en la visión y en la postura ⁽⁶⁶⁾, sin embargo, en relación a los dolores de espalda, las investigaciones indican que a pesar de tener múltiples etiologías, sobre todo las malas posturas al sentarse, aumentan considerablemente el riesgo a su padecimiento, especialmente en la zona lumbar. Por ende, individuos cuya ocupación requiera permanecer sentados por mucho tiempo, como lo son los profesionales de la odontología, serán mayormente susceptibles a estos padecimientos ^(65,67).

Numerosos artículos proponen ciertos criterios sobre posturas correctas, que se deberían tener en cuenta, sin embargo estos juicios parecen estar basados más en observaciones y opiniones que en evidencia científica, por lo que Hardage *et al.* (1984), evaluaron la postura correcta de trabajo para profesionales del área odontológica, mediante la medición de actividad mioeléctrica, para estudiar la influencia del soporte y altura del taburete ⁽⁶⁷⁾.

Cuando las curvaturas fisiológicas de la columna vertebral, se encuentran bien balanceadas sobre su centro de gravedad, la columna es soportada principalmente por la estructura ósea de las vértebras, descansando unas sobre las otras, pero cuando este balance se altera, la columna depende de sus músculos, ligamentos y tejidos blandos para mantenerse erecta ⁽⁶⁴⁾.

Por lo tanto, no resulta sorprendente que el estudio de Hardage *et al.*, haya concluido que, el soporte lumbar altera de manera significativa la actividad muscular de la espalda en su zona baja

y alta. Cuando existe dicho soporte, la actividad mioeléctrica disminuye, lo que indica posiciones relajadas. Sin embargo, llama la atención el hecho de que la influencia de la altura de la silla no esté del todo clara. Bajo los parámetros del mencionado estudio, la altura de la silla no influencia significativamente la actividad muscular, no obstante sugiere que alturas bajas, aunque no de manera estadísticamente significativa, inducen a menor actividad muscular, siempre y cuando la espalda posea soporte (64,67).

La importancia del soporte lumbar se explica ya que, sin soporte, la espalda en su zona lumbar, inicialmente se aplanará y buscará balancearse y desbalancearse continuamente para contrarrestar la fuerza de la gravedad (64,67).

Por todo esto se concluye que los criterios mencionados en otros estudios pueden ser aceptados y que es de importancia no solo que la silla del operador posea soporte lumbar, sino que ésta sea colocada de tal forma que permita que el clínico la emplee eficientemente (64,67).

Actualmente, existen sillas diseñadas inicialmente para ser empleadas en consultorios equipados con microscopio, que ofrecen posa brazos, son reclinables y para su perfecto posicionamiento debe elevarse hasta que la espalda este totalmente vertical y sin tensión y las piernas se encuentren sin restricciones y paralelas al piso. La mayoría de las sillas permiten un rango de movilidad para su ajuste entre 40 y 53 cm. sobre el nivel del piso (19).

Gráfico 30. Silla odontológica con soporte



Esta banqueta especial con soporte lateral móviles para los brazos, permite un soporte suplementario y favorece posturas más relajadas.

Tomado de: Leonardo 2005

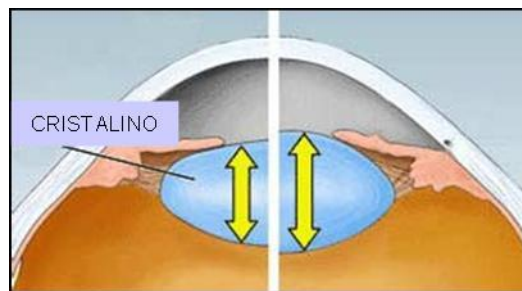
Estudiosos en la Universidad de la Columbia Británica (University of British Columbia), realizaron una investigación sobre la problemática ergonómica, para lo cual analizaron el “Desenvolvimiento Lógico” el cual es un modelo de resolución de problemas, basado en la individualización personal del posicionamiento, que se inicia con un ejercicio de propiocepción para determinar las preferencias individuales del operador en cuanto a su postura y posiciones de trabajo, correlacionándolas con su sintomatología musculoesquelética, Al culminar su estudio, resalta entre otros hallazgos, la positiva influencia de los sistemas de magnificación en la disminución de dolor en los miembros inferiores (65).

Finalmente, agregan en concordancia con las opiniones de Coburn, D. (1984), que el autoreconocimiento por parte del operador de sus posturas, práctica y patrón de empleo de sus

equipos, es el primer paso y el más crítico, para neutralizar hábitos ergonómicos que puedan acortar su carrera profesional (65).

Por otro lado y en cuanto a las capacidades oculares, por definición, la visión normal es aquella que existe cuando el individuo logra enfocar adecuadamente tanto el infinito, como un punto cercano (66). Sin la asistencia de la magnificación, el aumento en la precisión visual es logrado al acercarse al objeto. Así, por un fenómeno de acomodación, el cristalino se redondea gracias a la acción de los músculos ciliares y simultáneamente los ojos se direccionan hacia la línea media y convergen. Para trabajos delicados en odontología, el operador tiende a ubicarse a la menor distancia posible que permita enfocar cómodamente (12,69).

Gráfico 31. Cristalino



La ilustración muestra como el cristalino es capaz de modificar su configuración al acercar o alejar un objeto al campo visual.

Imagen tomada de: <http://www.vision-surgery.com>

Con el pasar de los años, es común perder la elasticidad del cristalino. Un niño pequeño es capaz de enfocar a distancias tan cercanas como 10 y 13cms, se calcula que un recién egresado de la escuela de odontología, logra enfocar adecuadamente a 25cms y una persona de 45 años a 50cms (66).

Otro problema que acompaña la edad, es la pérdida progresiva de transparencia del líquido intraocular, consecuentemente menor cantidad de luz llega a la retina, todo esto dificulta la visión, indicándole al operador que requiere mayor cantidad de luz y acercarse más al paciente para que las pupilas se contraigan y así logre observar mejor (66).

Burton y Bridgman (1990), evaluaron la agudeza visual de los odontólogos en Nueva Zelanda y concluyeron que con la edad, la precisión disminuye a una distancia definida de trabajo, desarrollando un defecto en la visión conocido como presbicia. La presbicia no es considerada una anomalía, sino una consecuencia de la edad que causa la incapacidad de acomodar adecuadamente el ojo e imposibilitándolo a enfocar objetos cercanos, por lo que se necesita aumentar la distancia de trabajo a expensas del detalle fino. Este defecto puede ser compensado al emplear sistemas de magnificación que agranden imágenes sin aumentar peligrosamente la distancia de trabajo (35,68,69).

La distancia de trabajo, profundidad de campo, ángulo de convergencia, campo de visión y ángulo de inclinación son los mayores criterios de ergonomía a tener en cuenta al seleccionar sistemas de magnificación. Los factores ergonómicos

mencionados afectan enormemente la productividad, calidad de atención y el bienestar del clínico tanto a corto, como a largo plazo ⁽³⁹⁾.

Tomando en cuenta la altura del clínico (promedio de altura) y el área de la odontología en que se trabaje, las distancias de trabajo fueron definidas entre los 25 y 36 cm. Moverse más cerca hacia un objeto, puede ser logrado al adoptar una posición curva de la columna, lo cual con el tiempo producirá problemas posturales. Una opción a éste inconveniente es el uso de sistemas de magnificación que ayudan a mantener la distancia focal o de trabajo en sus medidas adecuadas y permiten observar el campo óptimamente magnificado ⁽³⁴⁾.

En líneas generales, en la medida en que el clínico se vea forzado a inclinar la cabeza hacia delante y hacia abajo para alcanzar los oculares, existe mayor riesgo de tensar la musculatura del área de la cabeza, cuello y hombros. Sin embargo, por otro lado, cierto grado de inclinación de la cabeza hacia adelante y hacia abajo, minimizará la tensión de la musculatura ocular que acompaña cualquier inclinación extrema de los ojos hacia abajo. Por ende, el ángulo de inclinación óptimo, está representado por el balance entre una posición de extrema tensión ocular (que ocurre cuando no se inclina la cabeza hacia abajo) y tensión en la musculatura del cuello (que ocurre cuando no hay inclinación de los ojos). Éste balance es crítico ^(39,70).

Kinomoto *et al.* (2004) realizaron un estudio para evaluar la posición más cómoda, ergonómica y práctica al emplear el microscopio operatorio y el espejo odontológico, durante un tratamiento endodóntico no quirúrgico, estableciendo ángulos definitivos con el piso, cuando el operador se encuentra trabajando en la posición horaria de las 12. Emplearon microscopios con binoculares inclinables y grupos de operadores clasificados de acuerdo a sus alturas. Los investigadores de éste estudio ⁽⁷¹⁾, en concordancia con otros autores ⁽⁴⁶⁾, encontraron que en líneas generales para todos los operadores, es más difícil enfocar en dientes postero inferiores que en el resto de las arcadas y que, en estos casos particulares, los operadores de menores estaturas deben adoptar una posición más estirada ⁽⁷¹⁾.

Finalmente, es importante acotar que, cualquier mecanismo o sistema de magnificación debe acomodarse a las necesidades anatómicas y fisiológicas del usuario, no viceversa. La tecnología de estos equipos, es suficientemente sofisticada como para permitir al clínico trabajar sin comprometer su ergonomía, pero para ello, deben ser seleccionados cuidadosamente. Cualquier sistema óptico que no brinde soporte a los requerimientos anatómicos y fisiológicos para una postura balanceada y como resultado, genere fuerzas que comprometen el ángulo de declinación del clínico, provocará dolor en el cuello, cabeza y/o espalda ^(39,70).

2.1. Posición del paciente

El cabezal del paciente debe ser suficientemente grande como para mantener su cabeza centrada en el plano de trabajo ⁽¹⁹⁾. En procedimientos largos y de alta precisión como las cirugías apicales, es recomendable colocar una almohada de viajero para apoyar y mantener la cabeza fija, evitando el cansancio de los músculos del cuello ⁽²⁴⁾.

Normalmente el foco del microscopio se ajustará al espejo cuando se trabaje en dientes del maxilar superior, por lo que se debe posicionar al paciente justo en frente del operador. Los dientes anteriores del maxilar inferior, generalmente permiten un acercamiento más directo y el cuadrante indicará la posición del operador ⁽¹⁹⁾.

Resulta prácticamente imposible observar la cámara pulpar bajo visión directa por lo que los espejos maximizan el acceso y calidad de la visión, pero para ello, es necesario cuidar la posición del paciente, específicamente de su cabeza. El ángulo óptimo entre el microscopio y el espejo es de 45° y el clínico debe ser capaz de lograr éste ángulo sin producir mayores inconvenientes al paciente. En el maxilar superior es fácilmente alcanzable al ajustar la cabeza del paciente para que su maxilar superior forme un ángulo de 90° con los binoculares, permitiendo posicionar el espejo a 45° ⁽⁵²⁾.

En conclusión, la posición del paciente, depende de la posición del microscopio ^(15,24,45).

2.2. Posición del microscopio

La introducción del microscopio en el consultorio odontológico fue una gran revolución que incluyó muchos cambios ergonómicos ⁽¹⁵⁾. La combinación adecuada de las posiciones del microscopio y de la unidad odontológica debe situar al microscopio tridimensionalmente en el espacio, permitiendo la visualización ininterrumpida del campo, el posicionamiento cómodo tanto del operador como de su asistente, su rápido y práctico alcance en un solo movimiento, no debe interrumpir la libre circulación ^(24,53).

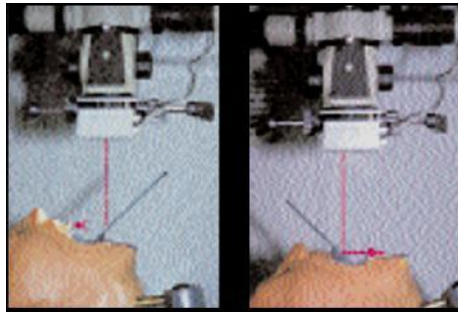
Existe una tendencia generalizada a la preferencia de los microscopios sujetos al piso, sin embargo una buena opción ante su elevado costo, es el microscopio de pared. La selección de los binoculares es fundamental para el posicionamiento del equipo, siendo los tubos inclinables los que permiten mayor variedad y comodidad de posiciones ⁽⁵³⁾.

En orden cronológico, el microscopio debe prepararse y posicionarse de la siguiente forma:

1. Posicionar al operador
2. Posicionar al paciente
3. Posicionar el microscopio
4. Ajustar la distancia interpupilar
5. Realizar ajustes finos del paciente
6. Enfocar
7. Realizar el enfoque fino

Para posicionar correctamente al operador, al microscopio y al paciente, la sencilla regla a seguir es que la espalda del operador debe permanecer erguida, la luz del microscopio debe ser perpendicular al piso y al sistema de conductos radiculares y observando a través de los oculares, el microscopio se mueve ligeramente hacia arriba y hacia abajo hasta enfocar el área de trabajo (15,45).

Gráfico 32. Dirección del haz de luz



La luz del microscopio, debe dirigirse perpendicular al piso, perpendicular al eje largo del diente a examinar y directamente al espejo.

Imagen tomada de: Castellucci 2003

En cirugías endodónticas, el procedimiento es llevado a cabo casi enteramente con visión directa, a excepción del momento en que se examina la retropreparación y retrobturación, en donde se requiere direccionar la luz hacia el microespejo y emplear la visión indirecta (15,45).

Por el contrario, todos los procedimientos realizados en la endodoncia no quirúrgica, se hacen bajo visión indirecta, por lo tanto la luz del microscopio se direcciona al espejo y desde ahí,

al conducto. Por ende se recalca que, la posición del paciente, depende de la posición del microscopio y no viceversa (15,24,45).

2.3. Posición del operador

Después de instalar por completo el microscopio, el clínico no debería mover sus ojos de los binoculares, ni sus manos del campo operatorio (15). Friedman *et al.* (1998), sugieren que de ser necesarias ligeras correcciones de posición del microscopio durante un procedimiento, el clínico se puede adiestrar a realizarlos sin la ayuda de sus manos con la inclinación de su cabeza sobre los oculares (10).

La correcta postura y comodidad del operador son necesarias ya que la tensión muscular puede iniciar temblorosos movimientos involuntarios en las manos. Se recomienda que el clínico ajuste su silla de forma tal que las caderas se ubiquen a 90° del piso, las rodillas a 90° de las caderas y los antebrazos a 90° de los brazos. Sus antebrazos deben reposar cómodamente en los posa brazos de la silla y ambos pies descansar planos en el piso. La espalda se mantiene en posición neutra y los oculares inclinados hasta que la cabeza y cuello se mantengan en un ángulo que pueda ser cómodamente sostenido. Éste acercamiento fuerza al operador a trabajar en una posición favorable y ergonómica, ortopédicamente hablando (45).

Los instrumentos, deben ser llevados y posicionados exactamente a sus dedos en forma de lápiz usando los dedos pulgar, índice y medio, éste último descansa indirectamente en el

área de trabajo sobre el anular. Los movimientos precisos son más fáciles de lograr, realizando pequeños movimientos de rotación del instrumento (15,17,45,52).

En operadores diestros, en la mano izquierda se mantiene el espejo (15,45,52), que debe ser de buena calidad, de superficie frontal, con emulsión de plata bajo el vidrio y que no cause distorsión (43). Se busca entonces, orientar la luz hacia el diente tratado, algunas veces posicionando el espejo cercano a la corona y otras alejado de ésta incluso fuera del arco dentario permitiendo espacio para la pieza de mano u otros instrumentos (15,45,52). En relación a éstas distancias, Friedman *et al.* (1998) sugiere que “en la medida que el nivel de magnificación aumenta, la distancia del espejo al objeto a enfocar, también debe aumentar” (10)

Aún el procedimiento más corto y simple se hace agotador, si el operador no se encuentra totalmente cómodo. Por ende y en relación a las particularidades del operador que puede ser zurdo, derecho y acostumbrado a trabajar de frente, de lado o detrás del paciente, resulta difícil establecer parámetros de posición. En la medida de las posibilidades, el consultorio debería permitir que el operador se posicione hacia la hemiarcada que se va a abordar, si existen limitaciones de espacio, se instruirá al paciente a inclinar la cabeza hacia el operador y microscopio, lo cual puede resultar incómodo para el paciente por lo que se debe tener en cuenta al calcular el tiempo operatorio (19).

2.4. Posición del asistente

Dependiendo del equipo adquirido y de las capacidades del consultorio, el asistente puede trabajar directamente en el campo operatorio gracias al divisor de rayo o indirectamente a través del monitor. Actualmente, varias escuelas inducen a las higienistas dentales al uso de sistemas de magnificación para mejorar su salud muscular y precisión visual, sin embargo algunos autores afirman que al emplear estos sistemas, el asistente pierde visión periférica del consultorio y en casos específicos de emplear un segundo ocular, siempre existe el riesgo de que tras un movimiento mal calculado, se altere la visión del operador (19,24,68).

En tratamientos no quirúrgicos, la labor del instrumentista, es cumplida por el asistente, sentado frente al operador. En cambio, durante cirugías en donde el procedimiento es casi por completo llevado a cabo con visión directa, ésta labor debería ser realizada por un segundo asistente, parado a la derecha del operador que va siguiendo el procedimiento a través de un monitor, mientras el primer asistente mantiene el control de la succión para que el sangrado propio de la cirugía no interfiera con la visibilidad del campo en ningún momento (15).

Para evitar que el operador deba mantenerse en continuo proceso de enfoque de la imagen, el asistente debe estar totalmente entrenado para sus labores y mantenerse atento durante todo el procedimiento, lo cual permitirá un cómodo y

continuo enfoque del área de trabajo haciendo el tratamiento más efectivo y rápido (17,19,43).

Otro beneficio de la aplicación del microscopio, que se manifiesta durante el tratamiento, radica en el hecho de que, independientemente de la posición del operador o el asistente, de ninguna forma sus cuerpos bloquearán la luz del campo (72).

3.- Aplicaciones en Endodoncia

El microscopio operatorio proporciona al clínico un mundo de información previamente inadvertido que incrementa la probabilidad de alcanzar el éxito terapéutico, aumentando la predictibilidad de sus casos (11,14,45). El aumento del campo y la iluminación que proporciona junto con la documentación clínica, hacen de su uso un instrumento inestimable en la práctica de la endodoncia actual (14).

Su implementación en el área, pasó a través de un período de incómoda aceptación del nuevo concepto, hasta su casi aceptación universal. No obstante, aún cuando su aprobación para los procedimientos quirúrgicos son plenamente admitidos, para algunos clínicos se mantiene cierta reserva ante su uso rutinario. Sus oponentes sostienen que los conductos pueden ser ubicados de igual forma sin el uso del microscopio, basándose en años de experiencia y precisión clínica. Advierten que el microscopio no incrementará significativamente su éxito y pese a sus beneficios en la práctica quirúrgica, en la práctica rutinaria no ofrece ventajas (13).

En 1999, se realizó una encuesta a 2.061 miembros activos de la Asociación Americana de Endodoncistas, encontrando que el 48% de los clínicos no usan el microscopio y afirman que el conocimiento de la anatomía, la sensación táctil y la experiencia eran más importantes para su práctica que el incremento en la visualización. El restante 52%, sí utiliza el microscopio en su práctica ⁽⁵¹⁾.

Sin embargo, se encontró que en la medida que el clínico posee más años de haber culminado su educación en el área, menos frecuentemente aplica los beneficios del equipo, el 71% de los endodoncistas con menos de 5 años de graduados lo emplean con frecuencia a diferencia de los graduados hace más de 10 años, en los que solo el 44% lo usan frecuentemente ⁽⁵¹⁾.

Por otro lado indagaron y concluyeron que los procedimientos en los que mayormente se emplea el microscopio, son: la remoción de instrumentos fracturados, preparaciones a retro, obturaciones a retro, conductos calcificados y localización de conductos. Los procedimientos para los que menos se emplea son cierre quirúrgico, obturación coronal, instrumentación, obturación y levantamiento de colgajo ⁽⁵¹⁾.

La mayoría de los obstáculos encontrados durante los procedimientos de diagnóstico y tratamiento, se basan en la incapacidad de visualizar las estructuras involucradas. Por lo tanto, el microscopio operatorio es una herramienta que ha revolucionado ciertas modalidades de tratamiento y se volvió un

estándar en la endodoncia actual ⁽¹⁷⁾ que ayuda al clínico en la terapéutica, ya que la capacidad de visualizar con gran detalle el sistema de conductos radiculares, ofrece la oportunidad de evaluarlo profundamente, tratarlo y modelarlo con mayor eficacia. Inclusive es posible valorar el secado del conducto antes de obturar, para repartir el cemento sellador sobre todas las paredes del conducto radicular durante la obturación ^(14,43).

Si bien es cierto que algunos especialistas entusiastas del microscopio, aseguran que éste debe ser usado para todos los pasos de todos los procedimientos endodónticos, esto puede ser una idea noble, en relación a esto, Kim (2004) menciona al diagnóstico, la localización de conductos, manejo de conductos calcificados, reparación de perforaciones, remoción de instrumentos fracturados y evaluación final de la preparación del conducto como los procedimientos que mayormente se beneficiarán de su empleo ⁽⁵²⁾.

Según West (2004) las áreas en las que el microscopio ha mejorado los resultados en la endodoncia, se resumen a las siguientes: diagnóstico, predictibilidad y conservación ⁽²³⁾.

3.1. Diagnóstico

El aumento de la visualización del campo de trabajo y la luz coaxial que ofrece el microscopio operatorio durante el diagnóstico en la endodoncia es fundamental, especialmente durante el reconocimiento de todos los detalles de la anatomía dentaria y de sus tratamientos presentes, por ejemplo

obturaciones que presentan filtraciones, caries, posibles fisuras o incluso fracturas de la corona ⁽¹⁴⁾.

García (2001), afirma que, probablemente la parte más importante para lograr los mejores resultados de cualquier tratamiento, es obtener la mejor información sobre lo que se pretende hacer. La esencial parte visual de la evaluación suele ser subutilizada durante el proceso de examinación. El autor utiliza el término subutilizado ya que considera que aún a bajos poderes de magnificación, (obtenidas con lupas de 2x), se está obteniendo aproximadamente el 100% de mayor detalle del campo observado y afirma que mayor información resulta en mejor producto, por lo que mejorar la habilidad de la visualización, es clave para elevar el nivel de conciencia ya que no es posible diagnosticar, ni tratar aquello que se encuentre por debajo de dicho nivel ⁽⁶⁾.

Y es precisamente elevar el nivel de conciencia, una de las principales razones que impulsa a la adquisición de nueva tecnología, para así, llevar el nivel del tratamiento paralelo al nivel de la enfermedad que se pretende tratar ⁽⁶⁾.

3.1.1. Fisuras, Fracturas y Síndrome de Diente Fisurado

El uso del microscopio resulta eficaz, en la detección de fisuras dentarias ⁽⁵²⁾. De hecho, para muchos clínicos, el microscopio es a la fisura lo que la radiografía es a la caries, siendo que la detección temprana de las fracturas incompletas,

puede ofrecer una gama de tratamientos preventivos ante su extensión (73).

Una de las primeras impresiones al iniciarse con el uso del microscopio, es la asombrosa cantidad de fisuras sobre el esmalte de dientes vistos previamente y que hasta ese momento, no habían sido detectados (73). La mayoría de estas fracturas superficiales o incompletas, son relativamente indetectables bajo visión normal, pero bajo magnificación, aun cuando tienen las dimensiones de la hebra de un cabello, se observarán como verdaderas grietas (19,73).

La importancia en la detección temprana de las fisuras de esmalte, recae sobre las 3 posibles patologías subyacentes: fisuras dentinarias, caries y/o esmalte severamente socavado. Individualmente o en conjunto, éstas alteraciones comprometen la estabilidad del diente por lo que requieren intervención clínica precisa y oportuna (73).

Así pues, mientras que la mayoría de las fisuras coronarias pueden ser tratadas mediante el perfecto adaptado de una restauración con protección cuspídea o corona, las fisuras radiculares determinan el pronóstico del diente. Fisuras radiculares desapercibidas, bajo extensas restauraciones coroneles, pueden iniciar serias e intratables complicaciones (40).

Clark *et al.* (2003) asevera que en la mayoría de los casos, el diagnóstico de síndrome de diente fisurado está basado en la sintomatología del paciente, particularmente en dientes que han

recibido restauraciones coronales completas. De igual forma afirman que estos signos y síntomas, se solapan con los de caries recurrentes y trauma oclusal, opacando la verdadera etiología y que la inherente limitación en la falta de confirmación visual, resulta en terapias que a menudo son tardías en el tratamiento del proceso (73).

Aún cuando profundos sacos periodontales son considerados patognomónicos de dientes fisurados o fracturados, éstos no siempre se encuentran presentes, particularmente en sus estadios iniciales en los que la pérdida ósea aún no ocurre (13, 17).

Las fisuras coronales, pueden o no continuarse una vez removida la restauración, por lo que es necesario evaluar dicha extensión (17,40). En la evaluación del diente comprometido, el tejido gingival se retrae cuidadosamente para visualizar la superficie radicular bajo el margen coronario, luego la superficie radicular debe secarse con el irrigador Stropko para permitir visualizar fisuras bajo la luz del microscopio, que en muchos casos son del calibre de un cabello y no podrían ser visualizadas sin la ayuda de magnificación. Este procedimiento es relativamente poco invasivo y le evita al paciente la necesidad de elevar un colgajo durante un procedimiento exploratorio quirúrgico (13,40).

Si la técnica anterior no ofrece resultados concluyentes, el proceso de diagnóstico puede continuarse tras remover la restauración (15).

Gráfico 33. Línea de fisura



Continuación de línea de fisura una vez removida restauración coronaria.

Imagen cortesía Dr. Juan Saavedra.

Una vez que se logra el acceso al diente, las fisuras también pueden ser visualizadas en el piso de la cámara pulpar. Para visibilidad óptima, es importante controlar la desecación de la dentina mientras se usa el microscopio. Si la dentina se muestra muy seca, su textura poseerá una apariencia blanquecina, como tiza y la fisura será difícilmente observada (40).

Por otro lado, si la dentina se encuentra excesivamente húmeda, la reflexión del agua en la superficie, enmascarará la fisura. Para ajustar de forma precisa el secado de la superficie dentinaria, Khayat (1998) recomienda el uso del irrigador de Stropko (40).

Cuando se sospecha de una fractura radicular completa o incompleta, el diagnóstico puede realizarse observando microscópicamente las paredes internas del conducto (15,17).

Otra técnica intracameral consiste en la aplicación de un colorante como el azul de metileno, al dejarlo actuar por un minuto y lavar el exceso se permitirá visualizar fácilmente la fractura que usualmente cuenta con el diámetro de un cabello (15,24,52).

Gráfico 34. Fisura radicular

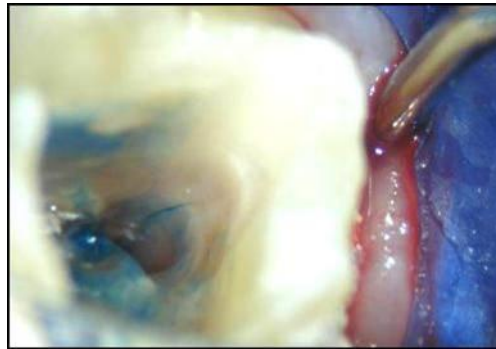


Imagen magnificada de porción coronal del conducto radicular en la que se observa la pérdida de continuidad de la pared dentinaria. Nótese la profundidad del sondaje asociado a dicha raíz.

Imagen cortesía Dr. Juan Saavedra.

Sin embargo existen ciertas consideraciones al emplear éste colorante. Primeramente es necesario realizar una profilaxia al diente a evaluar y luego, se debe considerar su aplicación previo a la irrigación profusa de la cámara con hipoclorito de sodio ya que, el someter a la dentina a exposiciones prolongadas de éste irrigante, puede causar la absorción masiva de la tinción. Finalmente, se debe tomar en cuenta que su aplicación puede orientar a clínicos sin experiencia, a confundir fisuras benignas con verdaderas fisuras estructurales (73).

Históricamente el azul de metileno, los indicadores de caries, el método de transiluminación y alternadamente hidratar y deshidratar la estructura dental han ayudado a la visualización de las fisuras. Sin embargo, la transiluminación sin la asistencia de magnificación, dramatiza intensamente la profundidad de las grietas, promoviendo así falsos diagnósticos de fisuras estructurales cuando realmente solo se trata de grietas de esmalte (73).

Gráfico 35. Método de transiluminación

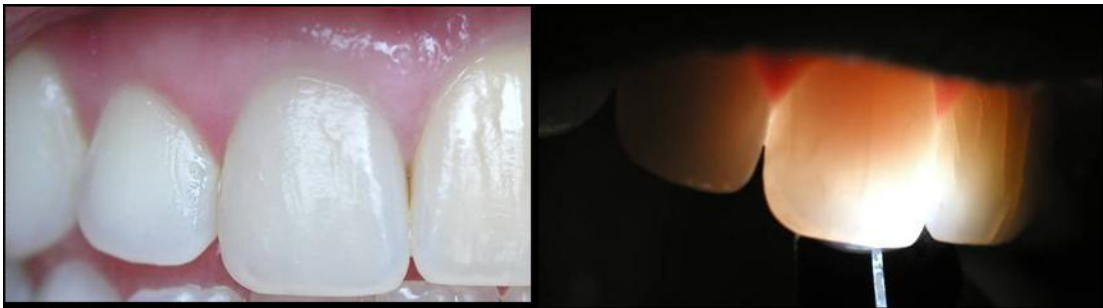


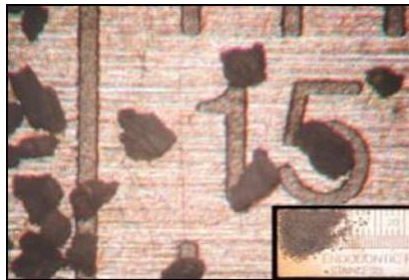
Imagen cortesía Dr. Juan Saavedra.

Sin embargo, Niemczyk (2003) afirma que el diagnóstico de fracturas verticales puede ser erróneo si es basado únicamente en la coloración del diente o en las discrepancias de transmitir luz, ya que las alteraciones patológicas de los túbulos dentinarios que se observan tras “trayectos muertos” pueden aproximarse a la apariencia de una fractura, por lo tanto recomienda inundar la cámara pulpar con hipoclorito de sodio, previo al uso de algún agente quelante que contenga peróxido, para provocar efervescencia que aparecerá sólo en casos de

fracturas verdaderas, sin producir ningún efecto en otras líneas de coloración ⁽¹³⁾.

En su artículo, Clark (2003) afirma que la visualización de fisuras bajo el rango de magnificación entre 14x y 18x, con 16x como promedio, provee el nivel de magnificación ideal para brindar información que permita su diagnóstico. Otro método de ayuda diagnóstica, se vale del pulido con piedra pómez que se debe realizar previo a la observación microscópica del caso. Los granos del material de pulido poseen tamaños variables entre 200 y 700 μ m, por lo que la retención significativa de estos gránulos en una zona particular, indica que se trata de una fisura de al menos 200 μ m de ancho ⁽⁷³⁾.

Gráfico 36. Método con piedra pómez



Los granos de piedra pómez, poseen tamaños variables entre 200 y 700 μ m.

Si tras el pulido inicial, se retienen en la anatomía dental, indica que se trata de una fisura de al menos 200 μ m de ancho.

Imagen tomada de: Clark, Sheets y Paquette 2003

En un estudio *in vitro* realizado por Slaton *et al.* (2003), al comparar la eficacia en la detección de fisuras, de la visión sin

asistencia, el uso de lupas a 3,3x, el microscopio a 10x y el oroscopio a 35x, se encontró que la mayor precisión diagnóstica la poseen los equipo que presentan mayor magnificación y en ese orden el sistema de fibra óptica patentado como Oroscopio, seguido del microscopio y luego las lupas fueron mas eficaces. Sin embargo, en líneas generales la precisión fue menor a lo esperado, lo que sugiere la necesidad de nuevas técnicas o de la combinación de las existentes para realizar diagnósticos de estas fisuras (74).

Anteriormente, la prevención de enfermedades dentales era asociada únicamente con las medidas de higiene, el flúor y los sellantes, actualmente la definición se ha ampliado, incluyendo la detección metódica y el tratamiento de fisuras de esmalte y dentina en etapas tempranas y asintomáticas. Aún cuando esto requiera cambios fundamentales en el proceso de pensamiento de algunos clínicos, eventualmente esperar la sintomatología para tratar dientes con alto riesgo a fisuras, será como esperar procesos sintomáticos para tratar la caries (73).

3.1.2. Filtración marginal

Las restauraciones dependen para su retención, de la adaptación mecánica o de la adhesión química. Por diversas razones físicas y químicas que incluyen adaptado y alteración de las propiedades del material, la microfiltración en la interfase puede no ser detectada durante el examen de rutina. Como resultado, el proceso carioso puede avanzar ininterrumpidamente bajo la restauración, especialmente en casos de coronas

completas metálicas en las que el material dificulta, y compromete la evaluación visual y radiográfica (16,19,24).

Por lo tanto la enfermedad suele avanzar hasta que la restauración pierde su funcionalidad o el paciente experimenta dolor, sangrado y/o inflamación. Dirigir una mínima fuerza oclusal hacia los márgenes gingivales de la restauración, a menudo revelará un micro movimiento, no visible al ojo, pero que el microscopio definitivamente detectará, especialmente a gran aumento (16,19,24).

3.1.3. Evaluación de tejidos blandos

Los pacientes a menudo se presentan a la consulta con dolor y otros síntomas afines, que indican la presencia de inflamación o infección que el examen visual o radiográfico no siempre corrobora. Es común observar el camino dejado por la trepanación de la cortical tras la extensión de importantes lesiones intraóseas, sin embargo en ocasiones, éstas desafían su detección bajo procedimientos convencionales de diagnóstico. Bajo magnificación, el discreto ducto puede ser localizado en la superficie tisular y luego visualizado radiográficamente mediante la inserción de una punta de gutapercha y así tras una radiografía, identificar la fuente primaria de infección (19).

3.1.4. Caries Dental

Tradicionalmente, las técnicas odontológicas han puesto mayor énfasis diagnóstico en la sensación táctil recibida desde la

punta de un explorador sobre la superficie del diente o en la interfase diente-restauración ⁽¹⁰⁾. Los estudios han demostrado que el diagnóstico de caries sin asistentes visuales, logra detectar menos del 50% de los casos ⁽⁷⁵⁾. No obstante, éste es el único criterio, un tanto subjetivo, para detectar caries ante la ausencia de su imagen radiográfica. Resulta evidente que ésta percepción puede ser alterada por el estado de la punta del explorador, el ángulo de contacto con el diente, la fuerza aplicada durante el examen y de manera más importante, la interpretación cerebral de esta información táctil recibida desde el explorador por parte del operador ⁽¹⁰⁾.

En un estudio realizado por Forgie *et al.* (2002), empleando la asistencia visual de la magnificación a bajo poder (3,25x), encontraron que aún cuando éste método no mejora de forma estadísticamente significativa la especificidad de la detección de caries, si mejora su sensibilidad al compararlo con la visión sin asistencia. Si bien éste sistema de magnificación no es perfecto, tiene el potencial de mejorar considerablemente la precisión del diagnóstico de caries dental y valoración de riesgo a caries ⁽⁷⁵⁾, sobre todo si se aumentara su poder y se combinara con las bondades de la iluminación. Por ende, su aplicación en ésta labor es recomendable.

3.2. Tratamiento endodóntico no quirúrgico

Contar con buena visualización es un factor importante durante el diagnóstico, pero crítico durante el tratamiento. ⁽⁶⁾

Independientemente de cualquier moderna y sofisticada técnica quirúrgica, un excelente tratamiento endodóntico no quirúrgico, tendrá mejor pronóstico ante la resección radicular y obturación a retro ⁽¹⁶⁾.

3.2.1. Abordaje

El paso inicial de la terapia endodóntica, exige la completa remoción del techo de la cámara pulpar ⁽⁴⁰⁾. Éste procedimiento, bajo la visión del microscopio operatorio, suele ser más respetuoso con la anatomía dental al ser más preciso ⁽¹⁴⁾.

Kim (2004), afirma que la mayor causa de dolor postoperatorio persistente en un diente después de iniciada la terapia endodóntica, se relaciona a un conducto no encontrado, lo cual ocurre debido a deficiencias en el abordaje. La re-examinación de la cámara pulpar bajo magnificación puede revelar su presencia ⁽⁵²⁾. De igual forma, la carencia de un acceso en línea recta es la mayor causa de fractura de instrumentos, perforaciones y comúnmente impide la preparación mecánica apical. La evaluación microscópica y el instrumental ultrasónico, representan una combinación efectiva y segura de obtener resultados óptimos ⁽⁷⁶⁾.

El microscopio facilita las nuevas técnicas endodónticas no quirúrgicas al proporcionar la posibilidad de ver y evaluar, de modo íntegro, la cámara y los conductos ⁽¹⁴⁾, lo cual constituye una importante fase visual de la terapia endodóntica, errores a este nivel, comprometerán la totalidad del tratamiento ⁽⁴⁰⁾, por lo

que una perfecta visualización de ésta anatomía es prerequisite para terapéuticas exitosas (14,15,77).

Cuando las entradas a los conductos radiculares son fáciles de distinguir, dicho conducto se puede instrumentar sin dificultad, pero en una minoría cada vez más creciente de casos de calcificaciones pulpares, las entradas de los conductos pueden ser difíciles de ubicar, por lo que éstos procedimientos de limpieza y conformado se complican (14,53).

Esto es especialmente cierto en conductos radiculares en los que la forma se presenta más acintada que redondeada, en pacientes de edad, pacientes periodontalmente comprometidos, en trauma oclusal, dientes con caries profundas o en aquellos dientes que tienen una historia de restauraciones extensas y en los que se han depositado grandes cantidades de dentina reparadora (14,16,23,53,78); esta dentina puede en ocasiones, ser desprendida de la entrada del conducto radicular con un explorador afilado pero, en conductos estrechos, como el segundo de la raíz mesiobucal de molares superiores, puede no ser posible y en estos casos, la ayuda del microscopio operatorio para localizar los conductos radiculares es inestimable (14,53), al permitir detectar con precisión los sutiles cambios de color, textura, sombra y contraste en el piso de la cámara pulpar, para servir de guía a una exitosa localización del conducto. (11,14,19,23,24,79).

A menudo, el acceso a dientes que presentan algún grado de calcificación, se realiza sin la asistencia del dique de goma, para

que el clínico pueda utilizar la forma e inclinación del diente y/o dientes adyacentes, la forma e inclinación de los tejidos gingivales (contorneado gingival) y la forma e inclinación de las estructuras que recubren la raíz del diente (contorneado radicular) para determinar por un lado, la posición de la raíz y los conductos y por otro, la apropiada angulación de los instrumentos (19,23,78).

El piso de la cámara pulpar puede entonces, ser cuidadosamente explorado con instrumentos DG16. Instrumentos más pequeños pueden ser usados bajo la visión del microscopio. La fresa redonda LN (Dentsply/Maillefer) y las puntas de ultrasonido se combinan en movimientos de barrido cortante para eliminar de forma segura, la dentina secundaria depositada sobre la entrada de los conductos. Los pulpolitos pueden ser fácilmente detectados y rápidamente eliminados (40).

Gráfico 37. Calcificaciones pulpares



Presencia de calcificaciones pulpares, removidas con punta ultrasónica.

Cortesía Dr. Juan Saavedra.

Si bien el uso del microscopio operatorio es altamente recomendable durante la búsqueda de la entrada a los conductos, no es aconsejable combinar su uso con piezas de

mano, ya que la cabeza del contra-ángulo impide la visibilidad del campo, siendo el instrumental ultrasónico la mejor opción (17,24,53).

Ahora bien, debido a que, éstos equipos generan grandes niveles de calor y entendiendo que la refrigeración mediante agua obstruiría la visión del operador, se recomienda el uso de aire llevado al sitio mediante jeringas triples especiales, como la de Stropko. Ligeros y sutiles toques de las puntas ultrasónicas en combinación con el aire mantendrá el campo visible y preverá que el tejido sufra calcinación. Toda esta operación puede llevarse a cabo bajo magnificación de 6x, siempre comprobando que en el campo visual, se encuentre la corona completa del diente (17,24,53).

De igual forma, en casos de conductos particularmente calcificados, es recomendable el empleo del ultrasonido y puntas de la casa Satelec ET-40, ET-40D o de Obtura/Spartan CPR que logran preparar el conducto hasta pocos milímetros del ápice. Evidentemente, se requiere de la asistencia visual del microscopio para realizar esta labor de la forma mas conservadora posible evitando perforaciones o fractura de instrumental (24,52).

Gráfico 38. Puntas de ultrasonido CPR



Puntas ultrasónicas CPR 6, 7 y 8. Actualmente se comercializan con el nombre de Endo ProUltra 6,7 y 8.

Imagen tomada Leonardo 2005.

Los conductos calcificados han sido durante mucho tiempo un reto para los endodoncistas ⁽⁴⁰⁾. Anteriormente, se presentaba considerable dificultad en acceder al sistema de conductos radiculares de estos dientes, que a menudo culminaban en perforaciones o incluso extracciones ^(9,19). El microscopio es realmente útil en la localización y manejo de conductos obliterados por la deposición de dentina calcificada amorfa, degeneraciones o metamorfosis calcificantes en la cámara o en los tercios cervical y medio que suelen avanzar hacia la necrosis ^(9,15,19).

Los casos de calcificaciones aumentan a medida que envejece la población y el microscopio ayuda enormemente en su tratamiento ^(14,40,78); ya que bajo su óptica y al emplear el ultrasonido, es posible detallar el característico cambio de color y textura entre dentina primaria y tejido calcificado ^(17,52), en el piso de la cámara pulpar o durante la longitud del conducto y así,

predeciblemente, definir y permeabilizar el sistema de conductos radiculares de un modo fidedigno y sistemático (9,14,17).

Gráfico 39. Calcificación radicular



Radiografía de primer molar superior que muestra calcificación casi total de sus conductos. Imagen cortesía Dr. Juan Saavedra.

. Localizar todos los conductos presentes en un diente puede ser una tarea desalentadora y el piso de la cámara pulpar puede ser indiscriminadamente manipulado durante la búsqueda, resultando en distorsiones o perforaciones ocasionales (13,16,79). Es importante estudiar a fondo el piso de la cámara pulpar para así poder advertir cambios de forma o color. Si no ha sido manipulado, a menudo el piso de la cámara revelará la presencia de un “mapa pulpar” trazado como delgadas líneas oscuras que conectan la entrada a los conductos. Esto se puede hacer inicialmente bajo magnificación de 6x e ir aumentándola, acorde a las capacidades de cada equipo, para realzar lo visto en magnificaciones bajas y comprobar estos hallazgos (13,16,53).

Gráfico 40. Aspecto de la cámara pulpar



Vista de la cámara pulpar. Izquierda: Nótese las líneas oscuras que orientan la entrada a los conductos. Derecha: Preparación coronal de conductos.

Cortesía Dr. Juan Saavedra.

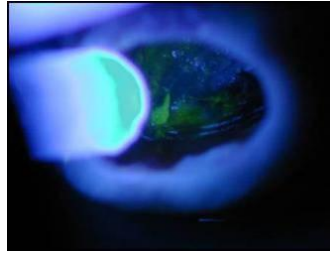
Las mencionadas líneas oscuras son el resultado de los cambios en la orientación de los túbulos dentinarios y la concomitante alteración en la refracción de la luz. El uso de hipoclorito de sodio como solución reveladora, delatará la presencia de cualquier tejido blando presente. La ubicación de la efervescencia en el piso, es valorada entre el resto del líquido cristalino bajo gran magnificación. Luego el excedente de líquido es eliminado y la discreta efervescencia, producto de la unión del componente químico del irrigante con el componente orgánico del tejido pulpar, orienta a la ubicación precisa para realizar el sondaje con un explorador fino en búsqueda de potenciales conductos. Esta técnica es efectiva, tanto para diagnósticos necróticos como vitales (13,16).

De igual forma, resulta de gran ayuda el empleo del azul de metileno ya que se une de manera selectiva a materia orgánica,

por lo que al colocarlo en cámaras pulpares, la tinción azul ocurrirá selectivamente sobre los restos orgánicos en la entrada de conductos, facilitando su visualización (78).

Del mismo principio anterior, se desprende otra técnica que recomienda el uso de la fluoresceína sódica. Este compuesto ha sido ampliamente usado en el campo de la oftalmología, como agente revelador en la esclerótica del ojo para detectar laceraciones producidas por lentes de contacto o cuerpos extraños. (13). Se encuentra disponible en presentaciones líquidas, como una solución naranja-rojiza o como tiras individuales que se sumergen en solución salina estéril o alcohol al 90%. Al emplear ésta tintura sobre tejido pulpar vital o no vital, rápidamente será absorbida por los elementos del tejido conectivo presentes en la cámara pulpar o en conductos radiculares. Se recomienda dejarla actuar de 1 a 2 minutos y luego succionar el excedente. A continuación se expone a luz azul proveniente de la lámpara de fotocurado, prescindiendo de la luz del microscopio. En éste momento será posible observar la contrastante fluorescencia emitida por el tejido pulpar que absorbió la tinción (80). Esta técnica es particularmente útil en la localización e identificación de espacios adicionales entre conductos. (ej. istmos) (13).

Gráfico 41. Aplicación de fluoresceína



Aplicación de Fluoresceína en la cámara pulpar, para visualizar la ubicación de entrada a los conductos.

Cortesía Dr. Juan Saavedra

Los dientes anteriores presentan numerosos triángulos de dentina y esmalte, que ocultan tejido pulpar y no son fácilmente reconocidos sin la ayuda de magnificación. De igual forma estos triángulos dentinarios en las cámaras de molares pueden obliterar casi por completo la entrada a los conductos, impidiendo el necesario acceso en línea recta para, adecuadamente y sin restricciones, tratar dichos conductos ⁽⁹⁾.

En un estudio desarrollado por West y reportado en un artículo posterior, de su misma autoría, se describe una investigación en la cual se realizaron consecutivamente cien aperturas de cámara previo y posterior al empleo del microscopio operatorio, el autor concluye que bajo la ayuda de la magnificación, se logra reducir el desgaste general del diente en un 50%. Estudios similares, muestran que con el uso del microscopio, se logra un 67% de reducción del desgaste en sentido mesio-distal, a la crítica altura de la unión cemento esmalte, durante el procedimiento de apertura, manteniendo por supuesto, el acceso en línea recta ⁽⁹⁾.

Aún cuando el microscopio facilita la visualización del detalle de la cámara pulpar, es necesario que el operador desarrolle precisión visual para poder apreciar las sutiles diferencias presentes en ésta anatomía. Las diferencias características de color entre la dentina axial y la dentina del piso de la cámara o entre la dentina coronal y la dentina radicular, brindan orientación decisiva y valiosa ⁽⁸⁰⁾. En tal sentido, Krasner y Rankow (2004) estudiaron 500 cámaras pulpares de dientes extraídos y ofrecen a la literatura, observaciones suficientemente consistentes como para formular leyes anatómicas, que al conjugarlas con la asistencia visual que ofrece el microscopio operatorio puede ser una ayuda valiosa en esta difícil labor. Explican que el piso de la cámara siempre se encuentra centrado en el diente a nivel de la unión cemento esmalte y que el color del piso de la cámara pulpar, siempre será más oscuro que sus paredes. Así, al observar colores más claros en el piso, se puede asumir la presencia de dentina reparadora y/o calcificaciones, que al ser eliminados permitirán ubicar a los conductos que suelen resguardarse en la unión del piso con las paredes de la cámara ⁽⁷⁹⁾.

Uno de los mayores acontecimientos en la localización de conductos con ayuda de microscopio, es la rutinaria identificación del segundo conducto mesiovestibular en primeros y segundos molares superiores ⁽⁴⁰⁾. Todos los estudios sobre primeros molares superiores, muestran una observación cada vez más creciente de que éstos molares presentan cuatro conductos ⁽²³⁾.

El primer molar superior, es el diente más voluminoso y con mayores variaciones en la boca y de la detección de estas variaciones en número y disposición de conductos, depende el pronóstico del caso. Coutinho (2006) afirma que, clínicamente, la posibilidad de localizar el segundo conducto mesio vestibular está limitada a las condiciones en las que se intente su localización, y directamente relacionadas con la habilidad del operador, la complejidad de la anatomía y el uso de iluminación y magnificación ⁽⁸¹⁾. Teniendo en cuenta que en muchas circunstancias, el factor más importante a la hora de localizar un conducto, no es únicamente la magnificación sino también la persistencia del operador ⁽⁵⁷⁾.

Weller y Hartwell, citados por Coultinho (2006) afirman que las probabilidades de localizar el segundo conducto mesiovestibular, aumentan al modificar la cavidad de acceso, de la clásica forma triangular, hacia una forma mas romboidal que incluya la preparación de la zanja desde la zona del conducto mesiovestibular hacia la dirección palatina, donde comúnmente se encontrará el segundo conducto mesio vestibular, especialmente si se emplea el microscopio operatorio ⁽⁸¹⁾.

Las investigaciones *in vitro* han demostrado amplias variaciones en la prevalencia de segundos conductos mesio vestibulares en molares superiores. Baldassari-Cruz *et al.* (2002) reportan diversos estudios, que se citarán a continuación: Hess en 1925 al evaluar 513 primeros y segundos molares superiores, encontró que el 54% presentaban cuatro conductos. Pineda y

Kuttler en 1972 reportaron 51,5%, en los estudios de Weine en 1969, se encontraron cuatro conductos en el 62% de los primeros molares. Ya para 1990 y valiéndose de la tecnología del microscopio electrónico de barrido, Gilles y Reader lograron encontrar hasta un 90% de molares con cuatro conductos (77).

Estudios similares realizados en molares inferiores evidencian que el empleo del microscopio operatorio promueve un campo de visión adecuado y propicio para visualizar las dos características principales a tener en cuenta en la localización de conductos: los surcos y el cambio de color en el piso de la cámara pulpar que difiere del conducto en sí. Así, Coelho *et al.* (2000) encontraron un incremento del 7,8% en la localización de conductos en molares inferiores, al emplear magnificación de 8x a 13x (82).

Por todas estas y otras evidencias, la ilusión de que las raíces presentan un solo portal de entrada y salida dejó de existir hace años, cada vez más estudios se suman a los anteriores e indican el potencial de que todas las raíces presentan múltiples conductos y comunicaciones intracanales (19).

Más del 50% de los molares presentan cuatro conductos, más del 30% de los premolares presentan tres conductos y más del 25% de los incisivos, presentan dos. Lo que antes era considerado la excepción, tras el empleo del microscopio se ha vuelto rutina (52). De igual forma los mismos estudios concluyen que el éxito o fracaso depende de la posibilidad de localizar,

instrumentar, desinfectar y sellar estas comunes “aberraciones” (17,19,82).

Clínicamente la raíz mesiovestibular posee un segundo sistema de conductos identificable y tratable en más del 75% de los casos. Histológicamente, se ha demostrado que la raíz mesiovestibular, presenta dos sistemas en casi el 100% de los casos, es por esto que se debe asumir que todos los primeros y segundos molares superiores, poseen cuatro conductos, hasta que se demuestre lo contrario. En éste orden de ideas, Kulid *et al.*, citado por Khayat (1998), encontraron que al menos el 10% de éstos conductos solo pueden ser detectados bajo microscopio (40).

En un estudio sobre la morfología de los conductos realizado por Stropko y citado por West (2004) en 1.096 primeros molares superiores, que fue comparado con los resultados obtenidos en un estudio previo al empleo del microscopio y realizado por el mismo investigador, se concluyó que en la medida que el clínico se hace mas experto y emplea el microscopio de forma rutinaria, puede encontrar estos conductos en el 93% de los pacientes (23).

En un estudio similar, Baldassari-Cruz realizó aperturas a 39 molares superiores y localizó sin la ayuda del microscopio el segundo conducto mesio-vestibular. En aquellos dientes en que no fue posible localizarlo, el procedimiento de búsqueda se repitió, esta vez bajo microscopio a 16x de magnificación. Posteriormente todos los dientes fueron seccionados encontrando que el 95% de éstos, presentaban dicho segundo

conducto mesio vestibular, de los cuales el 51% se localizaron sin la ayuda del microscopio. Sin embargo para localizar el 82% de éstos, se requirió de la magnificación, por lo que concluyen que, las ventajas de iluminación y magnificación provistas por el microscopio operatorio facilitan la localización del segundo conducto mesio-vestibular ⁽⁸³⁾.

Ilustrado con la metodología del estudio de Baldassari-Cruz en 1998, Coutinho (2006), evalúa 108 dientes, encontrando que de ellos, 58 presentaban segundos conductos mesio vestibulares, detectados sin ayuda del microscopio. Los 50 restantes fueron evaluados bajo magnificación, encontrando que en estos se apreciaban 37 orificios de entrada al segundo conducto. En el laboratorio, se analizaron los 13 dientes remanentes, encontrando 3 orificios que escaparon a la visión asistida y no asistida por microscopio. Por lo tanto concluyen que el 90,7% de los dientes estudiados presentan segundos conductos mesio vestibulares y el 97,2% puede ser localizado con ayuda del microscopio ⁽⁸¹⁾.

Sempira y Hartwell (2000), realizaron un estudio *in vivo*, ejecutado por residentes, para determinar si el uso del microscopio operatorio podría aumentar la localización y tratamiento del número de segundos conductos mesiovestibulares de molares superiores. Encontraron que solo el 30% de los 200 molares examinados presentaban dicho conducto y concluyeron que sus hallazgos son considerablemente inferiores en número a los reportados por otros autores, esto probablemente debido a que sus estrictos

criterios de selección demandan que los conductos no solo se localicen sino también sean preparados y obturados. Sin embargo, pese a este disminuido número, los estudiantes aseguran que el aumento de visibilidad, mejora significativamente los niveles de confianza al emplear los sistemas rotatorios y sobre todo las puntas ultrasónicas para remover depósitos de calcificaciones sobre la entrada de conductos (84).

Buhrley *et al.* (2002), realizan una investigación *in vivo*, para determinar si la magnificación producida por el microscopio operatorio o por lupas, puede mejorar significativamente la habilidad del operador en detectar y tratar segundos conductos mesiovestibulares en ambientes clínicos y encontraron que, una vez localizados éstos conductos pueden ser tratados en el 86% de los casos y que aún cuando el grupo en el que se empleó magnificación, logró una tasa de localización de éstos conductos 3 veces mayor que el grupo sin magnificación, no hay diferencia significativa entre el sistema provisto por lupas y microscopios (57).

De forma similar, Gorduysus (2001) realiza una investigación *in vitro*, para comparar la habilidad del endodoncista en localizar y tratar segundos conductos mesiovestibulares con y sin ayuda del microscopio operatorio, y concluyeron que, la magnificación no ayuda significativamente en la localización de conductos, sin embargo si mejora la habilidad del operador en el tratamiento de los mismos (85).

Castelucci (2003), refiere que estudios recientes confirman la presencia del segundo conducto mesio vestibular, en casi el 100% de los casos. Si los resultados de estos estudios se comparan con los publicados hace 5 o 10 años, se puede concluir que el creciente aumento en el porcentaje de hallazgos no se relaciona a las diferencias anatómicas de los sistemas de conductos radiculares, sino a las mejores habilidades de los clínicos que emplean microscopios operatorios ⁽¹⁵⁾.

Para aprovechar efectiva y eficientemente el microscopio en la localización de conductos, es recomendable que el operador emplee micro instrumentales especialmente diseñados. El explorador puede conseguir la entrada del conducto, pero instrumentarlo con limas puede resultar difícil debido al pequeño espacio disponible entre el espejo y la boca del paciente. Por lo que la casa Maillefer diseñó instrumentos especiales para tal fin, llamados Microopeners®, son manuales, se encuentran en diferentes tamaños y permiten iniciar la instrumentación del conducto para posteriormente emplear otro instrumento como Gates Glidden que fácilmente y bajo la visión del microscopio puede ensanchar la entrada al conducto ⁽⁵²⁾.

Gráfico 42. Microopener



Imagen cortesía Dr. Santiago Di Natale.

3.2.2. Localización y tratamiento de istmos

Los istmos con forma de cinta, ocurren como resultado del estrechamiento del espacio de conductos en sentido mesiodistal, se puede unir completamente en el centro, dando a lugar a dos conductos diferentes. Aún cuando este fenómeno es frecuentemente encontrado en formaciones radiculares ovoides, por ejemplo la raíz mesial de un molar inferior o la raíz mesiovestibular de molares superiores, éste cierre puede solo ser parcial en casos seleccionados resultando en un espacio permeable que contiene tejido pulpar y por no ser diagnosticado, no es tratado y el caso es obturado manteniendo tejido pulpar en las zonas intermedias, éste tejido eventualmente se necrosará y si no es perfectamente sellado por la obturación, ocasionará el fracaso del tratamiento. Al someter el diente a cirugía, se podrán observar dos conductos óptimamente obturados, encerrando una línea oscura de tejido necrótico (13).

Cuando los istmos son abordados desde la cámara pulpar, la literatura los refiere como raíces de tres conductos, sin embargo, la observación clínica, especialmente realizada bajo el microscopio, revela que ésta descripción constituye un término inapropiado histológicamente hablando. Si el espacio lo permite, pueden ser tratados con limas manuales de pequeño calibre y comúnmente se unirán al final de la porción acintada de 1 a 3mm previo al ápice. El espacio entre las preparaciones, normalmente impedirá la instrumentación directa, por lo que se debe enfatizar en la eliminación del tejido presente mediante profundas irrigaciones apropiadas, previo a la obturación (13).

3.2.3. Desbridamiento - Limpieza y Conformado

Estos pasos son optimizados bajo al microscopio, ya que el operador puede valorar la anatomía previa a su tratamiento, apreciar el “microprogreso y los micromovimientos” en vez de depender exclusivamente de la sensación táctil, evaluar la calidad y cantidad de tejido dentario preparado en términos de limpieza y regularización de las paredes, con inmenso detalle especialmente en la cámara y tercio cervical del sistema de conductos radiculares ⁽²³⁾, visualizar posibles restos de barro dentinario, e inclusive verificar el adecuado secado previo a la obturación ⁽¹⁴⁾, todo esto favorece a la delicada técnica empleada con instrumentos rotatorios y por tanto reduce la posibilidad de fracturarlos ⁽²³⁾.

En conductos con ápices abiertos, es posible evaluar la totalidad de las paredes, desde el portal de la superficie cavosuperior, hasta la constricción apical ⁽²³⁾.

Por último, previo a la obturación y bajo la óptica del microscopio, se colocan unas gotas de hipoclorito de sodio en el conducto preparado, si en éste se observan burbujas, todavía existen restos de tejido pulpar ⁽⁵²⁾.

3.2.4 Obturación

La precisión, control y evaluación del procedimiento de obturación mejora significativamente bajo el microscopio ^(9,14).

Es posible visualizar olas en la compactación, aún en los puntos más profundos, por lo que es posible corregirlas y realizar un acabado plano, todo esto trae como ventaja una unión más fiel y soldada entre esta obturación y posteriores pasos con sistemas de obturación con gutapercha plastificada como Obtura II (Spartan Obtura USA) (9,14).

Gráfico 43. Obturación



Imagen magnificada de la superficie coronal de la obturación. Nótese el acabado plano. *Cortesía Dr. Juan Saavedra.*

Por otro lado, como paso fundamental al culminar la obturación, se encuentra el sellado y protección de la gutapercha que es fácilmente realizado con el uso del microscopio, para prevenir que posibles microfiltraciones coronales afecten el tratamiento de conductos (9,14).

3.2.5. Tratamiento de variaciones y alteraciones anatómicas

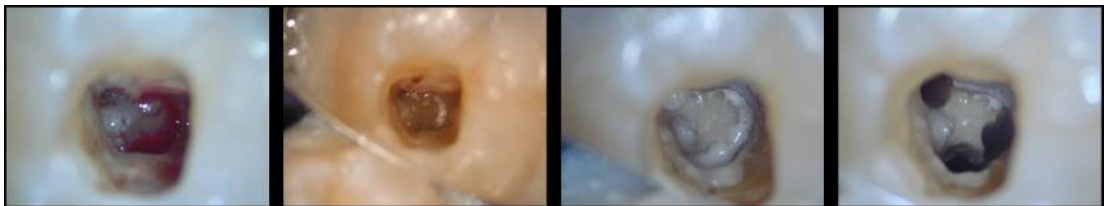
El tratamiento endodóntico de dientes con alteraciones anatómicas es un desafío ya que los parámetros morfológicos

obtenidos basados en dientes normales son inútiles (24). El microscopio operatorio provee una visión amplia del sistema de conductos radiculares encontrados en posiciones típicas o aberrantes, es por esto que se torna rutinaria la identificación de bifurcaciones, trifurcaciones, istmos, deltas apicales y conductos laterales (16,80).

Resulta del conocimiento común que, la incompleta instrumentación y limpieza de los conductos radiculares, guiará al fracaso del tratamiento de conductos. Por lo tanto, previo a la realización de cualquier procedimiento, el clínico debe estar en pleno conocimiento de la configuración del espacio pulpar a tratar (86).

Los conductos en C, son más fácilmente manejados debido a que la localización del conducto y la colocación de la limas se hace con precisión (16).

Gráfico 44. Conducto en C

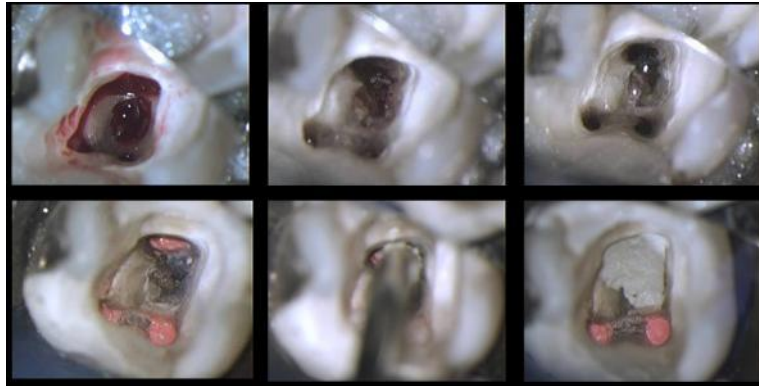


Localización y preparación de molar con anatomía en C.

Cortesía: Dr. Juan Saavedra

Las resorciones pueden ser manejadas de forma más sencilla ya que la localización del punto sangrante es visualizada y puede ser tratado ⁽¹⁶⁾.

Gráfico 45. Resorción en furca



Localización y tratamiento de resorción localizada en furca cameral.

Cortesía Dr. Juan Saavedra.

Tradicionalmente, los conductos adicionales eran detectados mediante el examen clínico del piso de la cámara y en ocasiones se lograba la confirmación radiográfica. La literatura reporta la ocasional presencia de 3 conductos en premolares inferiores ^(86,87), con una incidencia de 0 a 0,4%, por lo que la incidencia de 4 conductos es considerada ínfima. Al-Fouzan (2001) y Rhodes (2001), describen tratamientos en premolares inferiores de 4 conductos. Los autores comentan que acompañando a los indicios anatómicos observados en la cámara pulpar, la ayuda de la excelente iluminación y magnificación provista por el microscopio permitió investigar el sistema de conductos radiculares más eficientemente ^(86,88) De igual forma, Maggiore, Jou y Kim (2002) describen el caso de un primer molar superior

de seis conductos en donde el empleo del microscopio operatorio resultó crucial para su tratamiento (89).

Gráfico 46. Premolar de tres conductos



Izquierda: vista del área de la furca y conductos obturados. Derecha: Radiografía del caso. *Tomado de: De Moor 2005*

El tratamiento endodóntico de dientes que exhiben variaciones anatómicas, como lo representan los Dens Invaginatus, puede resultar en serias dificultades relacionadas a su bizarra anatomía. Entre éstas, la necesidad de intervenciones endodónticas quirúrgicas o incluso la exodoncia del diente (91).

Bóveda *et al.* (1999) describen el caso de un diente invaginado en el cual, el empleo del microscopio operatorio demostró ser de gran utilidad al mejorar la compleja visualización del caso, y permitir el reconocimiento de colores y texturas, mejorando el desenvolvimiento del operador y su habilidad de reconocer en detalle las estructuras duras y blandas del diente, permitiendo un tratamiento más preciso (92).

Gráfico 47. Tratamiento de un diente invaginado



Tomado de www.carlosboveda.com

Girsch *et al.* (2002), reportan el caso de un tratamiento de conducto realizado a un dens invaginatus, en el que, el uso del microscopio operatorio brindó al operador la oportunidad de limpiar efectivamente, conformar y obturar el sistema de conductos radiculares de manera convencional y ortógrada. Concluye que la aplicación de ésta herramienta, puede aumentar la tasa de éxito de las terapias no quirúrgicas de condiciones anormales como la reportada ⁽⁹¹⁾.

3.2.6. Tratamiento de perforaciones

Las perforaciones radiculares son errores de procedimientos que en ocasiones ocurren aún bajo las más cuidadosas técnicas ⁽⁵²⁾ o bajo eventos patológicos como resorciones radiculares o caries ⁽¹¹⁾, complicando el tratamiento y afectando seriamente el pronóstico, de no ser manejadas adecuadamente. Su reparación vía ortógrada ha sido cuestionada ya que, por un lado determinar su localización, forma y tamaño es extremadamente difícil y por otro lado se requiere comprimir un material sellador contra un espacio inexistente, lo que tiende a sobreextender el material en los tejidos periradiculares ⁽⁵⁴⁾.

Gráfico 48. Manejo clínico de perforación en furca



Cortesía Dr. Juan Saavedra.

La magnificación e iluminación son herramientas de indudable valor al realizar el delicado y preciso acceso, para la reparación de las comunicaciones iatrogénicas entre el conducto y el ligamento periodontal ^(14,19), haciendo posible reparar de una forma más conservadora éstos errores de procedimiento donde el pronóstico depende del tamaño y ubicación de la perforación, el tiempo que se ha mantenido expuesta al medio adyacente ⁽⁵⁴⁾ y en gran medida de la calidad del sellado ^(14,19).

Los principios básicos para el manejo de una perforación bajo el tratamiento microscópico no difieren de los del tratamiento convencional ⁽⁵⁴⁾. Cuando la comunicación ocurre, su ubicación es la primera tarea y si bien es cierto que su diagnóstico es posible mediante radiografías, uso del localizador apical, puntas de papel y en ocasiones visión directa, el microscopio puede corroborar todos los anteriores y ofrecer con gran detalle el grado de deterioro, facilita el logro de la hemostasia y el tratamiento posterior cuidando a la vez, de no dañar aún más la zona ^(11,54).

De la correcta y pronta identificación, se basará la reparación. Se evaluará la ubicación de la comunicación, la necesidad de una matriz y el tipo de material reparador. El microscopio es de gran ayuda para la colocación de la matriz y del material ya que se trata de un procedimiento delicado para evitar la extrusión o intrusión del material (16,52). El área perforada debe ser inmediatamente sellada o por lo menos tratada con hidróxido de calcio para prevenir su contaminación bacteriana, promover la cicatrización y prevenir la invaginación del tejido de granulación dentro del conducto (54).

Otra dificultad ante el tratamiento de las perforaciones, se origina con la necesidad de trabajar casi durante el procedimiento completo bajo gran magnificación, lo que desenfocará fácilmente el espejo, que necesitará reajustarse y probablemente reajustar el microscopio, haciendo de estas operaciones, tareas largas y en ocasiones frustrantes. Sin embargo, Kim (2004) afirma que con práctica, la correcta posición del espejo se hará automática (52).

Finalmente, el sellado completo de la perforación con un material definitivo, biocompatible es fundamental para proveer el medio adecuado que permita reparación y cicatrización tisular (54).

3.2.7. Remoción de obstrucciones dentro del conducto radicular

La utilización del microscopio operatorio va de la mano de la tecnología ultrasónica y una aplicación común es la recuperación de instrumentos fracturados que obstruyen el conducto y pueden perjudicar la evolución del caso (11,52).

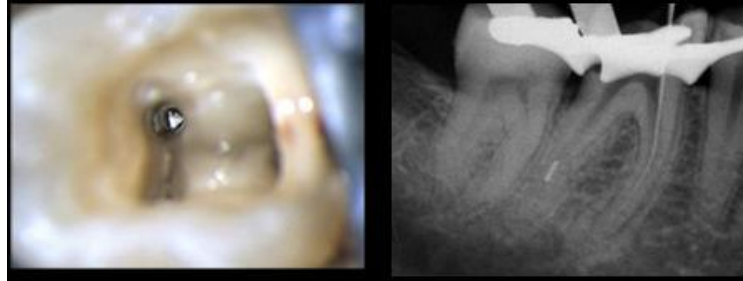
Con el uso cada vez más frecuente del instrumental rotatorio de níquel titanio, ha aumentado considerablemente, la incidencia en la fractura de instrumentos durante su empleo (11,52).

Previo a cualquier intento de remoción, se debe evaluar el tipo de instrumento fracturado, su longitud, localización, relación entre su diámetro y la forma del conducto y el grado de retención sospechado (24). Actualmente se dispone de técnicas e instrumentos para eliminar los remanentes fracturados, pero en la medida que el instrumento avanza apicalmente, las posibilidades de recuperarlo se vuelven cada vez menores, porque el odontólogo no puede verlo, teniendo que confiar en su propia intuición y en la ayuda radiográfica. Ahora bien, al combinar estos últimos, con el uso del microscopio operatorio y de puntas ultrasónicas, se puede acceder a dichos instrumentos de forma más segura (14), siempre y cuando el instrumento se encuentre en la línea recta de la visión, es decir, previo a una curvatura (52).

El microscopio permite visualizar con precisión los aspectos internos del conducto y al concentrar la fuente de luz en ésta

zona, se realiza la visualización del instrumento a lo largo de la pared dentinaria ⁽¹¹⁾.

Gráfico 49. Visualización de instrumento fracturado en conducto



El microscopio, al concentrar la fuente de luz en el conducto, realiza la visualización del fragmento.

Tomado de: Leonardo 2005

Es fundamental seleccionar adecuadamente el grado de magnificación a emplear de acuerdo a la ubicación del instrumento en el conducto, recordando que, a mayor magnificación, menor profundidad de campo lo cual dejará oscura la zona de trabajo ⁽²⁴⁾.

Al emplear la acción vibratoria del ultrasonido, se corre el riesgo de remover excesiva cantidad de tejido dentinario o inclusive de producir perforaciones, el poder monitorear visual y constantemente el procedimiento, para contactar únicamente el fragmento aislado y preservar así la mayor cantidad de dentina, es una premisa fundamental ante cualquier intento de remover instrumentos fracturados del sistema de conductos radiculares ^(17,19,52).

Si bien es cierto que, minimizar las fracturas accidentales a través de medidas preventivas, es la mejor práctica, también es cierto que conocer las mejores técnicas y contar con las mejores herramientas puede aumentar enormemente las probabilidades de su remoción (93).

Es necesario que previo a cualquier intento de remoción, se cuente con un abordaje en línea recta hasta el fragmento, comenzando por mejorar el abordaje coronal hasta obtener una visión sin interferencias (24).

Flanders (1996) en su artículo, ilustra con casos, tres técnicas para esta labor basadas fundamentalmente en la asistencia visual y magnificadora del microscopio. El primer caso, requiere el uso de una aguja para punción medular de calibre 18, redondeada en su extremo distal con piedras de diamante, posicionada sobre el instrumento fracturado. Luego se introduce una lima Hedstrom en el lumen de la aguja de punción y con movimientos de rotación y torsión se engancha el instrumento fracturado al Hedstrom, dentro de la aguja. Luego la lima y aguja son removidos extrayendo a la vez, el instrumento fracturado (93).

El segundo caso, requiere del empleo de instrumentos Gates Glidden para ensanchar ligeramente la entrada del conducto hasta el instrumento fracturado, en éste punto, con la ayuda de la vibración de puntas muy delgadas de ultrasonido y del microscopio operatorio, se crea un discreto surco paralelo al instrumento fracturado donde se colocará la punta del

ultrasonido (nunca sobre el fragmento) y se inicia la vibración. Inicialmente el instrumento solo se aflojará pero continuamente se irá soltando hasta que repentinamente brotará del conducto, por lo que es necesario en dientes con múltiples conductos, que sus entradas sean protegidas con torundas para evitar nuevos accidentes (93).

El tercer y último caso hace referencia a la posibilidad de que el fragmento separado en el conducto, haya iniciado un proceso de descomposición, oxidándose e impidiendo practicar las técnicas ya mencionadas que solo producirán el desmoronamiento del instrumental dentro del conducto. Para ello y con la ayuda del microscopio, se ensancha la entrada del conducto hasta el instrumento fracturado y se posiciona una aguja de irrigación de calibre 21. Una vez confirmado que la aguja alcanza el instrumento se remueve y se le coloca una gota de cianocrilato en la punta y se reposiciona firmemente. Se esperan diez minutos permitiendo el endurecimiento total del material, extrayendo la aguja que deberá traer, el instrumento (93).

Es relevante mencionar que para la ejecución de las tres técnicas descritas, es de fundamental importancia gran paciencia y habilidad del operador para lograr el adecuado y preciso posicionamiento de los instrumentales auxiliares (puntas de ultrasonidos, agujas, limas, etc.) y para ello la valiosa colaboración del microscopio es imprescindible, logrando una exitosa remoción del fragmento destruyendo una mínima cantidad de tejido dentario (93).

Comercialmente se dispone de un dispositivo útil en combinación con el microscopio quirúrgico, para la remoción de instrumentos fracturados. Se trata del IRS® (Instrumental removal system), (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa Oklahoma). Es un “microtubo” creado para atrapar mecánicamente el instrumento fracturado. Tiene dos componentes: un mango de plástico (rojo o negro de acuerdo al diámetro), cuya extensión metálica hueca, tiene una pequeña abertura o ventana a un lado, cerca de la parte final del microtubo. La parte final del microtubo culmina en bisel de 45 grados. La otra pieza es un microcilindro sólido con rosca antihorario, que se inserta dentro del microtubo (24).

La técnica incluye realizar un correcto acceso coronario y radicular. Posteriormente se selecciona el microtubo del dispositivo IRS® de acuerdo al diámetro del fragmento y de acuerdo a la profundidad de este dentro de la raíz. El operador seleccionara un nivel de magnificación medio o máximo en el microscopio, de acuerdo a la profundidad de la obstrucción en el conducto y deslizará pasivamente el microtubo hasta que la porción coronal del instrumento se aloje en la porción interna del microtubo; entonces se toma el microcilindro sólido y se enrosca en sentido antihorario de manera que se desplace hasta enganchar la porción coronal del instrumento fracturado contra la ventana lateral del microtubo. Luego de manera firme, se procede al retiro del dispositivo IRS® junto a la obstrucción (24).

Gráfico 50. Dispositivo IRS® (Instrumental removal system), (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa Oklahoma).



Tomado de: Leonardo M.R. 2005

La remoción de pernos puede ser realizado de forma mas precisa y conservadora al emplear el microscopio operatorio, minimizando la cantidad de tejido dentario cervical afectado durante el desalojo. Al observar detalladamente el tamaño y ubicación del perno ⁽⁹⁾, trabajar circunferencialmente en la dentina adyacente ⁽¹⁹⁾ o quizás crear una muesca en el aditamento, se facilita su extracción, salvando estructura dentaria ⁽⁹⁾.

3.2.8. Repetición de tratamiento

Malfaz (2002) opina que, los fracasos en los tratamientos de conductos se deben mayormente al desconocimiento de la anatomía particular de cada una de las estructuras fisiológicas o patológicas implicadas, ya sean conductos radiculares accesorios, istmos, fisuras, fracturas, resorciones y perforaciones ⁽¹⁴⁾. Velvart (2004) agrega a esta lista: diagnósticos erróneos, instrumentación y obturación incompleta,

calcificaciones y desviaciones, por lo que afirma que se debe poner mas énfasis en la prevención de fracasos, si se desea disminuir la cantidad de repeticiones de tratamientos (17).

La mayor revolución tras la introducción del microscopio en la endodoncia no quirúrgica, se palpó en el área de la repetición de los tratamientos (15). En la medida que menos dientes son extraídos, aumenta la cantidad de repeticiones de tratamiento. La utilización del microscopio operatorio expande las posibilidades de repeticiones con indicaciones no quirúrgicas (24,40).

Cada uno de los procedimientos que previamente fueron realizados únicamente mediante la sensación táctil, actualmente pueden ser realizados con absoluto control y visualización (15). Procedimientos como traspasar desviaciones, remover instrumentos fracturados o reparar perforaciones han comenzado a presentar resultados mas predecibles (40). Castelucci afirma: “si es posible verlo, es posible hacerlo”. Cualquier reto presente en la porción recta del conducto, aun cuando se ubique en el tercio apical, puede ser visto y tratado con la magnificación e iluminación coaxial (15).

La observación clínica del fracaso en endodoncia revela múltiples causas, entre ellas, la microfiltración coronaria, fracturas radiculares, postes con defectos de posición, diámetro, longitud y dirección, conductos e istmos pasados por alto, obstrucciones intraconducto, salientes, perforaciones, desviaciones, instrumentos fracturados y dientes con enfermedad

periodontal sin esperanza. Otros fracasos pueden atribuirse a las endodoncias practicadas según las normas de una época anterior, un punto geográfico particular o casos tratados mediante técnicas incongruentes con los principios biológicos (14).

Independientemente de la razón específica, las causas pueden resumirse en microfiltraciones y pobre técnica endodóntica. Frente a las endodoncias fallidas, los clínicos deben escoger el mejor enfoque terapéutico que proporcione éxito predecible a largo plazo. Con los microscopios operatorios se puede eliminar con más facilidad obstáculos intraconducto especialmente durante la eliminación de la gutapercha, instrumentos rotos, calcificaciones, muñones y pernos (14), en tiempo y con resultados mayormente predecibles (15,16).

El microscopio permite visualización precisa de microfiltración coronal, caries recurrente y márgenes coronales deficientes, tras las discretas aperturas que se pueden realizar a través de coronas protésicas, es posible evaluar obturaciones intraconductos húmedas o contaminadas (16). Es fundamental evaluar la viabilidad de cada caso en relación a la restauración presente, calidad de sellado periférico y presencia de pernos, entre otros (24).

La remoción total y eficiente del material obturador intraconducto, es la premisa para eliminar tejidos necróticos remanentes, además de acceder tridimensionalmente al sistema de conductos radiculares y promover una adecuada limpieza y

conformación que permita cicatrización tisular y evite nuevos fracasos. La verificación de esto, comúnmente es realizada comprobando que las limas no presenten residuos, las puntas de papel no se colorean o las radiografías no muestren imágenes radiopacas ⁽⁹⁴⁾.

Evidentemente, se hicieron necesarios métodos más precisos y objetivos para esta labor y con la llegada del microscopio al área, rápidamente se hicieron estudios para evaluar su eficacia y los resultados de éstos se muestran poco concluyentes ⁽⁹⁴⁾.

Baldassari-Cruz LA, *et al.* (1999) realizaron un estudio en 45 caninos, comparando la efectividad del microscopio en detectar residuos de gutapercha durante el procedimiento de desobturación de repetición de tratamientos y concluyeron que los resultados no poseen una significancia relevante al cotejarlo con la visión no asistida. Sin embargo, admiten que se requieren más estudios y experiencias sobre el uso del microscopio, para trazar conclusiones más certeras ⁽⁹⁴⁾.

Siete años más tarde, Schirrmeister *et al.* (2006) realizaron un estudio similar, en el que compararon la eficacia en detectar residuos de Epiphany y gutapercha usando el microscopio operatorio y la examinación radiográfica, con áreas residuales medidas tras la transparentación de 60 raíces, encontrando que, el microscopio operatorio provee mejores aptitudes para detectar residuos de material obturador y cuestionan los resultados de Baldassari-Cruz, alegando que se trataba de una muestra pequeña y que probablemente los residuos de gutapercha, aún

cuando eran observados bajo el microscopio, no se lograron remover adecuadamente ⁽⁹⁵⁾. Cabe acotar que en ambos estudios, se emplearon dientes con raíces rectas, que permiten la observación directa bajo la óptica del microscopio, pues es bien sabido, que lo que se encuentre después de la primera curvatura no podrá ser apreciado por éste equipo.

3.3. Evaluación del instrumental

Paralelamente a su aplicación clínica, el gran aumento permite controlar el estado de los instrumentos utilizados para la preparación, observando tanto muescas como espirales o fisuras, siendo una forma útil de prevenir futuras fracturas de los instrumentos ⁽¹⁴⁾.

3.4. Tratamiento quirúrgico

Probablemente la contribución más significativa del microscopio a la terapia endodóntica ocurre cuando el acceso quirúrgico a un problema endodóntico se vuelve la única alternativa ante la extracción del diente ^(15,19,40,53). Es mucho lo que se ha aprendido desde la aplicación del microscopio, teniendo un efecto altamente significativo sobre el abordaje de la preparación apical ⁽⁶⁰⁾.

Aún cuando la terapia endodóntica no quirúrgica ha ganado amplia aceptación, la endodoncia quirúrgica (macro cirugía) ^(17,33) permanece siendo un enigma y no tan ampliamente aceptada, el antiguo enfoque de la cirugía endodóntica como

último recurso, estaba basado en experiencias con instrumentales poco adecuados, pobre visión del área quirúrgica, frecuentes complicaciones posquirúrgicas y fracasos que a menudo culminaban con la extracción del diente (33,96).

Si los expertos aceptan la premisa de que el éxito de la terapia endodóntica y de la cirugía endodóntica depende de la remoción de la totalidad del tejido necrótico y del completo sellado del complejo sistema de conductos radiculares, la razón para el fracaso quirúrgico se torna evidente. Al examinar los casos clínicos que han fracasado, se puede revelar que el cirujano no logra de una forma predecible, localizar, limpiar y rellenar la totalidad de las ramificaciones apicales, previniendo la microfiltración, sin la ayuda de la magnificación e iluminación que provee el microscopio operatorio (33,60,96).

La identificación e inspección del hueso bajo la perspectiva del ojo humano es difícil, el ángulo de resección radicular es usualmente agudo (17) en dirección vestíbulo-incisal para permitir la visualización de la preparación por parte del operador (9) la identificación de istmos es poco probable y la obturación retrograda, mayormente insuficiente, además existe el peligro asociado a la cercana localización de delicadas estructuras anatómicas y al pequeño campo operatorio (17), el tratamiento debe ser realizado muy cuidadosamente y manejado de tal forma que se evite al máximo secuelas o consecuencias postoperatorias (33,60).

La comprensión del análisis apical del fracaso permite que, en la actualidad, se realicen menos abordajes quirúrgicos y más repeticiones de tratamientos. El microscopio operatorio y los nuevos instrumentos, específicos para las necesidades de la microcirugía endodóntica, han hecho del abordaje microquirúrgico una realidad. Actualmente, permiten cirugías apicales con exactitud y seguridad, eliminando ciertos factores que podrían afectar el pronóstico de la técnica (14,97).

Tabla 3. Diferencias entre cirugía y microcirugía

Procedimiento	Cirugía	Microcirugía
Identificación del ápice	Difícil	Precisa
Osteotomía	Grande (10mm)	Pequeña (5mm)
Inspección superficie raíz	Difícil	Fácil
Ángulo de bisel	Agudo (45°)	Plano (<10°)
Identificación de istmo	Imposible	Fácil
Retropreparación	Aproximada	Coaxial a la raíz
Retroobtención	Imprecisa	Precisa

Tomado de: Kim S. 1997

La microcirugía es conceptualizada por la Sociedad de Especialista Microquirúrgicos como la cirugía realizada usando microscopio operatorio binocular a una magnificación de al menos 10x (45). Por su lado, Kim (2001) la define como “un procedimiento quirúrgico en estructuras excepcionalmente pequeñas y complejas con el uso del microscopio operatorio”. En cualquier caso, la microcirugía ha resultado en un nuevo

entendimiento de la anatomía apical, mejores técnicas quirúrgicas y precisas resecciones apicales, mejor respuesta en los pacientes y tratamientos más exitosos (33,96).

La explosiva llegada de nuevo instrumental en el campo de la endodoncia, promete llevar a ésta área a un nuevo nivel, sin embargo, durante el período de adaptación, sus resultados iniciales, han sido controversiales. Errores de procedimiento como instrumentos fracturados han aumentado en la medida en que el clínico se ha ido familiarizando con estas nuevas herramientas. Los retratamientos consumen significativa cantidad de tiempo y aún cuando pueden ser realizados de una forma mas precisa y fácil, bajo la óptica de un microscopio y con la ayuda del novedoso armamentarium, las tazas de éxito de los retratamientos siguen siendo inferiores a la de los tratamientos realizado por primera intención. Todo esto ha aumentado la necesidad de recurrir a las cirugías endodónticas (33).

Debido al acceso restringido en el campo quirúrgico la precisión es un elemento fundamental en la microcirugía endodóntica. El área quirúrgica debe estar bien iluminada y magnificada. La luz operatoria estándar y las lupas de 2x o 3,5x, adecuadas para procedimientos operatorios simples, no son suficientes para observar y tratar las microestructuras y defectos comunes observados en la cirugía endodóntica (5,33,63).

El microscopio operatorio quirúrgico proporciona la iluminación necesaria con una luz brillante y enfocada y una magnificación de hasta 32x para la microcirugía endodóntica (63).

Esta visibilidad mejorada permite al cirujano localizar y tratar variaciones anatómicas que previamente escapaban de su atención. Esto incluye los istmos parciales o completos, forámenes múltiples, conductos en C y fracturas radiculares apicales (5,33,63), sin mencionar la facilidad en reconocer y diferenciar tejidos, ya que las micro características se hacen evidentes bajo el microscopio, la dentina se observa más amarillenta o decolorada, el hueso se aprecia característicamente poco regular y el ligamento periodontal se vuelve un hito cuando el hueso es removido cuidadosamente al mostrar su plexo capilar entre la raíz y la delgada capa de hueso durante la osteotomía. Si existe alguna duda, su tinción con azul de metileno la solventa (17,63).

Gráfico 51. Evaluación de superficie seccionada



El microscopio operatorio permite la evaluación de la superficie seccionada y la tinción con azul de metileno, vuelve al ligamento periodontal, un hito.

Tomado de: Kim. 2006

La incisión, bajo un conservador diseño de colgajo que permita su continua irrigación (17), es realizado con bisturís

microquirúrgicos que permiten abordajes más precisos y predecibles de reposicionar que se traducen en óptimas cicatrizaciones ⁽¹⁵⁾, especialmente en dientes anteriores donde los requerimientos estéticos suelen ser relevantes, el microscopio facilita la incisión y el levantamiento del colgajo, de forma tal que se produzca una mínima o inexistente recesión gingival, alcanzando la principal meta de la odontología moderna, (tras por supuesto la erradicación de procesos patológicos) de lograr estética “blanca” y “rosada” en áreas obviamente visibles, ya que en la actualidad, el objetivo principal de preservar la dentición no resulta aceptable sin la consideración de las consecuencias estéticas ^(14,17).

La introducción de microespejos facilitó la evaluación detallada del ápice ⁽¹⁵⁾ y la apicectomía puede ser realizada de forma perpendicular al eje axial de la raíz, disminuyendo su diámetro vestibulo-lingual y preservando importante cantidad de estructura dentaria lo cual promueve la preservación de la longitud radicular ^(9,40).

Gráfico 52. Microespejo mostrando superficie seccionada y retropreparada



Tomada de: Publicación de la Asociación Americana de Endodoncistas.
Primavera/Verano 2003.

La microcirugía hace posible un acceso con mayor significado biológico y fisiológico (63). Los orificios de conductos laterales pueden ser identificados, preparados y sellados para lograr la obturación tridimensional de los sistemas de conductos radiculares durante la terapia quirúrgica (15).

Finalmente, la técnica microscópica ha mejorado el manejo de tejidos blandos durante el cierre de la herida, promoviendo la temprana remoción de suturas (15), que ha resultado en curación con mínima formación de cicatriz (15,19,63).

Sin embargo, Michaelides (1996), argumentó que la curva de aprendizaje de la microcirugía requiere un mayor desarrollo de coordinación de manos, ojos y mente, así como del estudio de técnicas y procedimientos microquirúrgicos, que difieren de la macrocirugía en que el campo de visión se restringe al final de los instrumentos impidiendo observar las manos del operador, lo cual limita y puede complicar, la percepción del campo (45).

En un estudio clínico de microcirugías realizadas en 94 pacientes, usando únicamente Super Eba como material de retroobtusión, con estricta adhesión a las técnicas microquirúrgicas, rangos de magnificación de 3x a 26x y diferenciándose de estudios análogos en que se empleó similar cantidad de dientes anteriores, premolares y molares, se observó éxito radiográfico y clínicos del 96,8% tras el primer año de observación (98).

Después de 5 a 7 años, más del 91% de los casos eran exitosos, siendo las causas de fracasos posteriores a la previa cicatrización observada, fracturas verticales, caries recurrente, enfermedad periodontal y traumatismos. Ninguno demostró lesiones endodónticas recurrentes ⁽⁹⁹⁾. Estas tasas de éxito resultan impresionantes, especialmente al considerar que estudios similares no incluyen dientes molares. Basados en los resultados de este estudio, los autores concluyen que las técnicas de microcirugía ofrecen pronósticos de cirugías endodónticas más exitosos ⁽³³⁾.

El microscopio ha cambiado la endodoncia quirúrgica que pasó a ser de una técnica “a ciegas” a una técnica dominada visualmente ⁽³³⁾ Se recomienda ampliar entre 8 y 10 veces para diferenciar la raíz del hueso y entre 16 y 25 veces para identificar las causas del fracaso, la superficie seccionada, evaluar la cavidad y su retroobtención ⁽²⁴⁾.

Dentro de las ventajas del abordaje microquirúrgico se pueden mencionar, la fácil identificación del ápice radicular, el descubrimiento preciso de la anatomía endodóntica apical, la realización de osteotomías más pequeñas y ángulos de resección superficiales que conservan mayor hueso cortical y estructura radicular, lo cual minimiza la reducción innecesaria de la proporción corona-raíz y minimiza la posibilidad de errores de procedimientos como las perforaciones de la pared lingual del conducto radicular. Adicionalmente una superficie radicular seccionada bajo gran iluminación y magnificación, revela rápidamente detalles anatómicos y referencias de tratamientos

previos como transportes apicales, calidad de obturación intraconducto o apicectomías anteriores, lo que permite entender la etiología del fracaso (5,9,14,16,33,60,96).

Por último, permite evaluar la preparación de la cavidad, el curetaje periapical se facilita debido a que los márgenes óseos pueden ser completamente escudriñados en búsqueda de la total remoción de tejido (40) para la posterior obturación a retro del ápice (5,14).

El objetivo principal del tratamiento endodóntico quirúrgico debe ser el mismo del tratamiento no quirúrgico: “Proveer condiciones para que la cicatrización y reparación de los tejidos periradiculares ocurra”. Los estudios ya han identificado los factores que afectan el pronóstico de las cirugías apicales; pronósticos cada vez más favorables desde la llegada del microscopio operatorio (17).

Resulta de relevante interés mencionar el estudio realizado por Pecora *et al.* (1993), en el que se comparó la evolución postoperatoria de 50 casos en los que tras un fracaso comprobado después de 6 a 12 meses de culminado el tratamiento de conductos, fueron sometidos a cirugía periapicales. Dividieron los casos en dos grupos. Un grupo con asistencia del microscopio operatorio y un grupo sin dicha asistencia. Se evaluó únicamente, dolor e inflamación a las 24 y 48 horas y una semana posterior a la cirugía. Encontraron una asociación estadísticamente significativa entre ambas terapias a las 24 y 48 horas postquirúrgicas, apreciándose una menor

tendencia al dolor en el grupo con asistencia visual. Existió un patrón similar ante la inflamación, sin embargo no fue estadísticamente significativo. Por estos hallazgos, los investigadores concluyen que los pacientes tratados bajo magnificación, presentaron una recuperación más rápida, probablemente debido al mínimo trauma en los tejidos tanto duros como blandos que se logra con ésta técnica (97).

Unos años más tarde, un estudio similar fue conducido por Tsesis *et al.* (2005), cuyo objetivo fue comparar la calidad de vida de pacientes a los que se les realizaron cirugías endodónticas, por el mismo operador, pero aplicando dos técnicas diferentes. Un grupo de pacientes fue intervenido bajo técnicas denominadas “tradicionales”, realizando un bisel de 45° y preparando la cavidad a retro con fresas, todo esto sin ayuda de magnificación. El otro grupo empleó el microscopio operatorio para realizar un bisel mínimo y preparaciones retrógradas con puntas ultrasónicas (100).

Los pacientes fueron interrogados en relación a su evolución en los siguientes 7 días, encontrando que en ambos grupos los pacientes reportaron incidencia de sintomatología postoperatoria, sin embargo en el grupo en que se empleó el microscopio operatorio se observó menor dolor postoperatorio, probablemente debido al mínimo trauma quirúrgico al tratar con los tejidos implicados, pero presentaron mayores dificultades a la apertura, masticación y capacidad de hablar inmediatamente tras la operación, probablemente debido a que la técnica que emplea magnificación requiere de mayor tiempo, causando tensión en los

músculos masticatorios. El grupo en el que se empleó la técnica tradicional padeció mayor dolor postoperatorio y tuvieron mayor necesidad de tomar medicación analgésica (100).

Finalmente, en un estudio retrospectivo llevado a cabo por Tsesis *et al.* (2006), se compararon los resultados obtenidos tras el tratamiento quirúrgico endodóntico, empleando técnicas “tradicionales”, que incluía la apicectomía en ángulo de 45° y preparación a retro empleando fresas redondas, versus técnicas “modernas” en las que se incluye resecciones apicales con mínima o nula angulación, preparaciones retrógradas empleando ultrasonido y asistencia del microscopio operatorio (101).

Los resultados muestran una tasa de cicatrización completa del 91% en el grupo operado bajo técnicas modernas y del 44,2% aplicando técnicas tradicionales. Estos resultados, significativamente divergentes, indican que el tratamiento quirúrgico empleando técnicas modernas puede proveer mejores resultados que las técnicas tradicionales (101).

En líneas generales el microscopio operatorio se recomienda durante el procedimiento quirúrgico para la osteotomía y curetaje, apicectomía y su inspección, preparación apical, retroobtención, evaluación del área quirúrgica y documentación (16,33).

3.5. Documentación, educación del paciente y comunicación con el referidor

En la odontología, los profesionales constantemente se encuentran en la búsqueda de mejores formas de optimizar y desarrollar sus habilidades técnicas a la par de lograr mejores canales de comunicación con sus pacientes y referidores. Realizar odontología técnicamente superior es inmensamente satisfactorio para el profesional, sin embargo, la habilidad de poder transmitir estas capacidades, favorece la aceptación de los casos, reconforta al paciente y es altamente valorada por todas las partes implicadas (22,33).

En este sentido, compartir con el odontólogo referidor, por medio de un archivo adjunto en un correo electrónico proveniente de la cámara digital del microscopio, para mostrarle los hallazgos previos al tratamiento puede ayudarlo en la comprensión del fracaso actual y al observar el caso final puede ayudarlo en la subsiguiente toma de decisiones relacionadas al diente. Inclusive es posible tomarle fotos a radiografías convencionales colocadas en un negatoscopio portátil bajo el microscopio sin luz, e incluirlas para enriquecer una presentación, informe o historia clínica (14,26,33,58).

Por otro lado, aumentar la visión en ambos lados de la ecuación -tanto del paciente, como del odontólogo- ayuda a crear una excelente comunicación entre el paciente y el consultorio. Al realizar videos de casos anteriores y permitir que el paciente aprecie mediante imágenes a color los hallazgos, se facilita la

explicación del plan de tratamiento. Como reza el dicho, una imagen vale más que mil palabras (14,22).

Los pacientes tienen la percepción de que la odontología es una práctica precisa. Cuando el odontólogo aplica fuentes adicionales de magnificación e iluminación, los pacientes asumen que el odontólogo está comprometido en proveer la odontología mas precisa posible (8), por lo que también puede ser considerada una herramienta de mercadeo, sobre todo al unirla a una cámara digital (26,31,54,58). Al realizar ésta combinación un abanico de posibilidades se abre para sistematizar el desenvolvimiento de la clínica. Fotos de los casos pueden guardarse como parte de la historia clínica del paciente para futuras referencias, para documentar conferencias o ilustrar artículos (58).

En la enseñanza de la odontología clínica, la capacidad de demostrar a los estudiantes mediante métodos visuales, la anatomía intrínseca de los sistemas de conductos radiculares, simplifica enormemente el proceso de aprendizaje. Los líderes clínicos de la actualidad vaticinan el futuro de los cursos avanzados de educación, totalmente asociadas a las cámaras de videos digitales (26,30).

Uno de los inconvenientes relacionados a la asistencia del operador durante los procedimientos endodónticos, es la incapacidad del personal auxiliar de visualizar el campo y por ende, el procedimiento, lo cual torna poco ameno el trabajo del asistente que fácilmente pierde el interés y se distrae. La imagen

microscópica del campo de trabajo en un monitor, promueve mayor participación del grupo de trabajo que se traduce en mayor eficacia de asistencia. Por ejemplo durante procedimientos quirúrgicos, el asistente podrá observar y controlar puntos sangrantes antes de que obstruyan la visibilidad del operador, sin embargo es importante que el personal esté capacitado y entrenado en el área, para reconocer y realizar estas tareas (17).

III. Discusión

Los últimos años han sido testigo de la contundente explosión tecnológica en el desarrollo de instrumental, material y equipamiento en el área de la endodoncia. Concomitante a éste hecho, se han ampliado los horizontes de la comprensión y entendimiento de la enfermedad pulpar y perirradicular (2,4,5,102).

En el marco de ésta evolución y en la expansión de éstos desarrollos, se han alcanzado mayores niveles de predictibilidad que en esencia eleva el pronóstico. Sin embargo cabe la interrogante: ¿El microscopio realmente provee mejores niveles de tratamiento en comparación a la terapéutica realizada sin esta herramienta? (102).

No es posible afirmar que al emplear el microscopio operatorio se modifican la técnica y práctica endodóntica, no obstante al incrementar la calidad de visión, ésta herramienta permite alcanzar considerable precisión terapéutica, lo cual promueve la excelencia en los tratamientos, elevando y fortaleciendo el área endodóntica y creando el potencial para el más alto estándar de cuidado al paciente (11,14,24,45). Por lo tanto, es posible afirmar que la magnificación e iluminación es necesaria y que esta necesidad es más justificada en la medida en que los casos son más complejos (31).

Por otro lado, resulta evidente que el crecimiento poblacional no se aparea con la cantidad de especialistas disponibles, es un hecho que el odontólogo general colabora con el especialista en

el tratamiento de la enfermedad pulpar y periapical de la mayoría de los casos, sin embargo, las expectativas de vida en la actualidad han aumentado considerablemente y con ellas la necesidad de tratamientos endodónticos en dientes que por presentar degeneraciones pulpares, tratamientos previos o anatomías complicadas, requieren de un abordaje de mayor complejidad, que debe ser reservado para clínicos capacitados y entrenados para tal fin.

No es un mito que la inversión relacionada al microscopio operatorio representa un punto en contra a la hora de considerar su adquisición, sin embargo, aquellos clínicos destinados a enfrentar casos de mayor complejidad, en los cuales el microscopio operatorio resulta de incalculable valor, deben seriamente reflexionar y considerar sus ventajas y aplicaciones, sin esperar un pronto retorno de la inversión inicial.

Son válidas las acotaciones de eruditos como Gutmann (2005) al afirmar que es posible encontrar clínicos altamente capacitados y que no poseen microscopio operatorio o no lo utilizan tan fervientemente y aún así proveen el más alto nivel de tratamiento posible a sus pacientes, al estar equipados con sus conocimientos, experiencia, intuición, destreza y confianza en sus habilidades ⁽¹⁰²⁾. Ahora bien, esto no hace menos cierto el hecho de que al mejorar la visión, se aumenta la información disponible. Por lo que frases altamente repetidas como: “Lo que no puede ser visto, no puede ser tratado”, “El que observa mejor, trabaja mejor” o “Si puedes verlo, puedes protegerlo” ^(24,31), aún cuando puedan sentirse comerciales, denotan claramente la

radical ventaja del microscopio operatorio sobre cualquier otra herramienta disponible.

Finalmente es necesario advertir que los resultados de las investigaciones no son del todo contundentes, no existen suficientes estudios relacionados a sus aplicaciones, ni a sus ventajas sobre la influencia en el pronóstico de los tratamientos ortógrados, sin embargo al comparar los resultados de éxito, en investigaciones efectuadas bajo períodos similares de observación, como lo son el estudio de Toronto en 2004, realizado bajo la perspectiva de lupas, obteniendo promedios de cicatrización del 74% y el estudio realizado por Rubinstein y Kim en el 2002, con asistencia del microscopio operatorio, con promedios de cicatrización mayores al 91%, existe un margen considerable a favor del empleo de la magnificación asistida por el microscopio (99,103).

Estos valores se afirman con estudios comparativo de Tsesis *et al.* 2006, que aún y cuando no evalúan exclusivamente las bondades del microscopio, se encuentran tasas de cicatrización completa del 91% en dientes tratados con ésta herramienta, en comparación con el 44%, alcanzada sin ésta asistencia (101).

En la actualidad los pacientes disponen y demandan cada vez de mayor información referente a sus tratamientos, y así como Charles A. Lindbergh, solía afirmar al referirse a la endodoncia actual: “Cada nueva era se presenta con sus desafíos, y éstos no pueden ser afrontados con métodos del pasado”, se debe tener presente que la tecnología se encuentra disponible para hacer

frente a estos retos, sólo depende de la voluntad de cada clínico para embestirlos y explotarlos ⁽¹³⁾.

IV. Conclusiones

1. La introducción de la microscopía en el área odontológica ha ampliado enormemente el campo de acción de la terapéutica endodóntica, permitiendo abordar casos que anteriormente resultaban intratables y constituyendo una herramienta, de la cual se esperan pronósticos de tratamientos cada vez más favorables y predecibles.
2. Es importante que al adquirir el equipo, el operador se comprometa a su uso, haciéndose del instrumental necesario, contratando personal capacitado para su asistencia y empleándolo en cada uno de los casos y no en solo algunos de ellos, para así disminuir y agilizar la curva de aprendizaje, maximizar el retorno de la inversión y alcanzar la siguiente fase de máxima productividad y altísima calidad.
3. El empleo del microscopio operatorio se asocia a numerosas ventajas, entre ellas a una disminución de la fatiga ocular y de problemas posturales, posibilidad de documentación con diversos fines, mejoras en la calidad y productividad del tratamiento al elevar el nivel de conciencia y finalmente, al ser utilizado en la cirugía eleva las tasas de éxito al asociarse a la conservación de tejidos sanos y por ende a cicatrización mas rápidas.
4. El Microscopio operatorio presenta algunas desventajas, entre ellas su elevado costo, lo que lo reserva a una

población limitada, requiere un período prolongado de adaptación para lograr su eficiente manejo, es posible que al lograr observar con perfecto detalle la anatomía a tratar, el operador se dedique con mayor énfasis a cada caso, lo cual incrementará el tiempo de trabajo, requiere espacio en el consultorio y exige tanto de personal calificado, como de la adquisición de instrumental especial. Algunos autores afirman que desarrolla cierto grado de dependencia.

5. Bajo los parámetros de los estudios disponibles en la actualidad, no es posible de manera objetiva, cuantificar las ventajas del empleo del microscopio operatorio en todas sus aplicaciones, por lo que se hacen necesarias futuras investigaciones en éste ámbito.

V. Referencias

1. Forgie AH. Magnification: what is available, and will it aid your clinical practice? *Dent Update* 2001;28(3):125-8, 130.
2. Torabinejad, M. New advances in science and technology of endodontics. *CDA J.* 2004; 32(6):456-7.
3. Von Arx T, Walker WA. Microsurgical instrument for root-end cavity preparation following apicectomy: A literature review. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16: 47-61.
4. Bergenholtz, G. *Textbook of Endodontology*, Blackwell Munkgaard, 2003.
5. Rubinstein, R and Mahmoud Torabinejad, *Contemporary Endodontic Surgery*. *CDA J.* 2004; 32(6):485-92.
6. Garcia A. The benefits of high magnification. *Dental Economics* Jun, 2001.
7. Kim S. Modern endodontic practice: instruments and techniques. *Dent Clin North Am* Jan 2004;48(1):1-9.
8. Sheets, C.G and Paquette, J.M. Is magnification for you? *Dental Economics* Jan 2001.
9. West JD. The role of the microscope in 21st century endodontics: visions of a new frontier. *Dent Today*. 2000 Dec;19(12):62-4, 66-9.
10. Friedman M, Mora AF, Schmidt R. Microscope-assisted precision dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 1999 Aug;20(8):723-8, 730-1, 735-6.
11. Wong R, Cho F. Microscopic management of procedural errors. *Dent Clin North Am*. 1997 Jul;41(3):455-79.
12. Shanelec DA. Optical principles of loupes. *J Calif Dent Assoc*. 1992 Nov;20(11):25-32.

13. Niemczyk SP. Seeing is believing: the impact of the operating microscope on nonsurgical endodontic treatment. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2003 Jun;15(5):395-9.
14. Malfaz-Vázquez, JM. Aplicaciones del microscopio en la Endodoncia actual. *RCOE*. May-Jun 2002.
15. Castellucci A. Magnification in endodontics: the use of the operating microscope. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2003 Jun;15(5):377-84.
16. Mounce RE. Surgical operating microscopes in endodontics: the paradigm shift. *Gen Dent*. 1995 Jul-Aug;43(4):346-9.
17. Velvart P. Use of the operating microscope in endodontics. *Alpha Omegan*. 2004 Dec;97(4):43-50.
18. Musikant BL, Cohen BI, Deutsch AS. The surgical microscope, Not just for the specialist. *N Y State Dent J*. 1996 Oct;62(8):33-5.
19. Arens DE. Introduction to magnification in endodontics. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(7):426-39.
20. Selden HS. The dental-operating microscope and its slow acceptance. *J Endod*. 2002 Mar;28(3):206-7.
21. Garcia A. Dental magnification: a clear view of the present and a close-up view of the future. *Compend Contin Educ Dent*. 2005 Jun;26:459-63.
22. Garcia, A. Just say yes! To enhanced visualization systems. *Dental Economics*. Feb 2003.
23. West, J.D. The microscope in 21st century endodontics. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004;16 (3):3-5.
24. García P.C, Saavedra, J. Microscopía en Endodoncia. En: Leonardo, M.R. Endodoncia. Tratamiento de Conductos

Radiculares. Principios Técnicos y Biológicos. Artes Médicas Latinoamericanas, Vol II 2005: 1303-36.

25. Caplan SA. Magnification in dentistry. J Esthet Dent. 1990 Jan-Feb; 2(1):17-21.

26. Van As G. Digital documentation and the dental operating microscope. Oral Health. Dec 2001.

27. Christensen GJ. Magnification in dentistry: useful tool or another gimmick? J Am Dent Assoc. 2003 Dec;134(12):1647-50.

28. Van As G. Restorative Dentistry: The role of the dental operating microscope in fixed prosthodontics. Oral Health, Jun 2002.

29. Rampado ME, Tjaderhane L, Friedman S, Hamstra SJ. The benefit of the operating microscope for access cavity preparation by undergraduate students. J Endod. 2004 Dec;30(12):863-7.

30. Knowles, KI., Ibarrola, JL., Ludlow, MO. The dental operating microscope as an educational tool. J Dent Educ 1998; 62:429-31.

31. Brave, D. and Koch, K. The magnification question. Dental Economics Apr 2002.

32. Burkhardt R, Hurzeler MB. Utilization of the surgical microscope for advanced plastic periodontal surgery. Pract Periodontics Aesthet Dent. 2000 Mar;12(2):171-80.

33. Kim, S. Color Atlas of microsurgery in Endodontics. W.R. Saunders Company. 2001.

34. Millar BJ. Focus on loupes. Br Dent J. 1998; 28;185(10):504-8.

35. Strassler HE, Syme SE, Serio F, Kaim JM. Enhanced visualization during dental practice using magnification systems. *Compend Contin Educ Dent*. 1998 Jun;19(6):595-8, 600, 602.
36. Feuerstein, P. I can see for miles. *Dental Economics*. 2003; Mar.
37. Malcmacher, L. Do you endo? *Dental Economics*. Dec 2005.
38. Piontkowski PK. The renaissance of dentistry: an introduction to the surgical microscope. *Dent Today*. 1998 Jun;17(6):82-7.
39. Callen, C.C. What to look for in surgical telescopes. *Dental Economics*. Jun 2001.
40. Khayat BG. The use of magnification in endodontic therapy: the operating microscope. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998 Jan-Feb;10(1):137-44.
41. Reuben HL, Apotheker H. Apical surgery with the dental microscope. *Oral Surg* 1984;4:433-5.
42. Hume, WJ. Greaves, IC. The stereophotomicroscope in clinical dentistry. *Br Dent J*. 1983; 154:288-90.
43. Saunders WP, Saunders EM. Conventional endodontics and the operating microscope. *Dent Clin North Am*. 1997 Jul;41(3):415-28.
44. Forgie AH, Pine CM, Longbottom C, Pitts NB. The use of magnification in general dental practice in Scotland. A survey report. *J Dent*. 1999 Sep;27(7):497-502.
45. Michaelides PL. Use of the operating microscope in dentistry. *J Calif Dent Assoc*. 1996; Jun;24(6):45-50.
46. Sheets, CG. Paquette, JM. The magic of magnification. *Dentistry Today*. 1998; 17(12):61-67.

47. Leknius, C and Geissberger, M. The effect of magnification on the performance of fixed prosthodontic procedures, CDA J. 1995;23(12);66-70.

48. Shanelec, DA. Microsurgery and gingival grafting. CDA J. Jan 1991.

49. Garcia A. The value of the dental operating microscope in restorative dentistry: Axiomatic or Absurd? Oral Health. Mar 2006.

50. Clark, D. Optimizing gingival esthetics: A microscopic perspective. Oral Health. Apr 2006.

51. Mines P, Loushine R, West L, Liewehr F, Zadinsky J. Use of the microscope in Endodontics: A report based on a questionnaire. J Endod. 1999; 25(11):755-8.

52. Kim S, Baek S. The microscope and endodontics. Dent Clin North Am. 2004 Jan;48(1):11-8.

53. Rubinstein R. The anatomy of the surgical operating microscope and operating positions. Dent Clin North Am. 1997 Jul;41(3):391-413.

54. Daoudi MF. Microscopic management of endodontic procedural errors: perforation repair. Dent Update. 2001 May;28(4):176-80.

55. Dailin, J.B. More than meets the eye! Dental Economics. Jun 2002.

56. Yoshioka, T., Kobayashi, C., Suda, H. Detection Rate of Root Canal Orifices with a Microscope. J Endod. 2002; 28(6):452-3.

57. Buhrlay LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. J Endod. 2002 Apr;28(4):324-7.

58. Behle C. Photography and the operating microscope in dentistry. *J Calif Dent Assoc.* 2001 Oct;29(10):765-71.
59. Britto LR, Veazey WS, Manasse GR. Personal video monitor as an accessory to dental operating microscopes. *Quintessence Int.* 2004 Feb;35(2):151-4.
60. Kim S. Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am.* 1997 Jul;41(3):481-97.
61. Strassler HE. Magnification systems improve quality and posture. *J Esth Dent.* 1990; 2:183-5.
62. Bellizzi R, Loushine R. Adjuncts to posterior endodontic surgery. *J Endod.* 1990 Dec;16(12):604-6.
63. Feldman, M. Microscopic surgical endodontics. *NYSDJ* 1994; 10:43-45.
64. Valachi B, Valachi K. Preventing musculoskeletal disorders in clinical dentistry: strategies to address the mechanisms leading to musculoskeletal disorders. *J Am Dent Assoc.* 2003 Dec;134(12):1604-12.
65. Rucker, L. and Sunell, S. Ergonomic risk factors associated with clinical dentistry. *J Calif Dent Assoc.* 2002 Feb;30(2):139-48.
66. Coburn DG. Vision, posture and productivity. *Oral Health.* 1984; 74:13-15.
67. Hardage, J., Gildersleeve, J.R. and Rugh, J. Clinical work posture for the dentist: an electromyographic study. *Practice management.* 1984; Aug; 74(8)17-20.
68. Syme SE, Fried JL, Strassler HE. Enhanced visualization using magnification systems. *J Dent Hyg.* 1997 Fall;71(5):202-6.

69. Burton, J.F and Bridgman, G.F. Presbyopia and the dentist: the effect of age on clinical vision. *Int Den J.* 1990; 40, 303-12.
70. Rucker, L., Beattie, C., McGregor, C., Sunell, S. and Ito, Y. Declination angle and its role in selecting surgical telescopes. *JADA.* 1999; 130:1096-1100.
71. Kinomoto Y, Takeshige F, Hayashi M, Ebisu S. Optimal positioning for a dental operating microscope during nonsurgical endodontics. *J Endod.* 2004 Dec;30(12):860-2
72. Feuerstein, P. Doctor, my eyes! *Dental Economics.* Sep 2001.
73. Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(7):391-401.
74. Slaton C., Loushine, R., Weller N., Parker H., Kimbrough F. and Pashley, D. Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of visual magnification. *J Endod.* 2003 Aug;29(8):519-22.
75. Forgie AH, Pine CM, Pitts NB. The use of magnification in a preventive approach to caries detection. *Quintessence Int.* 2002 Jan;33(1):13-6.
76. Clark, D. *The Operating Microscope and Ultrasonics; a Perfect Marriage.* *Dentistry Today.* June 2004.
77. Baldassari-Cruz, LA., Lilly, JP., Rivera, EM. The influence of dental operating microscope in locating the mesiolingual canal orifice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93(2):190-194.

78. Schafer KG. Treatment of calcified root canals. *Ont Dent.* 1996 Dec;73(10):21-3.
79. Krasner, P. and Rankow, H. Anatomy of the Pulp-Chamber Floor. *Anatomy of the pulp-chamber floor. J Endod.* 2004 Jan;30(1):5-16.
80. Nallapati, S. and Glassman, G. Endodontics: Use of Ophthalmic Dyes in root Canal Location. *Oral Health and Dental Practice.* July 2003.
81. Coutinho FT, Cerda RS, Gurgel F, Deus GA, Magalhaes KM. The influence of the surgical operating microscope in locating the mesiolingual canal orifice: a laboratory analysis. *Pesqui Odontol Bras.* 2006 Mar;20(1):59-63.
82. Coelho MC, Zuolo ML. Orifice locating with a microscope. *J Endod.* 2000 Sep;26(9):532-4.
83. Baldassari-Cruz, LA., Lilly, JP., Rivera, EM. Effectiveness of mesiolingual canal location with and without the use of the microscope. *J Endod.* 1998; 4:287.
84. Sempira HN, Hartwell GR. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. *J Endod.* 2000 Nov;26(11):673-4.
85. Gorduysus MO, Gorduysus M, Friedman S. Operating microscope improves negotiation of second mesiobuccal canals in maxillary molars. *J Endod.* 2001 Nov;27(11):683-6
86. Al-Fouzan KS. The microscopic diagnosis and treatment of a mandibular second premolar with four canals. *Int Endod J.* 2001 Jul;34(5):406-10.

87. De Moor RJ, Calberson FL. Root canal treatment in a mandibular second premolar with three root canals. *J Endod.* 2005 Apr;31(4):310-3.
88. Rhodes, J.S. A case of unusual anatomy: a mandibular second premolar with four canals. *Int Endod J.* 2001;34; 645-8.
89. Maggiore F, Jou, Y.T., Kim, S. A six-canal maxillary first molar: case report. *International Endodontic Journal.* 2002; 35: 486-91
90. Nallapati S. Three canal mandibular first and second premolars: a treatment approach. *J Endod.* 2005 Jun;31(6):474-6.
91. Girsch WJ, McClammy TV. Microscopic removal of dens invaginatus. *Endod.* 2002 Apr;28(4):336-9.
92. Bóveda, C., Fajardo, M., Millán, B. Root canal treatment of an invaginated maxillary lateral incisor with a C-shaped canal. *Quintessence Int.* 1999 Oct;30(10):707-11.
93. Flanders DH. New techniques for removing separated root canal instruments. *N Y State Dent J.* 1996 May;62(5):30-2.
94. Baldassari-Cruz LA, Wilcox LR. Effectiveness of gutta-percha removal with and without the microscope. *J Endod.* 1999 Sep;25(9):627-8.
95. Schirrmeister JF, Hermanns P, Meyer KM, Goetz F, Hellwig E. Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs - an ex vivo study. *Int Endod J.* 2006 Jul;39(7):558-65.
96. Syngcuk Kim and Samuel Kratchman. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice. *J Endod.* 2006 Jul; 32 (7): 601-23.

97. Pecora G, Andreana S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993 Jun;75(6):751-8.

98. Rubinstein, RA., Kim, S. Short-term observations of the results of endodontic surgery with the use of surgical operation microscope and Super-Eba as root end filling material. *J Endod* 1999; 25:43-8.

99. Rubinstein, RA., Kim, S. Long-term follow up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod* 2002; 28:378-83.

100. Tsesis I, Shoshani Y, Givol N, Yahalom R, Fuss Z, Taicher S. Comparison of quality of life after surgical endodontic treatment using two techniques: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005 Mar;99(3):367-71.

101. Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D and Fuss, Z. Retrospective Evaluation of Surgical Endodontic Treatment: Traditional versus Modern Technique. *J Endod.* 2006 May;32(5):412-6.

102. Gutmann, J. Is endodontics becoming so magnified that it is too narrowly focused?. *Endodontology.* 2005; 17 (2): 5-6.

103. Wang, N., Knight, K., Dao, T. and Friedman, S. Treatment Outcome in Endodontics—The Toronto Study. Phases I and II: Apical Surgery. *J Endod.* 2004; 30 (11): 751-61.