

Especial de

ENDODONCIA

\$ 60.00

El camino de la endodoncia.....	5
La endodoncia en los umbrales del tercer milenio.....	7
El uso del rayo láser como desinfectante de conducto radicular.....	8
Las lesiones periapicales crónicas.....	15
Influencia del smear layer en la terapia endodóntica.....	20
Estudio comparativo de tres técnicas de obturación con gutapercha termoplastificada.....	30
Método Truncocónico de ajuste apical (TAA) para la terapia endodóntica.....	39

**DENTISTA
Y PACIENTE**

1

Influencia del Smear Layer en la terapia endodóntica

Por los Drs. Alvaro Cruz G. / M. en C. / Profesor Titular y Coordinador de la Especialidad en Endodoncia / Universidad de Guadalajara.
Adán Yáñez Larios / C.D.E.E. / Profesor de la Especialidad en Endodoncia / Universidad de Guadalajara.
Patricia Cholico Rodríguez / C.D.E.E. / Profesora de la Especialidad en Endodoncia / Universidad de Guadalajara.
Gerardo Gascón Guerra L. / C.D.E.E. / Profesor de la Especialidad en Endodoncia / Universidad de Guadalajara.
Estela Cruz Gutiérrez / C.D. / Cirujano Dentista
Leticia Cruz Gómez / C.D. / Cirujano Dentista



INTRODUCCIÓN

El éxito de la terapéutica endodóntica está íntimamente relacionado con la calidad de la instrumentación, la irrigación, la desinfección, así como la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares. El propósito de la instrumentación y de la irrigación es limpiar, preparar y conformar un conducto libre de material orgánico y detrito.

El papel fundamental que juegan las bacterias en el desarrollo y manutención de las enfermedades populares y periapicales ha sido establecido por muchos estudios (Kakehashi y cols. 1965; Sundqvist 1976; Patterson 1976; Möller y cols. 1981; Fabricius y cols. 1982). En la ausencia de bacterias, no hay reacción inflamatoria pulpar o periapical, y en el caso de una irritación física, los tejidos lesionados pueden cicatrizar (Möller y cols. 1981; fabricius y cols. 1982).

En la terapéutica de dientes con pulpa necrótica, las condiciones biológicas del conducto son muy específicas, debido a la presencia de una gran cantidad de bacterias y sus toxinas en el sistema de conductos radiculares (sundqvist 1976, Mollér y cols. 1981; Fabricius y cols. 1982). A pesar de que la pulpa puede morir como efecto de un traumatismo físico, este tejido necrótico tarde o temprano será colonizado por bacterias anaerobias, anacoresis, aun cuando su esmalte esté íntegro (Wittgow y Sabiston 1975; Sundwvit 1976).

Una vez vencidas las defensas de la pulpa, los microorganismos (anaerobios facultativos y estrictos) se multiplican rápidamente, estableciendo una flora bacteriana que actúa con una ecología propia, que es responsable de la infección del espacio del sistema de conductos radiculares y la dentina (Sundqvist 1976;

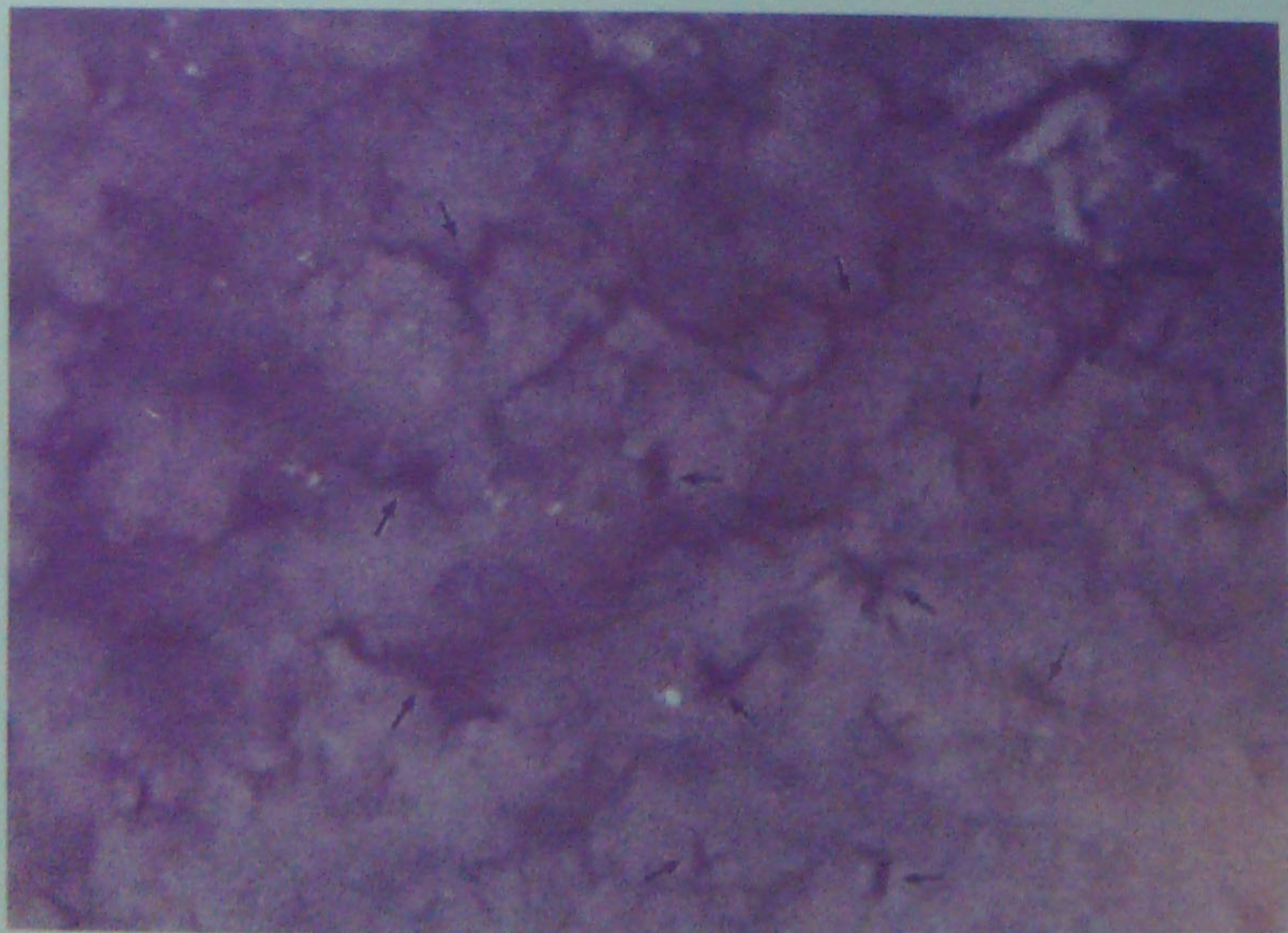


Fig. 1: Imagen de la superficie dentinaria del conducto radicular después de la instrumentación. Notar que la entrada de los túbulos dentinarios (flechas) están cubiertos por una capa de residuos (smear layer). Microscopía electrónica de barrido, 2,000 aumentos.

Bergenholtz 1977). Estas bacterias, establecidas y organizadas, desarrollan una intensa actividad metabólica en la que utilizan como sustrato a los componentes del estroma pulpar (proteínas, carbohidratos, aminoácidos, lípidos, etc), y liberan una gran cantidad de productos de degradación y de enzimas como colagenasa, hialuronidasa, peptidasa, etc., que desorganizan y destruyen a los componentes celulares. Al mismo tiempo, producen una gran cantidad de endo y exotoxinas, que provocan aún mayor destrucción tisular e inflamación (Bergenholtz y Crawford 1989; Möller y cols. 1981; Fabricius y cols. 1982).

Cuando se realiza la preparación biomecánica del conductor radicular, buscando eliminar las bacterias y sus productos presentes en el conducto radicular y en la dentina, los instrumentos endodónticos, al cortar dentina, estarán produciendo una capa de residuos o *smear layer*. El presente trabajo discute los efectos que esta capa puede tener en la terapia endodóntica de los conductos infectados.

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL SMEAR LAYER

Boyde y cols., en 1963 (citados por Boyde y Knigth, 1970), fueron los primeros en describir la presencia del lodo dentario o *smear layer*, cuando observaron esmalte cortado bajo el microscopio de barrido. Posteriormente, Boyde y Knigth, en 1970, reportaron la presencia de esta capa de residuos en dentina coronal y preparada para obturaciones en Operatoria Dental.

Fue hasta 1975 cuando McComb y Smith, observaron conductos radiculares al microscopio electrónico de barrido y notaron que esta capa de detrito era similar en apariencia al *smear layer* coronal.

El *smear layer* tiene una apariencia amorfa, irregular y granulosa cuando es visto en el microscopio electrónico de barrido (Brannström y cols. 1980; Yamada y cols. 1983; Pashley y cols. 1988). Esta apariencia puede estar dada por la translocación, la microfragmentación y el aplastamiento de los componentes de la pulpa y de las estructuras mineralizadas superficiales de las paredes dentarias durante la instrumentación endodóntica (Baumgartner y Mader 1987, Pashey y cols. 1988).

McComb y Smith (1975) sugirieron que el *smear layer* asociado con la instrumentación endodóntica consistía no sólo de dentina, si no también de tejido pulpar, restos de procesos odontoblásticos y bacterias. Esto significa que está compuesto tanto de

material inorgánico como orgánico. El contenido orgánico es relativamente alto en las etapas iniciales de la instrumentación debido al tejido pulpar vivo o necrótico presente en el conducto.

Eick y cols. (1970) mostraron que el *smear layer* coronal estaba compuesto por partículas que, en tamaño, iban desde 0.5 hasta 15 micrones. Pashley y cols. (1988) encontraron que esas partículas estaban compuestas por subunidades globulares de aproximadamente .05 a .01 micrones de diámetro, las cuales se originaban de fibras colágenas mineralizadas.

Goldman y cols. (1981), y Mader y cols. (1984) reportaron que el grosor promedio de esta capa en el conducto radicular es de 1 a 5 micrones. Dicho grosor puede variar, dependiendo del tipo de instrumento cortante y su filo, y si la dentina cortada está húmeda o seca (Gilboe y cols. 1980). Instrumentos rotatorios que crean una fuerza centrífuga durante el corte, la proximidad y el tiempo que permanecen sobre la pared dentinaria, forman un *smear layer* más grueso y compacto (Jodaikin y Agustin 1981).

Cameron (1983) y Mader y cols. (1984) describieron esa capa de residuos en dos partes: la primera, un *smear layer* superficial; y la segunda, tapones de residuos empaquetados en los túbulos dentinarios o *smear plugs*. La profundidad a la cual estos tapones de residuos podían penetrar en los túbulos podría ser de hasta 40 micrones. Brannström y Jhonson (1974) y Mader y cols. (1984) concluyeron que este fenómeno de equipamiento en los túbulos era debido a la acción mecánica de las fresas rotatorias y los instrumentos endodónticos. Sin embargo, Cengiz y cols. en 1990, propusieron que la penetración de estos residuos de material en los túbulos podría ser causada por acción capilar, como un resultado de fuerzas adhesivas entre los tubulillos dentinarios y el material residual. Esta hipótesis de capilaridad podría explicar el fenómeno de empaquetamiento profundo de residuos observado por Aktener y cols. (1989), quienes mostraron que los tapones podían penetrar hasta 110 micrones de profundidad, cuando se utilizaron líquidos de baja tensión superficial como soluciones de irrigación durante la instrumentación.

INFLUENCIA DEL SMEAR LAYER EN LA DESINFECCIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR

Las ventajas y desventajas del *smear layer*, y cuando debería ser removido o no de los conductos instru-

mentados es aún asunto de controversia. Varios investigadores sostienen que esta capa de residuos actúa como una barrera física para las bacterias y sus productos. Vojinovic y cols. (1973) mostraron que los tapones de residuos empaquetados en los túbulos detenían la entrada de las bacterias en los túbulos dentinarios de cavidades para resina en Operatoria. Michelich y cols. (1980) y Diamons y Carell (1984) también sostienen que las bacterias no pueden penetrar dentro de la dentina en la presencia del *smear layer*.

Por otro lado, Baker y cols. (1975) y Yamada y cols. (1983) observaron que bacterias podían permanecer en el *smear layer* y dentro de los túbulos dentinarios, a pesar de la instrumentación de los conductos; así sobrevivir, multiplicarse (Brannström y Nyborg 1973) y poder crecer hacia dentro de los túbulos dentinarios (Akpata y Blechman 1982; Williams y Goldman 1985; Meryon y cols. 1986; Meryon y Brook 1990).

**Eliminado
el smear layer,
las bacterias contenidas en
los tubulillos dentinarios
pueden ser más fácilmente
destruidas**

Ha sido también demostrado que la remoción del *smear layer* facilita la penetración pasiva de las bacterias (Michelich y cols. 1980; Orstavik y Haapasalo, 1990). La profundidad de esta invasión bacteriana depende del tipo de bacteria y del tiempo (Akpata y Blechman 1982; Meryon y Book 1990; Orstavik y Haapasalo 1990). Williams y Goldman (1985) mostraron que el *smear layer* retrasa la penetración del *Proteus vulgaris*, pero no la evita. Meryon y cols. (1986) observaron que la *Pseudomona aeruginosa* podía penetrar profundamente en la dentina, ya que esta bacteria por sí misma podía remover el *smear*

layer y abrir los túbulos dentinarios, debido quizá a una posible producción de colagenasa.

Meryon y Book (1990) observaron que el *Actinomyces viscosus*, al *Corynebacterium* sp y el *Streptococcus sanguis* dirigen al *smear layer*, lo que facilitaría su penetración a los túbulos. Ha sido también demostrado que productos bacterianos pueden penetrar a través de dentina recientemente cortada (Mjör y Tronstad 1972; Bergenholtz y cols. 1977 y 1981) y que el *smear layer* es permeable aún a moléculas grandes como la albúmina (Pashley y Livingston 1978). Basados en esos datos podemos concluir que el *smear layer* no presenta una barrera efectiva a las bacterias.

Uitto y cols. (1988) mostraron que enzimas proteolíticas liberadas por algunas bacterias pueden degradar al *smear layer*. Así bajo ciertas condiciones endodónticas, las bacterias podrían disolver esta capa dejando un hueco o defecto entre la pared dentinaria y la obturación endodóntica, posibilitando la penetración de otras especies bacterianas y sus productos en las paredes dentinarias y en tejidos periapicales. Pitt Ford y Roberts (1990) sugieren la fuerte posibilidad de que la degradación de esta capa de residuos puede ser una causa en el fracaso de las obturaciones retrógradas.

Cuando una infección se establece en el conducto radicular las bacterias pueden encontrarse en áreas profundas de los túbulos (Brannström 1984; Ando y cols. 1990). Aún después de una meticulosa preparación quimiomecánica del conducto, algunas bacterias podrían permanecer en los tubulillos dentinarios (Byström y Sundqvist, 1981, 1983, 1985 a, b). Por ese motivo, la preparación biomecánica es apoyada con el uso de desinfectantes.

De acuerdo a algunos investigadores (Goldberg y Abramovich 1977; Wayman et al 1979; Yamada y cols. 1983; Baumgartner y Mader 1987) la presencia del *smear layer* puede llegar a bloquear de alguna forma los efectos antimicrobianos de los antisépticos intraconducto dentro de los túbulos dentinarios. Haapasalo y Orstavik (1987) encontraron in vitro, que en ausencia de *smear layer*, el paramonocloro-fenol alcanforado líquido desinfectaba los túbulos dentinarios rápidamente. En otro estudio subsecuente similar, Orstavik y Haapasalo (1990) concluyeron que esta capa de residuos puede retrasar, pero no eliminar la acción de los desinfectantes. Brannström (1984) sostiene que, eliminado el *smear layer*, las bacterias contenidas en los tubulillos dentinarios pueden ser más fácilmente destruidas.

EFECTO DEL SMEAR LAYER EN EL SELLADO ENDODÓNTICO

El *smear layer* sobre las paredes de un conducto actúa como una barrera física intermediaria y puede llegar a interferir con la adhesión y penetración de los cementos selladores en los túbulos dentinarios. Lester y Boyde (1977) encontraron que el cemento de Grossman no podía penetrar en los túbulos cuando había *smear layer* sobre ellos. En dos estudios, White y cols. (1984, 1986) observaron que materiales de obturación de base plástica y varios cementos, podían penetrar dentro de los tubulillos cuando previamente se había eliminado esta capa de residuos. Oksan y cols. (1993) también encontraron que el *smear layer* puede obstruir la penetración de los cementos de obturación en los túbulos. Cuando se elimina esta capa de residuos los selladores podían penetrar de 40 a 60 micrones.

El smear layer puede obstruir la penetración de los cementos de obturación en los túbulos

Es lógico pensar que tal penetración de los cementos en los túbulos incrementa la superficie de contacto con la dentina y que este fenómeno puede mejorar, al menos teóricamente, la capacidad de los materiales de obturación para evitar la microfiltración. En condiciones ideales y para aprovechar esta condición, los cementos endodónticos deberían ser llevados a superficies dentinarias libres de *smear layer* y los selladores tener una baja tensión superficial (Aktener y cols. 1989).

Sin embargo otros autores (Goldberg et al 1982; Madison y Krell 1984; Evans y Simon 1986) han mostrado que existe escasa o nula diferencia en la microfiltración apical en conductos obturados con o sin *smear layer*.

Pashley y Depew (1986) encontraron que la microfiltración disminuía cuando el *smear layer* era retirado antes de obturar, pero al mismo tiempo, la permeabilidad dentinaria aumentaba. Kennedy y cols.

(1986) y Ceneuz y cols. (1987) concluyeron en sus estudios que la eliminación de esta capa de residuos mejora el sellado apical endodóntico. Saunders y Saunders (1992) investigaron la calidad de sellado coronal de obturaciones endodónticas, con o sin *smear layer*, encontrando mejores resultados cuando esta capa era retirada antes de la obturación coronaria.

Los resultados contrastantes en estos estudios quizá sean causados porque fueron utilizadas diferentes metodologías de trabajo, como las diversas formas de quelación, obturación y evaluación.

De acuerdo a Meder y cols. (1984) esta capa de residuos no es homogénea y posee una débil adhesión a la superficie dentinaria, además se puede degradar y desintegrar lentamente bajo ciertas condiciones, debajo de una obturación endodóntica, creando en ese caso un espacio o hueco entre la pared dentinaria y el relleno endodóntico, causando potencialmente los problemas ya mencionados. Pitt Ford y Roberts (1990) creen que cuando el *smear layer* no se elimina, la durabilidad del sellado apical debe ser evaluado a largo plazo, pudiendo llevar a la falta de cicatrización periapical.

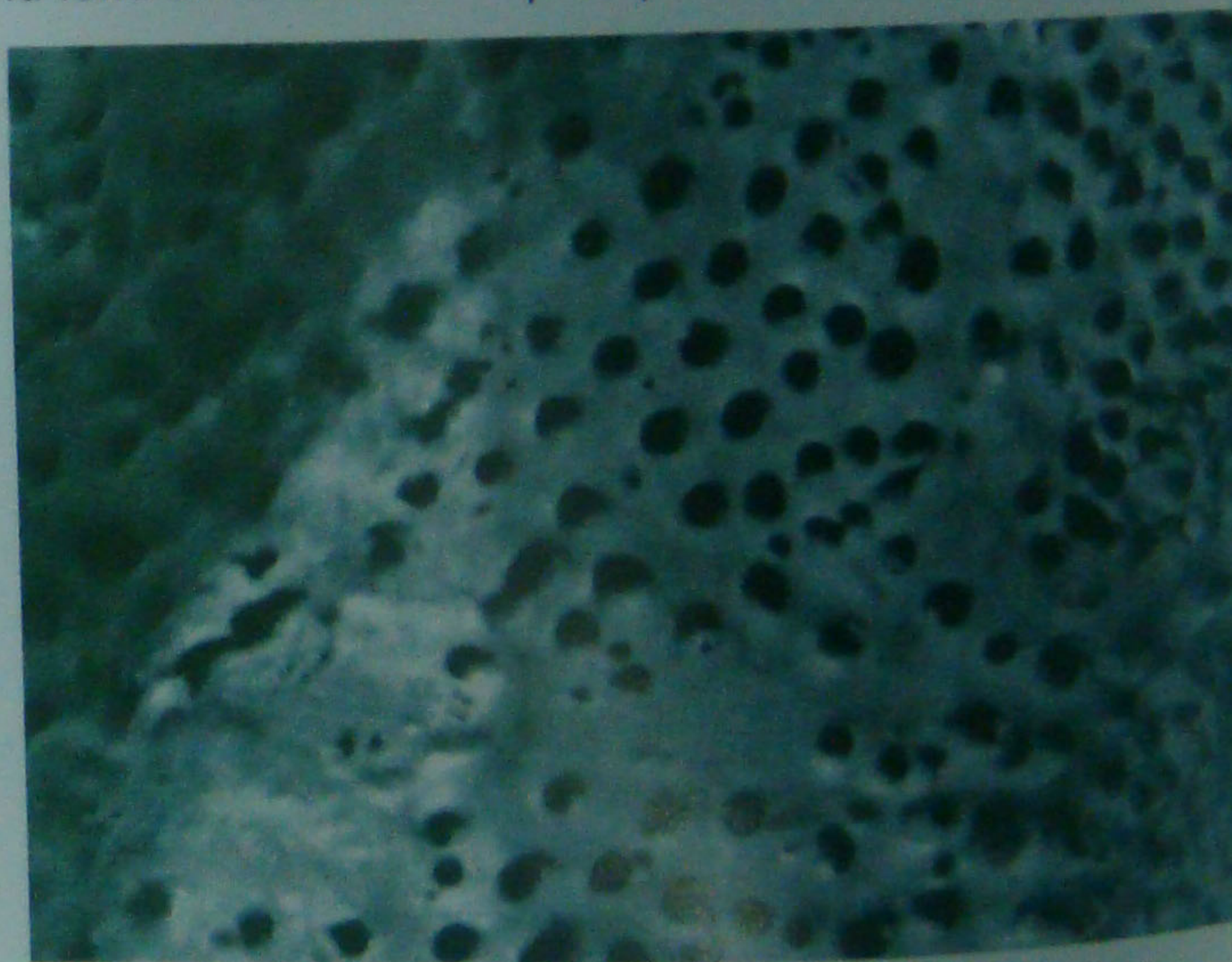


Fig. 2: Imagen de la superficie dentinaria del conducto radicular después de la instrumentación y la colocación de Ácido Etilen-Diamino-Tetra-Acético (E.D.T.A.) por 5 minutos. Notar que la capa de residuos ha sido eliminada, y las entradas de los túbulos dentinarios se encuentran permeables y visibles. Microscopía electrónica de barrido. 1,000 aumentos.

ELIMINACIÓN DEL SMEAR LAYER DEL CONDUCTOR RADICULAR

El Hipoclorito de sodio tiene la capacidad de disolver el tejido orgánico bien documentado (Rubin y cols. 1979; Wayma y cols. 1979; Goldman y cols. 1981). Sin embargo, dado que el *smear layer* está



compuesto por una fracción de material inorgánico, el hipoclorito de sodio es insuficiente para eliminar esta capa. El instrumentar conductos irrigando con esta solución, normalmente se obtienen paredes dentinarias limpias, pero con *smear layer* presente (Goldman y cols. 1981; Berg y cols. 1986; Baumgartner y Mader 1987).

Para remover la fricción inorgánica del *smear layer*, diferentes soluciones que atrapan iones calcio han sido utilizadas. De entre ellas, la más investigada y utilizada clínicamente es el Ácido Etilendiamino-tetra-acético o EDTA, el cual como quelante, reacciona químicamente con los iones calcio del *smear layer* y la dentina, formándose así quelatos de calcio solubles, los cuales, con una nueva irrigación, pueden ser eliminados.

El bromuro de cetil-piridina, que es un amotino cuaternario, han sido adicionado al EDTA en varias fórmulas comerciales como el REDTA (Roth International, E.U.A.). El objetivo de añadir este compuesto al EDTA es disminuir su tensión superficial, lo que aumenta su capacidad de disfunción sobre la dentina. Varios autores (McComb y Smith 1975; McComb y cols. 1976; Goldberg y Abramovich 1977) han observado que con el uso del EDTA como solución de irrigación, la superficie de las paredes dentinarias del conducto se encontraban limpias con las aberturas de los túbulos claramente visibles, con muy pocos residuos sobre su superficie. Fher y Nygaard-Ostby (1963) y Holland y cols. (1973) encontraron que el EDTA tiene un efecto auto-limitante cuando es dejado en el interior del conducto, por la suturación de iones calcio del compuesto. Observaron que el halo de sustracción de los iones calcio alcanzaba, con los tiempos de mayores de aplicación, entre 20 y 50 micrones como máximo. Goldberg y Spielberg (1982) encontraron prácticamente nulo después de este período; asimismo, observaron que a los 15 minutos, ya había eliminado el *smear layer*. Por otro lado, Fraser (1974) señala que el efecto quelante del EDTA en el tercio apical era muy poco, atribuyendo esto a la pequeña cantidad del mismo que puede llegar a dicha porción del conducto.

Dado que el *smear layer* está compuesto tanto por material orgánico como por inorgánico, no existe una solución de irrigación única capaz de eliminar ambos componentes. Goldman y cols. 1981 y Yamada y cols. 1983 utilizaron hipoclorito de sodio al 5% como solución de irrigación durante la instrumentación, y al término de ésta, irrigación con 10 mls. de EDTA al 7% observando las paredes dentinarias limpias y libres del *smear layer*.

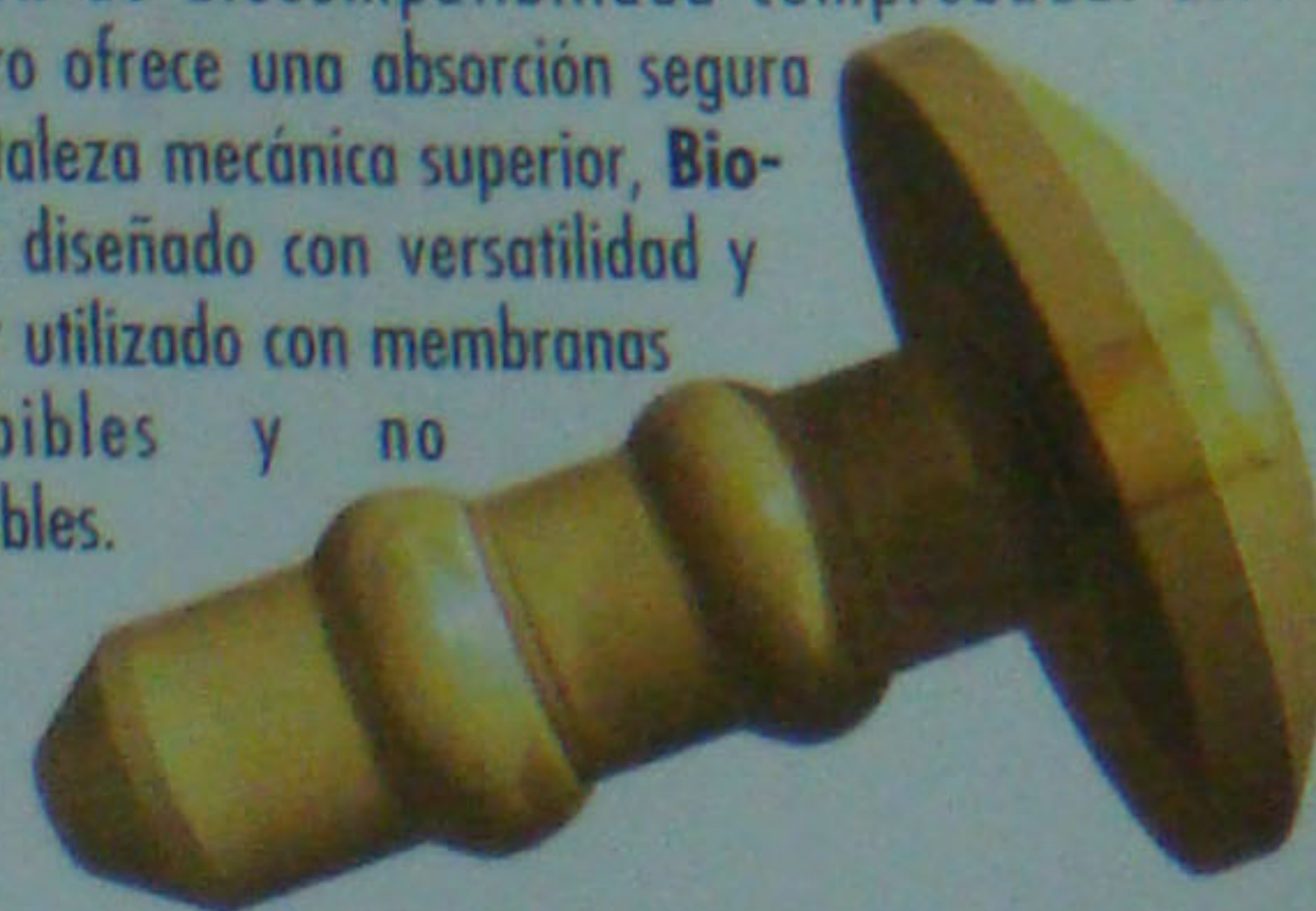
CONCLUSIONES

1. El *smear layer*, en los casos de tratamiento de conductos infectados, contiene bacterias y sus productos en su estructura, por lo que en estos casos su eliminación de las paredes del conducto radicular estará siempre indicada, ya que con esto se reduce la población bacteriana del conducto radicular.
2. El ácido Etilen-Diamino-Tetra-Acético (EDTA) es eficaz para remover la capa de residuos de la dentina producida por la instrumentación, debiendo llenar el conducto radicular de 4 a 5 minutos con esta solución y realizar una posterior irrigación abundante con Hipoclorito de sodio.
3. La eliminación del *smear layer* favorece la acción antiséptica de los medicamentos intracanal colocados entre una cita y otra. Asimismo, puede llegar a mejorar la adaptación de los cementos endodónticos, cuando se retira antes de la obturación de conductos.



TECNOLOGIA BIOABSORBIBLE COMPROBADA

Bio-Tack es un sistema bioabsorbible de fijación diseñado para estabilizar la membrana, eliminando el micromovimiento de la misma para mejorar los resultados de la Regeneración Ósea Guiada. Elaborado con el mismo material copolímero utilizado para las membranas Resolut Gore, y otros aditamentos médicos que poseen una larga reputación de biocompatibilidad comprobada. Este copolímero ofrece una absorción segura y una fortaleza mecánica superior. Bio-Tack fue diseñado con versatilidad y puede ser utilizado con membranas reabsorbibles y no reabsorbibles.



PROCEDIMIENTOS QUIRURGICOS SIMPLIFICADOS MEMBRANAS BIOABSORBIBLES.

Cuando se utiliza con membranas bioabsorbibles se elimina la necesidad de la segunda cirugía, porque ambas, el Bio-Tack y la membrana son reabsorbidos naturalmente por el organismo.



MEMBRANAS NO REABSORBIBLES

Con membranas no reabsorbibles se simplifica el procedimiento de remoción de la membrana, y disminuye considerablemente el manejo de tejidos blandos y las complicaciones que acarrear un colgajo grande.



El sistema de reabsorción de Bio-Tack lo mantiene con integridad funcional por un periodo mínimo de 8 a 10 semanas. Esta extensión en el tiempo permite a los tejidos



blandos su integración con la membrana estable, ocurriendo esto a las 4 semanas. El Bio-Tack es reabsorbido en forma total a los 12 meses.

Referencia

1.- Meltzer AM, Edenbaum DR. Three-dimensional microplate-enhanced alveolar ridge augmentation: An alternate to nerve transposition. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 1997;17 (3): 273-281



IMPLANT INNOVATIONS DE MEXICO®

Mariano Escobedo No. 543-201

Col. Rincón del Bosque C.P. 11580 México, D.F.

Tels. (5) 531 1125 531 1126 203 0168 Fax (5) 203 0949

Tel. (01 800 714 3389)

email: implant@netservice.com.mx

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akpata E.S., Blechman H.: Bacterial invasion of pulpal dentin wall in vitro. *J. Dent. Res.* 1982;61:435-8.
2. Aktener B.O., Cengiz T., Piskin B.: The penetration of smear layer material into dentinal tubules during instrumentation with surface active reagents: A scanning electron microscopic study. *J. Endod.* 1989;15:588-90.
3. Ando, N., Hoshino, E.: Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentine. *Int. Endod. J.*, 1990;23:20-7.
4. Baker N. A., Eleazer P.D., Averbach R.E., Seltzer S.: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J. Endod.* 1975;1:127-35.
5. Baumgartner J. C., Mader C. L.: A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J. Endod.* 1987;13:147-57.
6. Bergenholz G.: Effects of bacterial products of inflammatory reactions in the dental pulp. *Scand. J. Dent. Res.* 1977;85:122-9.
7. Bergenholz G., Crawford, J.J.: Endodontic microbiology, en *Principles and practice of Endodontics*, Walton, R. and Torabinejad, M., Ed. Saunders, Philadelphia, 1989.
8. Bergenholz G.: Inflammatory response of the dental pulp to bacterial penetration. *J. Endod.* 1981;7:100-4.
9. Boyde A., Knight, P.J.: Scanning electron microscopic studies of the penetration of the embrasure walls of class II cavities. *Brit. Dent. J.* 1970;129:557-64.
10. Brannström M., Nyborg H.: Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effects on the pulp. *J. Prosthet. Dent.* 1973;30:303-10.
11. Brannström M., Johnson G.: Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscopic investigation. *J. Prosthet. Dent.* 1974;31:422-30.
12. Brannström M., Nordenvall K.J., Glantz P.O.: The effects of ESTA containing surface active solutions on the morphology of prepared dentin: an in vivo study. *J. Dent. Res.* 1980, 59, 1127-31.
13. Brannström M.: Smear layer: pathologic and treatment Consideration. *Operativ Dent. Suppl.* 1984, 3:35-42.
14. Bystöm A., Sundqvist G.: Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand. J. Dent. Res.* 1981;89:321-8.
15. Bystöm A., Sundqvist G.: Bacteriologic evaluation of the effects of 0.5 percent sodium hypochlorite therapy. *Oral Surg. Oral. Med. and Oral Pathol.* 1983, 55:307-12.
16. Bystöm A., Sundqvist G.: The antibacterial action sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int. Endod. J.* 1985 a: 18:35-40.
17. Bystöm A., Claesson R., Sundqvist G.: The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod. Dent. Traumatol.* 1985b; 1: 170-5.
18. Cameron J. A.: The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: A scanning electron microscope study. *J. Endod.* 1983;9:289-92.
19. Cengiz T., Aktener B.O., Piskin B.: The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int. Endod. J.* 1990; 23:163-71.
20. Cerneux M., Ciocchi B., Diestchi J.M., Holtz J.: The influence of smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int. Endod. J.* 1987; 20:228-32.
21. Diamond A., Carrel R.: The smear layer: a review of restorative progress. *J. Pedod.* 1984; 8:219-26.
22. Eick, J.D., Wilco, R.A., Anderson, C.H., Sorensen, S.E.: Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J. Dent. Res.* 1970; 49: 1359-58.
23. Evans J.T., Simon J.H.S.: Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplastized gutta-percha in the absence of smear and root canal sealer. *J. Endod.* 1986;12:101-7.
24. Fabricius L., Dahlén G., Holm S.E., Möller A.J.R.: Influence of combinations of oral bacteria on periapical tissues of monkeys. *Scand. J. Dent. Res.* 1982; 90: 200-6.
25. Fehr F.R., Nygaard-Ostby B.: Effects of EDTAC and sulphuric acid on root canal dentine. *Oral Surg. Oral. Med. Oral Pathol.* 1963; 16: 199-205.
26. Fraser J.G.: Chelating agents: Their softening effect on root canal dentine. *Oral Surg. Oral Med. and Oral Pathol.* 1974;37:803-11.
27. Golboe D.B., Svare C.W., Thayer K. E., Drennon D. G.: Dentinal smearing: An investigation of the phenomenon. *J. Prosthet. Dent.* 1980;44:310-6.
28. Goldberg F., Abramovich A.: Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J. Endod.* 1977;3:101-5.
29. Goldberg F., Spielberg C.: The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopic. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1982; 53:74-7.
30. Goldman L.B., Goldman M., Kronman J.H., Lin P. S.: The efficacy of several irrigation solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1981;52:197-204.
31. Haapasalo M., Orstavik D.: In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J. Dent. Res.* 1987; 66:1375-9.
32. Holland R., de Souza V., Nery M.J. de Mello, W.: Efeito de diferentes preparados a base de EDTA na dentina dos canais radiculares. *Rev. Fac. Odontol. Aracatuba* 1973;2:127-24.
33. Jodaikin A., Austin J.C.: Smear layer removal with chelating agents after cavity preparation. *J. Prosthet. Dent.* 1981;46:171-4.
34. Kakehashi S., Stanley H.R., Fitzgerald R.J.: The effects of surgical exposure of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1965;20: 340-9.
35. Kennedy W., Wlaker W., Gough R.: Smear layer removal effects on apical leakage. *J. Endod.* 1986;12:21-7.
36. Lester K. S., Boyde A.: Scanning electron microscopy of instrumental, irrigated and filled root canals. *Brit. Dent. J.* 1977; 143:359-67.
37. Mader C.L., Baumgartner J.C., Peters D.D.: Scanning electron microscopic investigation of the smear layer on root canal walls. *J. Endod.* 1984;10:477-83.
38. Madison S., Krell K. V.: Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. *J. Endod.* 1984;10:499-503.
39. McComb D., Smith D.C.: A preliminary scanning electron microscopic study of root canal after endodontic procedures. *J. Endod.* 1975;7:238-42.
40. Meryon S.D., Jakeman K.J., Browne R.A.M.: Penetration in vitro of human and ferret dentine by three bacterial species in relation to their potential role in pulpal inflammation. *Int. Endod. J.* 1986;19:231-20.
41. Meryon S.D., Brook A.M.: Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associate cytotoxicity. *Int. Endod. J.* 1990;23:196-202.
42. Michelich V.J., Schuster G.S., Pashley D.H.: Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J. Dent. Res.* 1980, 59:1398-403.
43. Mjör J.A., Tronstad L.: Experimentally induced pulpitis. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1972;34:102-8.
44. Möller A.J.R., Fabricius L., Dahlén G., Ohman A., Heyden G.: Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkey. *Scand. J. Dent. Res.* 1981;89:475-84.
45. Oksa T., Aktener B., Sen B.H., Tezel H.: The penetration of root canal sealers into dentinal tubules: A SEM study. *Int. Endod. J.* 1993; 26:201-5.
46. Orstavik D., Haapasalo H.: Disinfection by endodontic irrigants and dressing of experimentally infected dentinal tubules. *Endod. Dent. Traumatol.* 1990;6:142-9.
47. Patterson R.C.: Bacterial contamination and the exposed germ-free dental pulp. *Brit. Dent. J.* 1976;140:231-6.
48. Pashley D.H., Livingston M.J.: Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentine. *Arch. Oral Biol.* 1978;23:319-5.
49. Pashley D.H., Depew D.D.: Effects of the smear layer. Copalite and oxalate on microleakage. *Operat. Dent.* 1986, 11:95-102.
50. Pashley D.H., Tao L., Boyd L., King G.E., Horner J.A.: Scanning electronic microscopic of the substructure of smear layer in human dentine. *Arch Oral Biol.* 1988;33:265-70.
51. Pitt Ford T.R., Roberts G.: Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. *Int. Endod. J.* 1990;23:233-8.
52. Rubin I., Skobe F., Krakow A., Gron P.: The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: A scanning electron microscope study. *J. Endod.* 1979;5:328-35.
53. Saunders W.P., Saunders, E.M.: The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and a glass ionomer sealer. *Endod. J.* 1992;25:245-9.
54. Sundqvist G.: Bacteriologic studies of necrotic dental pulps. Doctoral Thesis, Umea University, Umea, Sweden. 1976.
55. Uitto V.J., Haapasalo M., Laakso T., Salo T.: Degradation of basement membrane (type IV) collagen by proteases from some anaerobic microorganisms. *Oral Microbiol. Immunol.* 1988;3:97-102.
56. Vojinovic O., Nyborgh H., Brannström M.: Acid treatment of cavities under resin fillings: bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J. Dent. Res.* 1973;52:1189-93.
57. Wayman B.E., Kopp W.M., Pinero G.J., Lassari E.P.: Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J. Endod.* 1979;5:258-65.
58. White R.R., Goldman M., Lin P.: The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. *J. Endod.* 1984;10:558-62.
59. White R.R., Goldman M., Lin P.: The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J. Endod.* 1986;12:369-74.
60. Williams S., Goldman M.: Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *J. Endod.* 1985;11:385-8.
61. Wittgow jr. W.C.C., Sabiston G.: Microorganisms from pulpal chambers of intact teeth with necrotic pulps. *J. Endod.* 1975;1:168-72.
62. Yamada R.S., Armas A., Goldman M., Lin P.S.: A scanning electron microscopic comparison of the a high volume final flush with several irrigating solutions. Part III. *J. Endod.* 1983;9:137-42.