

Obturation rétrograde par ciment MTA et Super-EBA après résection apicale

Evaluation de l'étanchéité par un test de pénétration de colorant *in vitro*

Christoph B. Schultz, Patrick Westhauser, Beatrice Niederöst,
Klaus W. Grätz

Clinique de médecine dentaire, de stomatologie et
de chirurgie buccale, Centre de médecine dentaire et
de stomatologie de l'Université de Zurich

Mots clés: ciment Super-EBA®, MTA (Mineral Trioxide
Aggregate), test de pénétration de colorant

Adresse pour la correspondance:
Prof. Dr K. W. Grätz
Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
und Kieferchirurgie
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Zürich
Plattenstrasse 11, CH-8028 Zurich
Tél. +41 (0)1 634 32 90, fax +41 (0)1 634 43 28

Traduction française de Thomas Vauthier

(Illustrations et bibliographie voir texte allemand, page 443)

Introduction

Pour les résections apicales, le protocole thérapeutique appliqué depuis 1996 à la Policlinique de chirurgie buccale de la Clinique de médecine dentaire, de stomatologie et de chirurgie buccale de l'Université de Zurich, comprend la préparation de la cavité rétrograde par des instruments soniques, suivie de l'obturation par du ciment Super-EBA®.

Le présent essai *in vitro* avait comme objectif d'évaluer l'étanchéité d'obturations rétrogrades réalisées par deux ciments différents, en tenant compte d'une part de la formation de fissures dans le ciment d'obturation et d'autre part de la présence de fissures dans les tissus dentaires durs après la préparation sonore de cavités rétrogrades à l'aide d'embouts diamantés après résection apicale. Des cavités rétrogrades ont été préparées sur 32 racines. Les préparations ont été effectuées par des embouts diamantés montés sur un unit sonique. Dans l'un des groupes, les cavités ont ensuite été obturées par du ciment à base d'oxyde de zinc-eugé-nol (ciment Super-EBA®) et dans l'autre groupe par du ciment à base de Mineral Trioxide Aggregate (ProRoot™ MTA). Les préparations ont été photographiées par une caméra numérique munie d'un objectif macro, et analysées en microscopie électronique à balayage. L'étanchéité des obturations a été déterminée par un test de pénétration de colorant. La profondeur de pénétration mesurée a été de 2,19 mm en moyenne pour les échantillons obturés par ciment Super-EBA® et de 0,44 mm pour les échantillons obturés par ProRoot™ MTA. La préparation rétrograde des racines après résection apicale par des embouts diamantés sur unit sonique est une méthode efficace et peu agressive qui représente une alternative valable aux techniques de préparation conventionnelles par des instruments rotatifs. Le ciment MTA permet d'obtenir une excellente étanchéité des obturations rétrogrades.

Le présent essai *in vitro* avait comme objectif d'évaluer si l'utilisation du ciment ProRoot® MTA est préférable à celle du ciment Super-EBA®, en tenant compte des coûts. Dans ce but, des cavités obturées d'une part par du ciment Super-EBA® et d'autre part par du ciment ProRoot® MTA ont été comparées par une analyse sous microscopie électronique à balayage (à des grossissements

jusqu'à 27 fois) et par des tests de pénétration d'un colorant. En outre, les essais ont étudié l'efficacité des embouts soniques diamantés de la société KaVo, une attention particulière étant vouée à la formation de fissures et de leur influence sur l'étanchéité des obturations apicales rétrogrades.

L'obturation incomplète, donc non étanche, de la partie apicale des canaux radiculaires entraîne la persistance d'inflammations périapicales, du fait que la lumière canalaire résiduelle non obturée constitue un réservoir de germes pathogènes et de leurs toxines qui entretiennent à leur tour le processus d'infection chronique (TORABINEJAD et coll. 1985). De même, la complexité anatomique de la partie apicale du système radiculaire, avec son delta et des canaux latéraux, ainsi que la formation de kystes radiculaires vrais, sont des facteurs qui risquent d'aboutir à des échecs endodontiques. Le traitement chirurgical de tels échecs comprend l'exposition chirurgicale de la région apicale, l'élimination des tissus pathologiques et la résection de l'apex sur une distance de 2 à 3 mm. Si l'obturation radiculaire orthograde s'avère non étanche après la résection, il y a lieu d'élargir le canal par voie rétrograde et d'obturer extemporanément la cavité par un matériau étanche (SAILER & PAJAROLA 1996).

La préparation de la cavité rétrograde devrait idéalement être d'une profondeur de 3 mm, parallèle à l'axe longitudinal de la dent, bien centrée dans le canal et instrumenter la totalité du système canalaire (ARENS 1991). Les instruments rotatifs utilisés à cette fin jusqu'à la fin des années 1980 ne permettaient dans bien des cas pas de satisfaire à ces exigences. La profondeur de préparation souvent insuffisante entraînait un volume réduit de l'obturation rétrograde et par conséquent un pronostic moins favorable (CARR 1994).

L'instrumentation apicale par des embouts diamantés soniques représente une alternative intéressante à la préparation conventionnelle par des instruments rotatifs. Elle permet de réaliser des préparations plus profondes et plus précises, en raison d'un accès plus aisé à la région apicale (WUCHENICH et coll. 1994). En outre, il est plus facile de repérer les entrées aux orifices apicaux des canaux lors de l'abord rétrograde (CARR 1992; WELLER et coll. 1995). Force est toutefois de constater qu'une ablation excessive de dentine en cas de maniement imprudent risque de créer une surpréparation, voire une pénétration (PETERS et coll. 2001). Il a également été observé que l'utilisation des embouts diamantés soniques entraîne l'apparition d'un nombre plus important de fissures au niveau de la surface de résection par rapport à l'utilisation d'instruments rotatifs (SAUNDERS et coll. 1994; ABEDI et coll. 1995; CALZONETTI et coll. 1998; RAINWATER et coll. 2000; RICKLI 1997).

Selon Waechter et Obwegeser (WAECHTER & OBWEGESER 1953), les matériaux d'obturation des cavités rétrogrades devraient présenter les propriétés suivantes:

- viscosité adéquate (pour éviter des obturations excessives, tout en assurant une obturation complète de toutes les parois de la cavité)
- capacité adhésive
- biocompatibilité

De plus, Gartner et Dorn (GARTNER & DORN 1992) ont postulé les exigences suivantes:

- scellement du système des canaux radiculaires
- biocompatibilité
- stimulation de la régénération des tissus périapicaux
- durcissement indépendant de l'humidité
- stabilité volumétrique
- pas de corrosion, ni d'activité électrochimique
- pas de coloration de la dent, ni des tissus adjacents

- manipulation clinique aisée
- opacité radiologique différente de celle de la dentine

Du fait que l'utilisation de l'amalgame en tant que matériau d'obturation rétrograde est contestée depuis plusieurs années – surtout en raison de sa composition à base de mercure –, la recherche s'est efforcée depuis les années soixante à y trouver des alternatives. Parmi les matériaux utilisés jusqu'alors, il faut évoquer, à titre d'exemples, les ciments d'oxyde de zinc-eugénol (DORN & GARTNER 1990; TROPE et coll. 1996), l'or en feuilles (KOPP & KRESBERG 1973), les ciments à base de polycarboxylate (MCLEAN 1971) et les ciments de verre ionomère (CHONG et coll. 1995). Parmi tous ces matériaux, le ciment Super-EBA[®], un ciment à base d'oxyde de zinc-eugénol, s'est distingué par les meilleurs résultats radiologiques, cliniques et histologiques (tolérance tissulaire, liaisons avec les fibres collagènes). Dans les essais de pénétration également, le ciment Super-EBA[®] est arrivé en tête de tous les matériaux testés (SZEREMETA-BROWER et coll. 1985; BELTES et coll. 1988; BONDRA et al. 1989; KING et coll. 1989).

Le ciment ProRoot[®] MTA (*Mineral Trioxide Aggregate*) est un nouveau matériau utilisé depuis quelques années. Le fabricant recommande le ProRoot[®] MTA pour l'obturation des pénétrations iatrogènes, pour la stimulation de l'apexification, pour les coiffages pulpaire et pour les obturations radiculaires rétrogrades.

En 1993, le groupe de recherches de Torabinejad a montré dans un test de pénétration qu'en comparaison avec l'amalgame et le ciment Super-EBA[®], le ProRoot[®] MTA se distingue par un pouvoir d'étanchement sensiblement supérieur (TORABINEJAD et coll. 1993). Un autre essai *in vitro* a démontré une pénétration bactérienne 2 à 57 jours après des obturations rétrogrades à l'amalgame, par ciment Super-EBA[®] et IRM[®] (qui est également un ciment à base d'oxyde de zinc-eugénol). En revanche, après des obturations par ProRoot[®] MTA, aucune pénétration bactérienne n'a été observée, même après 90 jours (TORABINEJAD et coll. 1995). Une étude *in vivo* sur des chiens, destinée à comparer les réactions inflammatoires au niveau des tissus périradiculaires en regard d'obturations apicales à l'amalgame et au ProRoot[®] MTA, a mis en évidence des inflammations périradiculaires très faibles après l'utilisation du ProRoot[®] MTA (TORABINEJAD et coll. 1995). En outre, la réaction du parodonte a été étudiée dans un essai *in vivo* sur des singes. Les résultats histologiques ont permis de démontrer qu'une couche continue de ciment s'était formée au-dessus des obturations par le ciment ProRoot[®] MTA (TORABINEJAD et coll. 1997). Et finalement, il s'est avéré que le ProRoot[®] MTA se distinguait par la meilleure adaptation marginale parmi les matériaux testés (TORABINEJAD et coll. 1995).

Matériel et méthodes

Préparation des dents et résection

Pour les essais, 32 racines dentaires intactes et endodontiquement obturées (8 incisives, 6 canines, 11 prémolaires et 5 molaires), fraîchement extraites auprès de 18 patients (5 femmes et 13 hommes, âge moyen 43,39 ans), ont été conservées dans une solution physiologique de NaCl à 0,9%. Dans une première étape, les dents ont été soigneusement débridées à l'aide d'une curette pour éliminer le tartre et autres débris. Les dents pluriradiculaires ont été séparées le plus délicatement possible, chaque racine ainsi séparée servant dès lors d'échantillon individuel pour les essais subséquents. La longueur des dents a été mesurée sur des clichés radiographiques. Les apex ont ensuite été réséqués à l'aide de fraises à fissures sur une pièce à main et sous refroidissement au spray d'eau. La longueur des dents a été mesurée une

nouvelle fois après la résection, permettant ainsi de déterminer avec précision la longueur effective de la résection. Pour finir, deux empreintes des surfaces de résection ont été réalisées à l'aide d'un matériau d'empreinte à base de polyvinylsiloxane; les surfaces ont également été photographiées à l'aide d'une caméra numérique munie d'un objectif macro.

Préparation des cavités rétrogrades

Les canaux radiculaires ont été élargis à l'aide de pointes rétro du système sonique KaVo (KaVo Sonicflex retro, KaVo Dental AG, CH-5200 Brugg) sur un unit KaVo, sous irrigation par une solution physiologique stérile de NaCl à 0,9%, et les cavités ont été préparées jusqu'à une profondeur d'environ 2 mm. Des empreintes de tous les échantillons ont été prises avec un matériau d'empreinte à base de polyvinylsiloxane; les échantillons ont également été photographiés à l'aide d'une caméra numérique munie d'un objectif macro.

Obturation rétrograde par ciment ProRoot® MTA et par ciment Super-EBA®

Parmi les 32 échantillons, 16 ont été obturés par voie rétrograde par du ciment Super-EBA® (Staline Super-EBA-Cement, regular Set, Stident international, GB-TW18-4XQ, Staines Middlesex, GB), les 16 autres échantillons par du ProRoot MTA® (Dentsply Pro Root MTA, Maillefer Instruments SA, CH-1338 Ballaigues). Le ProRoot MTA® se présente sous forme d'une fine poudre qui se compose de fines particules hydrophiles. L'absorption d'eau entraîne la formation d'un gel de type colloïde qui, après durcissement, forme une barrière imperméable et insoluble. Le MTA se compose de 75% de ciment de Portland, de 20% d'oxyde de bismuth et de 5% de plâtre de Paris.

La poudre conditionnée en sachets prédosés a été mélangée à de l'eau distillée livrée avec l'emballage, jusqu'à obtention d'une masse homogène. La surface de résection et la cavité ont été nettoyées et séchées à l'aide de pellets de coton stériles. On a ensuite procédé à l'introduction à l'aide d'une fine spatule du MTA préparé et à la condensation du ciment par un fouloir de petit diamètre, jusqu'à ce que la masse commence à durcir. Les excès ont été soigneusement éliminés par des pellets de coton stériles ou des tampons de cellulose humides. La prise initiale était apparemment terminée après environ cinq minutes. Le fabricant indique toutefois un temps de durcissement complet d'au moins quatre heures. Pour finir, des empreintes des surfaces de résection obturées ont été réalisées à l'aide d'un matériau d'empreinte à base de polyvinylsiloxane; les surfaces ont également été photographiées à l'aide d'une caméra numérique.

Fabrication des répliques

Après un délai d'attente d'au moins deux heures, la meilleure des deux empreintes réalisées respectivement après la résection, la préparation rétrograde et après l'obturation, a été sélectionnée sous le microscope binoculaire. Les empreintes sélectionnées ont été dégraissées à l'alcool absolu, positionnées dans une masse de silicone polymérisant par condensation et ont finalement été moulées par une résine époxy. Afin d'éviter la formation de bulles à l'intérieur des répliques, la résine époxy a été mélangée sous vide. Les échantillons ont ensuite été entreposés pendant au moins huit heures, à température ambiante et à l'abri des poussières, jusqu'à la polymérisation complète de la résine époxy. Pour finir, les répliques ont été fixées à l'aide d'une colle acrylique sur un porte-échantillons MEB, puis recouvertes d'une couche d'or d'une épaisseur d'environ 10 nm appliquée par vaporisation dans un sputter.

Tab.1 Définition des degrés de formation de fissures

Situation initiale	Situation après préparation	Degré de formation de fissures	Définition
-	-	0	Situation initiale et après préparation sans fissures
-	+	1	Situation initiale sans fissures, formation de fissures après préparation
+	+	2	Situation initiale et après préparation avec fissures identiques
+	++	3	Situation initiale avec fissures. Fissures plus importantes et/ou plus nombreuses après préparation

Analyse sous microscope électronique à balayage (MEB)

Tous les échantillons ont été soumis à une analyse sous le MEB, afin de déterminer les degrés de formation de fissures au niveau des surfaces de résection. La tension d'accélération du MEB était de 15,0 kV. Le facteur d'agrandissement se situait entre 14,8 et 200 fois. Chaque échantillon a été examiné pour déceler des fissures, les résultats étant documentés par des photographies (Ilford FP 4 plus 125®). Les surfaces de résection et de préparation rétrograde ont été examinées aussi bien sous MEB que sur les clichés numériques, pour détecter la présence de fissures (degrés de formation de fissures, voir tab. 1).

Test de pénétration de colorant

Le dernier essai, destiné à l'évaluation de l'étanchéité de l'obturation rétrograde de chaque échantillon, a été effectué à l'aide d'un test de pénétration d'un colorant. Dans ce but, la totalité de la surface radulaire, à l'exception de la surface de résection et d'une bordure d'environ 1 mm, a été recouverte d'une couche de vernis à ongles du commerce. Après un séjour de 20 heures dans un bain d'immersion, les échantillons ont été sciés à l'aide d'un disque diamanté sous refroidissement par du kérosène. Ce faisant, l'axe de section était perpendiculaire à la surface de résection et longeait l'obturation radulaire. Les coupes ont ensuite été analysées sous un microscope optique conventionnel muni d'une caméra numérique afin d'évaluer le degré de pénétration du colorant (fig. 1).

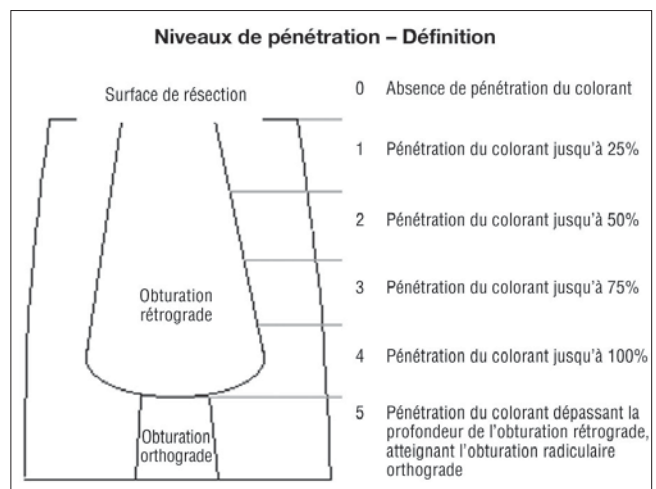


Fig. 1 Définition des niveaux de pénétration du colorant

Résultats

Données concernant les surfaces de résection

Dans la présente étude, nous avons observé sur onze échantillons le degré 0 de formation de fissures (cf. tab. I), sur onze échantillons le degré 1 et sur dix échantillons le degré 3. Aucun échantillon n'a manifesté le degré 2 de formation de fissures. La moyenne des valeurs était de 1,28 (graphique I).

Pénétration du colorant

La moyenne des valeurs dans le groupe ProRoot® MTA était de 0,44 mm. La valeur maximale était de niveau 5 (= pénétration >1,9 mm au-delà de l'obturation orthograde; fig. 2); à noter toutefois que cet échantillon présentait déjà des fissures importantes immédiatement après l'extraction et/ou la résection (fig. 3 et 4). La pénétration minimale était de niveau 0. Sur 88% des échantillons, aucune pénétration n'a été observée (fig. 5 et 6). La moyenne des valeurs dans le groupe Super-EBA® était de 2,19 mm. La valeur maximale se situait également au niveau 5 (= pénétration >1,7 mm). Du fait qu'aucun des échantillons n'était complètement étanche, le niveau 0 n'a jamais été atteint. Des pénétrations à divers degrés ont été observées sur tous les échantillons.

Aucun échantillon des deux groupes n'a fait apparaître un niveau 4 de pénétration (graphiques II et III).

Corrélation entre la pénétration du colorant et la formation de fissures

La corrélation entre la pénétration du colorant et la formation de fissures est représentée dans les tableaux II et III.

Discussion

Obturation rétrograde par ciment ProRoot® MTA et par ciment Super-EBA®

Dans la présente étude *in vitro*, les auteurs ont comparé le pouvoir d'étanchement du ciment ProRoot® MTA par rapport à celui du ciment Super-EBA®. En outre, ils ont évalué l'influence de la présence de fissures sur l'étanchéité des obturations radiculaires rétrogrades.

Tab. II Profondeur d'obturation, degré de formation de fissures, pénétration du colorant en mm et niveaux de pénétration du colorant dans le groupe ProRoot® MTA

Echantillon	Profondeur d'obturation	Degré de formation de fissures	Pénétration du colorant	Niveau de pénétration
7	2,12	0	0	0
8	3,39	1	0	0
9	2,31	0	0	0
10	2,86	0	0	0
11	2,91	0	0	0
12	3,58	3	0	0
13	1,41	1	0	0
14	2,98	1	0	0
15	2,33	3	0	0
16	1,33	3	0,5	2
17	1,72	1	0	0
18	1,71	0	0	0
19	2,85	0	0	0
20	1,9	3	>1,9	5
21	2,15	0	0	0
22	2,1	1	0	0

Les deux matériaux d'obturation testés satisfont à l'exigence première, i.e. d'obturer de façon étanche la partie apicale du système des canaux radiculaires, de telle sorte à prévenir une réinfection des tissus périapicaux. Il a été constaté que la grande majorité des obturations par ProRoot® MTA étaient absolument étanches.

En analogie avec les travaux de Torabinejad et coll. (TORABINEJAD et coll. 1993, 1995 et 1997), le pouvoir d'étanchement du ProRoot® MTA s'est avéré être nettement supérieur à celui du Super-EBA®. En effet, 88% des échantillons du groupe MTA n'avaient subi aucune pénétration de colorant. Le ciment ProRoot® MTA était également capable d'obturer hermétiquement des fissures existantes. Aucune corrélation entre le degré de formation de fissures et la pénétration du colorant n'a été observée. Par contre, il semblerait que la technique et le matériau d'obturation exercent une influence sur le résultat. A noter que parmi les 16 échantillons, 14 présentaient une profondeur de préparation sensiblement inférieure aux 3 mm préconisés par Carr (CARR 1994). En dépit de ce fait, aucune pénétration de colorant n'a été observée sur les cavités rétrogrades obturées par le ProRoot® MTA.

Force est toutefois de constater qu'en raison du comportement non plastique du ciment ProRoot® MTA, la manipulation du matériau constitue un facteur compliquant la réalisation des obturations. Compte tenu des bons résultats après l'utilisation du ProRoot® MTA *in vivo*, les frais plus élevés par rapport au Super-EBA® sont acceptables. En effet, le ProRoot® MTA coûte environ cinq fois plus que le Super-EBA®. Un emballage de ProRoot® MTA ne suffit que pour cinq applications, alors qu'un emballage de Super-EBA® permet de réaliser quelque cent obturations.

Formation de fissures

Les embouts soniques diamantés ont permis de préparer des cavités rétrogrades nettes et précises. L'ablation de la dentine en direction latérale était aisée et ne nécessitait aucune pression; de ce fait, il était possible d'éviter des préparations excessives et des perforations. A noter cependant que l'ablation verticale le long du canal radiculaire demandait un investissement supplémentaire de temps de préparation. En dépit du fait que les échantillons ont été préparés sans pression excessive et qu'ils avaient toujours été stockés dans du sérum physiologique pour éviter

Tab. III Profondeur d'obturation, degré de formation de fissures, pénétration du colorant en mm et niveaux de pénétration du colorant dans le groupe Super-EBA®

Echantillon	Profondeur d'obturation	Degré de formation de fissures	Pénétration du colorant	Niveau de pénétration
1	2,33	1	>2,33	5
2	2,8	1	0,3	1
3	3,99	3	0,9	1
4	3,26	1	0,8	1
5	2,49	3	0,6	2
6	2,82	3	0,4	1
23	1,69	1	1,1	3
24	1,52	0	1	3
25	1,77	1	1,3	3
26	1,71	3	1,4	3
27	1,71	0	1,12	3
28	1,36	0	0,82	3
29	1,65	0	0,6	2
30	1,81	3	0,15	1
31	2,21	3	0,52	1
32	2,02	1	0,87	2

tout risque de dessèchement, quelques formations de fissures ont été observées. Alors que 34,4% des échantillons ne présentaient aucune fissure (degré de formation de fissures 0 selon notre classification), nous avons observé dans 34,4% des cas des fissures de degré 1 et dans 31,2% des cas, des fissures de degré 3. Parmi les causes possibles de la formation de fissures, la littérature évoque d'une part des artéfacts (MELHAFF et coll. 1997) et, d'autre part, la déshydratation (LAYTON et coll. 1996), ainsi que des stress lors de l'extraction, des tensions survenues lors de la condensation latérale, ou encore le stockage dans un milieu inadéquat, par exemple dans du formol (ABEDI et coll. 1995). Les résultats ont montré que des fissures décelables dès après la résection étaient plus importantes et plus nombreuses après la préparation rétrograde, à l'instar de ce que des auteurs avaient déjà rapporté à ce sujet (RICKLI 1997).

Conclusions

Le pouvoir d'étanchement du ProRoot® MTA s'est avéré être nettement supérieur à celui du Super-EBA®. Les frais du ProRoot® MTA sont environ cinq fois supérieurs à ceux du Super-EBA®. Un emballage de ProRoot® MTA ne suffit que pour cinq applications, alors qu'un emballage de Super-EBA® permet de réaliser quelque cent obturations.

L'ablation dentinaire en direction latérale par l'utilisation d'embouts diamantés sur un unit (ultra)sonique est très efficace.

Les auteurs n'ont constaté aucune corrélation entre la formation de fissures et le degré de pénétration du colorant, ni pour les échantillons obturés par le ciment ProRoot® MTA, ni pour le Super-EBA®.