

L'APPORT DES BIOCÉRAMIQUES EN ENDODONTIE : REVUE DE LA LITTÉRATURE

THE CONTRIBUTION OF BIOCERAMICS IN ENDODONTIC:
LITERATURE REVIEW

Auteurs

DIALLO MT^{1*},
NIANG SO²,
KOUAMÉ KB³,
THIAM NS¹,
DIOUF NN¹,
DIOUF A¹,
FAYE M¹.

Services

1- Service Odontologie
Pédiatrique - Faculté de
Médecine, Pharmacie et
Odontologie - Université Cheikh
Anta Diop Dakar – Sénégal.
2- Service d'Odontologie
Conservatrice-Endodontie -
Faculté de Médecine, Pharmacie
et Odontologie - Université
Cheikh Anta Diop Dakar –
Sénégal.
3- Service d'odontostomatologie
pédiatrique, UFROS,
Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Correspondance

Mamadou Tidiane DIALLO
Service Odontologie Pédiatrique
Université Cheikh Anta Diop,
Dakar_Sénégal.
Courriel personnel:
mamadoutidiane@yahoo.fr
Courriel professionnel:
mamadoutidiane1.diallo@ucad.edu.sn

RÉSUMÉ

Introduction : L'introduction des ciments endodontiques biocéramiques pourrait constituer une alternative de choix grâce à leur stabilité dimensionnelle et leur biocompatibilité améliorées qui représentaient entre autres le point faible des ciments endodontiques connus jusque-là. La présente étude avait pour objectif de faire une synthèse de la littérature sur l'apport des biocéramiques en endodontie.

Méthodes : Une stratégie de recherche électronique couvrant la période allant de 2009 au 2018 a été mise au point avec les mots MeSH ("bioceramics endodontics" OR "bioceramic endodontic cement" OR "bioceramic sealer") AND (Pharmacology OR Therapeutic use OR Utilization), ensuite une recherche manuelle a été entreprise dans la liste des références des articles retrouvés.

Résultats : Plusieurs matériaux biocéramiques sont à la disposition du praticien tels que le MTA, la Biodentine, le Bc seale, ect.

Même s'il n'y a pas actuellement beaucoup de produits disponibles pour l'usage endodontique, ils sont généralement utilisés pour la gestion des perforations, des résorptions radiculaires mais aussi plus récemment dans la prise en charge des lésions péri radiculaires par voie orthograde pour une meilleure dynamique de cicatrisation. Des études globalement de faible niveau de preuve scientifique (in vitro pour la plupart) sont en faveur des biocéramiques.

Conclusion : la mise en place d'études cliniques bien structurées tels que les essais cliniques randomisés doivent être promus, encouragés pour répondre dans un avenir proche de manière factuelle à l'intérêt des ciments biocéramiques en endodontie.

Mots-clés : Biocéramique ; Endodontie ; Obturation

ABSTRACT

Introduction: The introduction of bioceramic endodontic cements could constitute an alternative of choice thanks to their dimensional stability and their improved biocompatibility which, among other things, represented the weak point of endodontic cements known until then. The objective of this study was to summarize the literature on the contribution of bioceramics in endodontics.

Methodology: An electronic search strategy covering the period from 2009 to 2018 was developed with the words MeSH ("bioceramics endodontics" OR "bioceramic endodontic cement" OR "bioceramic sealer") AND (Pharmacology OR Therapeutic use OR Utilization), then a manual search was undertaken in the reference list of the articles found.

Results: Several bioceramic materials are available to the practitioner such as MTA, Biodentine, Bc seale, ect.

Although there are not currently many products available for endodontic use, they are generally used for the management of perforations, root resorptions but also more recently in the management of peri-radicular lesions by the orthograde route for better healing dynamics. Overall studies of low level of scientific proof (in vitro for the most part) are in favor of bioceramics.

Conclusion: the establishment of well-structured clinical studies such as randomized clinical trials should be promoted, encouraged to respond in the near future in a factual manner to the interest of bioceramic cements in endodontics.

Keywords : Bioceramic ; Endodontic ; Fillings

INTRODUCTION

L'endodontie est une discipline de la médecine dentaire qui traite de la morphologie, de la physiologie et de la pathologie de la pulpe dentaire et des tissus péri-apicaux humains aussi bien que de la prévention et du traitement des maladies et des agressions relatives à ces tissus. La finalité est de mettre la dent dans un contexte biologique favorable à la cicatrisation ^[1]. La prise en charge des pathologies endodontiques a beaucoup évolué avec l'amélioration des connaissances actuelles sur la microbiologie et les biomatériaux.

Les ciments endodontiques couramment utilisés (l'oxyde de zinc, l'hydroxyde de calcium et la résine) ont une longue tradition dans la recherche scientifique et la pratique clinique en endodontie mais dans le soucis d'améliorer le résultat clinique de nouveaux matériaux biocompatibles tels que les biocéramiques ont été développés.

L'avènement des ciments biocéramiques avec ses nombreux avantages relatifs à leur stabilité dimensionnelle, permettrait de pallier les limites des ciments d'obturation classiques en plus de leur biocompatibilité et de leur facilité d'utilisation ^[2].

Les biocéramiques sont des composés céramiques obtenus *in situ* et *in vivo* par divers procédés chimiques. Les biocéramiques donnent d'excellents résultats en termes de biocompatibilité en raison de leur similitude avec les matériaux biologiques tels que l'hydroxyapatite.

Même si les avantages de ces matériaux ont contribué à leur propagation rapide dans le domaine dentaire, de nos jours, ils ne sont pas largement utilisés. Malgré leur disponibilité dans le commerce, les biocéramiques restent peu connus des chirurgiens-dentistes.

Ainsi, la présente étude se propose comme objectif de faire une revue de la littérature sur l'apport des ciments biocéramiques en endodontie sur les 10 dernières années.

I- MÉTHODES

Pour réaliser cette revue de la littérature une question de recherche a été formulée sur la base du format PICO (Patient-Intervention-Comparaison-Outcome) ou en français (Patients-Intervention-Comparaison-Résultat ou issue). Une stratégie de recherche ad hoc, destinée à retrouver tous les écrits pertinents sur la question a été mise en œuvre. Les études incluses sur la base de critères édictés ont été passées en revue et les données qu'elles renferment sur l'apport des biocéramiques en endodontie ont été synthétisées pour en faire une mise au point.

1. 1. Stratégie de recherche pour la localisation des écrits

La stratégie de localisation des écrits comportait 2 étapes :

- une recherche électronique dans les banques de données d'articles scientifiques ;
- et une recherche manuelle dans la liste des références des articles identifiés ainsi que sur les sites internet des principaux journaux d'odontologie.

Pour retrouver les articles pertinents sur les ciments canalaires biocéramiques et leurs intérêt en endodontie, en vue d'une inclusion dans la revue de la littérature, une stratégie de recherche ad hoc couvrant la période allant de 2009 au 2018 a été mise au point et appliquée à la base de donnée MEDLINE (**MEDLINE** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) en utilisant une combinaison de MeSH (Medical Subject Heading) et de mots-clés (**tableau I**).

Tableau I : MeSH et mots clés utilisés pour la recherche des articles dans Medline par l'interface Pubmed.

MeSH	Opérateurs Booléens	Mots-clés
"bioceramics endodontics"		Pharmacology
OR		OR
"bioceramic endodontic cement"	AND	
OR		
"bioceramic sealer"		Therapeutic use Utilization

Une recherche manuelle a été entreprise dans la liste des références des articles retrouvés.

1.2. Sélection des études

• Eligibilité des études

La recherche concernait tout type d'étude relative aux ciments canalaires biocéramiques et aucune restriction de langage n'a été effectuée.

• Stratégie de sélection des études

Les articles fournis par la recherche électronique et par la recherche manuelle ont été passés en revue dans un premier temps en parcourant leur titre et résumés. Les articles qui, visiblement n'étaient pas pertinents pour une inclusion, ont été écartés dès ce stade. Les copies intégrales des articles dont la lecture des titres et résumés, était suffisamment informative et en phase avec l'objectif de la présente étude, ont été recherchées puis synthétisées pour la présente mise au point.

II- SYNTHÈSE

2.1. Matériaux biocéramiques utilisés en endodontie

Les ciments endodontiques couramment utilisés (par exemple, contenant l'oxyde de zinc, l'hydroxyde de calcium et la résine) ont une longue tradition dans la recherche scientifique et la pratique clinique en endodontie. Pour des cas spécifiques, comme les résorp-

tions radiculaires, les perforations, l'apexification, et l'obturation rétrogrades, de nouveaux matériaux biocompatibles ont été développés afin d'améliorer le résultat clinique: ProRoot MTA (société Dentsply, Allemagne); Biodentine (Septodont, France); EndoSequence BC Sealer (Brassler, SUA); BioAggregats (CIB, Canada); GenerexA (Dentsply Tulsa Dental Specialties, États-Unis).

2.1.1 MTA : Mineral Trioxide Agregate (ProRoot MTA®, Dentsply Maillefer et MTA Angelus®)

Ce matériau, initialement conçu pour une utilisation en chirurgie endodontique est connu sous le nom de MTA (Mineral Trioxide Aggregate).

Il est composé de 50 à 75 % d'oxyde de calcium et 15 à 25 % de dioxyde de silicium. De l'oxyde de bismuth est rajouté pour la radio-opacité. Trois parts de poudre de ciment doivent être mélangées à une part d'eau stérile pour obtenir un gel colloïdal qui effectue sa prise en 2 h 45 min. Le MTA est disponible sous deux formes : le MTA gris (MTAG), commercialisé en premier, et le MTA blanc (MTAB). Ce dernier ne posséderait pas d'aluminate ferrique. Un autre ciment minéral de composition très semblable a été plus récemment commercialisé : le MTA Angelus® (MTAA) avec un temps de prise plus court, situé entre 14 et 15 minutes [3].

Le MTA (Trioxyde Minéral Agrégat), développé à base de ciment de Portland, dans le Loma Linda University - Californie, au début des années 90. Il a été développé comme un matériau d'obturation rétrograde et aussi pour obturer les perforations (figure 1). Le ciment de Portland et le MTA montrent une composition comparable, ainsi que des propriétés physiques et chimiques similaires. Le ciment de Portland utilisé dans l'industrie de la construction, contient du silicate tricalcique ($3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), silicate dicalcique ($2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), l'aluminate tricalcique ($3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) et du sulfate de calcium ($2 \text{ CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Dans la première forme, la couleur grise est donnée par les ions de fer qui étaient enlevés pour ob-

tenir la forme blanche. La réaction de fixation du MTA est, par hydratation, obtenue par du silicate de calcium hydraté et de l'hydroxyde de calcium qui est libéré au fil du temps. L'intégration biologique du MTA est due aux ions Calcium, qui forment l'hydroxyapatite en contact avec les ions phosphate présents dans le corps [4]. Le rôle antibactérien du ciment MTA semble être dû à la libération d'hydroxyde de calcium, ce qui explique l'action similaire avec les pâtes d'hydroxyde de calcium. Ainsi le MTA possède une activité antibactérienne envers les souches aérobies anaérobies facultatives (AAF) comme *Streptococcus faecalis* et autres *streptocoques* et *lactobacilles* ainsi qu'*Escherichia coli* mais il n'a pas d'activité sur les souches anaérobies strictes (AS) [5]. En outre, il montre un fort pH alcalin avec l'effet antibactérien.

En général, le MTA favorise la production cellulaire de cytokine et améliore l'attachement et la croissance cellulaire à son contact [6]. La synthèse d'ostéocalcine, de phosphatase alcaline et d'interleukines 6 et 8 est aussi augmentée en présence de MTA ainsi que l'activité de la phosphatase alcaline au niveau des fibroblastes parodontaux [7].

Plusieurs études ont comparé le MTA par rapport au Ciment de Portland utilisé dans la construction, pour leurs propriétés physiques et leurs similitudes chimiques. Le ciment de Portland montre une bonne adhérence à la dentine et une bonne activité antimicrobienne. Ainsi l'utilisation de ciment de Portland peut être alternativement moins coûteuse que le MTA mais malgré des similitudes de composition, le ciment de Portland contient des métaux lourds et la taille variable et grossière de ses particules ne permet pas de le substituer au MTA où elles sont d'une finesse et d'une régularité constante [8].

Le MTA voit ses propriétés physiques augmentées lorsqu'il est maintenu en milieu humide après sa mise en place, mais la contamination sanguine affaiblirait sa résistance à la compression [9]. Toutefois, le rapport poudre/liquide influencerait la solubilité du ciment : plus la quantité

d'eau est importante, plus la solubilité et la porosité augmentent.

Le MTA n'est pas mutagène ni génotoxique [3]. Les études histologiques en coiffage pulpaire direct, aussi bien chez l'animal que chez l'humain montrent que le MTA génère moins d'inflammation pulpaire et induit la formation d'un pont dentinaire plus épais et de manière plus reproductible que les autres matériaux utilisés.

Des études récentes confirment la cémento-conduction et cémento-induction du MTA ainsi que l'ostéo-induction. L'apposition de néocément et une régénération du parodonte apical ont été aussi observées lors de l'utilisation du MTA en bouchon apical dans le cas de dents immatures à apex ouverts [10].

La radio-opacité du MTA permet de contrôler son placement et son évolution. Les principales limites du matériau sont sa manipulation difficile, son temps de prise long et l'apparition de dyschromies prononcées suite à son utilisation [11].

2.1.2. EndoSequence BC™ sealer et pâte d'obturation rétrograde

Le ciment EndoSequence BC (Brasseler USA) est un autre matériau de silicate de calcium hautement radio-opaque, rétrécissant, hydrophile formant l'hydroxyapatite. La réaction de prise est également une réaction d'hydratation. Il contient du phosphate monocalcique qui est responsable de la formation d'hydroxyapatite *in situ*. L'EndoSequence contient l'oxyde de zirconium et l'oxyde de tantale comme charges radio-opaques [12].

2.1.3. Biodentine™

Un nouveau ciment minéral de fabrication française a été mis au point, sous l'appellation Biodentine™, par le laboratoire Septodont. Ce matériau a été spécifiquement conçu pour le «remplacement de la dentine» par Septodont (France) 2009. La Biodentine contient du silicate tricalcique (Ca_3SiO_5), du carbonate de calcium, de l'oxyde de zirconium et du chlorure de calcium.

Les principales indications incluent le traitement des résorptions et perforations radiculaires, les procédures de coiffage pulpaire, les apexifications, les obturations rétrogrades et le remplacement de la dentine.

Les modifications portent sur le temps de prise nettement inférieur à celui du MTA, de 9 à 12 minutes, et de meilleures propriétés physiques avec une résistance à la compression de 200 MPa à 24 heures.

Initialement, ce matériau, qui prétend offrir une biocompatibilité similaire à celle du MTA, a été conçu pour les restaurations coronaires sur dents pulpées. La radio-opacité est ici obtenue avec de l'oxyde de zirconium. Cette radio-opacité de Biodentine™ est proche de celle de la dentine et très inférieure à celle du MTA qui est comme agent opacifiant l'oxyde de bismuth. Contrairement à l'oxyde de bismuth, l'oxyde de zirconium a été démontré biocompatible et inerte. La faible radio-opacité de ce ciment rend difficile la distinction radiologique entre le matériau et les tissus calcifiés de la dent [13]. La poudre de biodentine ne contient pas d'aluminosilicate et l'eau nécessaire à la prise contient 15 % de chlorure de calcium, destiné à accélérer celle-ci et des polymères résineux. Comme les autres ciments, il libère de l'hydroxyde de calcium et induit la formation d'hydroxyapatite à partir des phosphates de calcium dentinaires et tissulaires. Ainsi tout comme le MTA, Biodentine présente un pH alcalin compris entre 9,5 et 12,5. Et la libération d'hydroxyde de calcium lors de la réaction de prise entraîne une augmentation du pH de l'environnement pendant plusieurs jours [14].

Ces propriétés originales et améliorées reposent sur l'absence d'aluminosilicate, qui constituerait une impureté, la variation de taille des particules, qui optimiserait la densité, et l'ajout de carbonate de calcium, qui représenterait une charge supplémentaire et participerait à la biocompatibilité.

L'action de la Biodentine™ sur la cicatrisation pulpaire par la stimulation de l'angiogenèse et le contrôle de l'inflammation a été mis en évidence. De même

l'action favorable de Biodentine™ sur la cicatrisation pulpaire a été démontrée lors de sa mise en contact direct avec les cellules souches de la pulpe. Le matériau entraîne la stimulation de la prolifération et de la migration des cellules souches et fibroblastes de la pulpe ainsi que leur adhésion [15]. D'après le fabricant, le matériau est non cytotoxique, non génotoxique, non mutagène et les tests cutanés et sous-cutanés sont exempts d'inflammation. La Biodentine™ en coiffage pulpaire stimule l'angiogenèse et induit la formation de dentine réparatrice. Enfin, contrairement au MTA, il semble que l'utilisation de Biodentine™ n'induit pas de dyschromie coronaire. Cette différence est le résultat de l'absence d'oxyde de Bismuth comme agent opacifiant dans la composition de Biodentine™ [16].

Par ailleurs, son temps de prise plus court, sa manipulation aisée et l'absence de dyschromie ont conduit Vidal *et al.* à décrire Biodentine™ comme l'alternative de choix au MTA lors de l'apexification de dents immatures [17]. Ces mêmes arguments sont en faveur de l'utilisation de Biodentine™ pour l'apexogénèse de dents immatures après exposition pulpaire traumatique [18]. L'ensemble de ses propriétés, propriétés mécaniques proches de celles de la dentine, une manipulation aisée et une cinétique de prise rapide, le présentent comme un matériau alternatif pouvant pallier les limites du MTA. De plus, les propriétés biologiques étant conservées, biocompatibilité et bioactivité, le champ de ses applications s'élargit à la dentisterie restauratrice, l'endodontie conventionnelle et chirurgicale.

2.1.4. BioAggregate™

Le BioAggregate (Innovative BioCeramix Inc, Canada) est également un ciment de silicate de calcium contenant du silicate de calcium hydraté, de l'hydroxyde de calcium, de l'hydroxyapatite, de la silice et de l'oxyde de tantale. Le produit a des qualités similaires à celles du ciment MTA, en termes d'étanchéité marginale, d'adhérence supérieure et de migration des cellules de la pulpe [19].

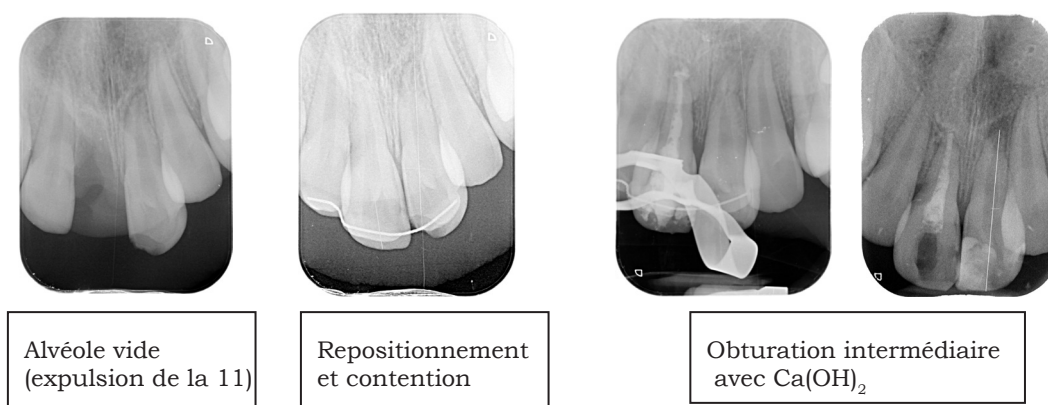


Figure 1 : Cas d'obturation avec l'hydroxyde de calcium suivi sur 24 mois (Dr DIALLO MT)



Figure 2 : Cas d'obturation avec biodentine suivi sur 24 mois (Dr DIALLO MT)

2.1.5. Generex ATM

Le Generex A (spécialités dentaires Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA) est un matériau à base de silicate de calcium qui a quelques similitudes avec le MTA, mais est mélangé uniquement avec un gel au lieu de l'eau. Il contient du silicate de calcium, du gel spécial et de l'hydroxyapatite. Il est conçu pour les obturations rétrogrades et la réparation des perforations. Il est considéré comme ayant une résistance à la compression et une bonne radio-opacité [20].

2.2. Caractéristiques des biocéramiques utilisées en endodontie

2.2.1. Force de liaison

Des ciments endodontiques bioactifs ont été développés pour améliorer la qualité de l'obturation des canaux. EndoSequence BC (Ciment Bioceramique) fait partie des matériaux à base de silicate de calcium récemment développés pour l'obturation permanente des canaux.

Pour évaluer la pénétration dans les tubuli dentinaires, différents ciments endodontiques biocéramiques ont été étudiés.

L'étude de McMichael et al. [21] sur quatre-vingt (80) dents mono-radiculées (prémolaires mandibulaires) obturées aléatoirement soit au monocône ajusté soit par compactage vertical à chaud, a montré que les ciments à base de silicate tricalcique ont pénétré dans les tubuli aussi profonds que 200µm. Le pourcentage de pénétration du ciment était beaucoup plus élevé à 5 mm de l'apex, avec de nombreux spécimens ayant une pénétration de 100% à la fois pour les techniques au monocône ajustée et au compactage vertical à chaud.

2.2.2. Microfuite

Les ciments endodontiques assurent une étanchéité parfaite avec la dentine afin d'éviter la micro-infiltration. Certaines conditions, y compris les canaux parfaitement secs, sont nécessaires pour obtenir une bonne adhérence. Dans certains cas, les canaux secs peuvent être difficiles à obtenir cliniquement. Des études comparant le MTA à d'autres sealers largement utilisés en endodontie ont donné de bons résultats pour le MTA, même si les canaux n'étaient pas parfaitement séchés. Le MTA a montré une bonne étanchéité même dans les canaux humides^[9].

Les travaux de Srinidhi V. Ballullaya et al [22] évaluant l'herméticité des différents ciments (ciment à base d'oxyde de zinc-eugénol, Sealapex, AH Plus, MTA Plus, EndoRez, EndoSequence BC) ont montré sous stéréomicroscope pour micro-fuite que la fuite la moins élevée a été observé dans le groupe EndoSequence BC.

2.2.3. Microbiologie

Le succès à long terme d'un traitement endodontique dépend de l'élimination complète des bactéries endodontiques et d'un remplissage parfait du système canalair. En comparant l'activité antimicrobienne de deux ciments endodontiques (MTA Fillapex et AH 26), Madani et al. conclurent que le MTA a une efficacité supérieure sur *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Strepto-*

coccus mutans et *Candida albicans* [23]. Le MTA Dentsply, le MTA Angelus et le ciment de Portland inhibent la croissance de *P. aeruginosa* alors que l'hydroxyde de calcium était efficace contre elle et *B. fragillis*.

2.2.4. Cytotoxicité sur les fibroblastes du ligament parodontal

Le Minéral Trioxyde Agrégate (MTA), l'EndoSequence et la Biodentine, tous matériaux de réparation radiculaire, ont montré des résultats différents lorsque les cultures de cellules fibroblastiques ont été évaluées à 24 et 48 heures. Même si dans les premières 24 heures tous les matériaux ont montré une viabilité cellulaire accrue, à 48 heures, l'on note une légère diminution de celle-ci. Le MTA a montré statistiquement une augmentation significative de la viabilité cellulaire par rapport à l'EndoSequence et la Biodentine [24].

2.2.5. Recouvrement direct de la pulpe

L'élimination complète de la dentine infectée dans les profondeurs, les cavités sans pathologie endodontique peuvent parfois conduire à des ouvertures de la chambre pulpaire avec une exposition directe de la pulpe saine. Dans certaines conditions, la fermeture de la communication peut être réalisée en utilisant de l'hydroxyde de calcium indiqué pour le coiffage direct de la pulpe. Le succès de ce traitement est évalué par la persistance de la vitalité de la pulpe. Dix années de suivi des études indiquent un taux de réussite de 30% à 85%. Le MTA est un matériau bioactif pouvant être utilisé pour le coiffage direct de la pulpe. Il est non-résorbable, peut être placé dans des conditions humides et stimule la formation de tissus durs dentinaires [25].

Le taux de succès rapporté après le coiffage direct de la pulpe est plus élevé en utilisant le MTA comparé à l'hydroxyde de calcium. Dans une étude comparative, Mente et al. ont signalé un taux de réussite de 80,5%

après coiffage directe avec le MTA et 59% lors de l'utilisation d'hydroxyde de calcium à 24-123 mois (moyenne de 42 mois) [26].

2.2.6. Cicatrisation apicale

La finalité du traitement endodontique est de remettre la dent dans un contexte biologique favorable à la cicatrisation. Les travaux de NIANG SO ont montré dans la prise en charge en une seule séance de dent atteint de paradontites apicales chroniques (PAC) et obturée avec un ciment biocéramique, entraîne une mise en place précoce à 3 mois en post opératoire de la dynamique de cicatrisation et un taux de succès respectivement à 6 et 12 mois post opératoire [27].

Une récente étude rétrospective dont le but était d'évaluer le résultat du traitement de canal radiculaire non chirurgical utilisant une technique de monocône ajusté avec les ciments biocéramiques (BC; Bras-seler USA, Savannah, GA) et d'identifier les facteurs associés au succès ou à l'échec, a montré que sur une population d'étude de 307 dents incluses dans l'analyse, suivies sur une période moyenne de 30,1 mois que le taux de succès global était de 90,9%. La lésion inférieure à 5 mm de diamètre avait un taux de succès significativement plus élevé que les lésions supérieures à 5 mm de diamètre [28].

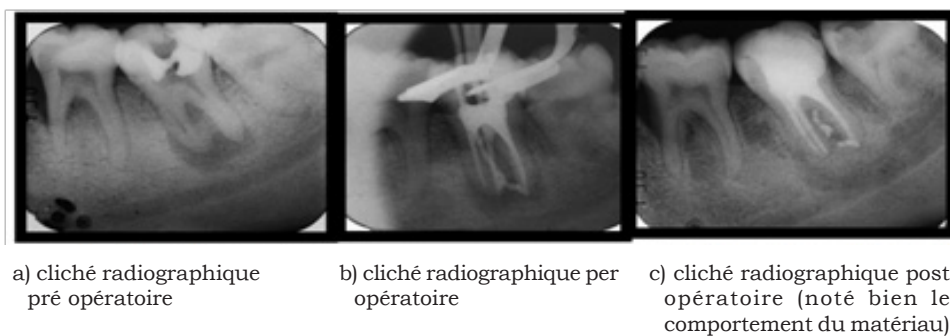


Figure 3 : Suivi à 3 mois d'une lésion péri-apicale : cicatrisation à 3 mois d'une paradontite apicale chronique mimant une lésion parodontale (lésion de la furcation) traitée en une séance avec le ciment biocéramique (image de Dr NIANG SO)

CONCLUSION

L'introduction des ciments biocéramiques instaure de nouveaux standards dans le domaine de l'endodontie. En effet, les avantages des matériaux biocéramiques sont, de façon évidente, leur haut degré de biocompatibilité et leur stabilité chimique et dimensionnelle dans l'environnement biologique offrant ainsi un meilleur pronostic dans le temps.

Aujourd'hui les études cliniques évaluant le bénéfice de l'utilisation de ciments biocéramiques sont encore peu élevées dans la littérature endodontique et sont généralement de niveau de preuve scientifique faible par rapport à leur design. Les publications existantes concernent le plus souvent les études *in vitro* et *in vivo*.

La mise en place d'études cliniques bien structurées tels que les essais cliniques randomisés doivent être promus, encouragés pour répondre dans un avenir proche de manière factuelle à l'intérêt des ciments biocéramiques en endodontie.

RÉFÉRENCES

1. SCHWARTZ S, COHEN S. Endodontic complications and the law. *J Endod* 1987; 13:191-17.
2. NOUSHIN S, ATEFEH H, HEDAYAT GORJES-TANI, AHMAD RS. The Effect of Different Irrigation Protocols for Smear Layer Removal on Bond Strength of a New Bioceramic Sealer. *J Endod* 2013; 8(1): 10-13.

3. TORABINEJAD M, PARIROKH M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review. Part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010; 36: 190-202.
4. AL-HIYASAT AS, BARRIESHI-NUSAIR KM, AL-OMARI MA. The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(12):1699-1705.
5. TORABINEJAD M, HONG CU, PITT FORD TR, KETTERING JD. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod* 1995; 21: 403-6.
6. HUANG TH, YANG CC, DING SJ, YENG M, KAO CT, CHOU MY. Inflammatory cytokines reaction elicited by root end filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; 73:123-128.
7. THOMSON TS, BERRY JE, SOMERMAN MJ, KIRKWOOD KL. Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2003; 29: 407-412.
8. DAMAS BA, WHEATER MA, BRINGAS JS, HOEN MM. Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials. *J Endod* 2011; 37(3): 372-5.
9. NEKOOFAR MH, STONE DF, DUMMER PM. The effect of blood contamination on the compressive strength and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2010; 43: 782-791.
10. HAM KA, WITHERSPOON DE, GUTMANN JL, RAVINDRANATH S, GAIT TC, OPPERMAN LA. Preliminary evaluation of BMP-2 expression and histological characteristics during apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005; 31: 275-279.
11. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *J Endod* 2010;36(3):400-13.
12. FUNTEAS UR, WALLACE JA, FOCHTMAN EW. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust Endod J* 2003; 29:43-44.
13. TANALP J, KARAPINAR-KAZANDAĞ M, DÖLEKOĞLU S, KAYAHAN MB. Comparison of the Radiopacities of Different Root-End Filling and Repair Materials. *Sci World J* 2013;2013:1-4.
14. GRECH L, MALLIA B, CAMILLERI J. Characterization of set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *Int Endod J* 2013;46(7):632-41.
15. WIDBILLER M, LINDNER SR, BUCHALLA W, EIDT A, HILLER K-A, SCHMALZ G, et al. Three-dimensional culture of dental pulp stem cells in direct contact to tricalcium silicate cements. *Clin Oral Investig* 2016;20(2):237-46.
16. VALLÈS M, ROIG M, DURAN-SINDREU F, MARTÍNEZ S, MERCADÉ M. Color Stability of Teeth Restored with Biodentine: A 6-month In Vitro Study. *J Endod* 2015;41(7):1157-60.
17. VIDAL K, MARTIN G, LOZANO O, SALAS M, TRIGUEROS J, AGUILAR G. Apical Closure in Apexification: A Review and Case Report of Apexification Treatment of an Immature Permanent Tooth with Biodentine. *J Endod* 2016;42(5):730-4.
18. MARTENS L, RAJASEKHARAN S, CAUWELS R. Pulp management after traumatic injuries with a tricalcium silicate-based cement (Biodentine™): a report of two cases, up to 48 months follow-up. *Eur Arch Paediatr Dent* 2015;16(6):491-6.
19. ZHU L, YANG J, ZHANG J, PENG B. A comparative study of BioAggregate and ProRoot MTA on adhesion, migration, and attachment of human dental pulp cells. *J Endod* 2014; 40(8):1118-1123.
20. RIBEIRO CS, KUTEKEN FA, HIRATA JUNIOR R, SCELZA MF. Comparative evaluation of antimicrobial action of MTA, calcium hydroxide and Portland cement. *J Appl Oral Sci* 2006; 14:330-333.
21. E. MCMICHAEL, CAROLYN M. PRIMUS AND LYNNE A. Opperman. Dentinal Tubule Penetration of Tricalcium Silicate Sealers *J Endod* 2016; 42(4): 632-636.
22. SRINIDHI V. BALLULLAYA, VUSURUMARTHI VINAY, JAYAPRAKASH THUMU, SRIHARI DEVALLA, INDIRA PRIYADARSHINI BOLLU, SAGARIKA BALLA. Stereomicroscopic Dye Leakage Measurement of Six Different Root Canal Sealers. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2017;11(6): ZC65-ZC68.

-
23. MADANI ZS, SEFIDGAR SA, RASHED MOHASEL A, ZABIHI E, MESGARANI A, BIJANI A, et al. Comparative evaluation of antimicrobial activity of two root canal sealers: MTA Fillapex and AH 26. *Minerva Stomatol* 2014; 63(7-8):267-272.
 24. SAMYUKTHA V, RAVIKUMAR P, NAGESH B, RANGANATHAN K, JAYAPRAKASH T, SAYESH V. Cytotoxicity evaluation of root repair materials in human-cultured periodontal ligament fibroblasts. *J Conserv Dent* 2014; 17(5):467-470.
 25. CAMILLERI J, PITT FORD TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J* 2006; 39(10):747-754.
 26. MENTE J, HUFNAGEL S, LEO M, MICHEL A, GEHRIG H, PANAGIDIS D, et al. Treatment out come of mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: long-term results. *J Endod* 2014; 40(11):1746-1751.
 27. NIANG SO, NDIAYE D, AÏDARA AW, SECK A, DIOUF A, TOURÉ B. Suivi à trois mois de traitements endodontiques en une séance de parodontites apicales chroniques obturées au bioceramic sealer. *Rev Col Odonto-Stomatol Afr Chir Maxillo-fac*, 2016 Vol 23, n°2, pp. 32-38.
 28. CHYBOWSKI EA, GLICKMAN GN, PATEL Y, FLEURY A, SOLOMON E, HE J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod* 2018; 44(6):941-945.