

Endodontie
Obturation
Biocéramique

*Endodontics
Root canal filling
Bioceramics*

BioRoot™ RCS, un nouveau matériau d'obturation canalair

S. SIMON, A.-C. FLOURIOT, M. GLIKPO, J. ROZÉ, M. ZANINI

BioRoot™ RCS a new biomaterial for root canal filling

STÉPHANE SIMON. DDS, Master recherche, Docteur ès sciences (université Paris-VII-Diderot), PhD (University of Birmingham), Habilitation à diriger des recherches (université Paris-VII-Diderot), Maître de conférences des universités (université Paris-VII-Diderot), Praticien Hospitalier (Groupe hospitalier Pitié Salpêtrière), Directeur du diplôme universitaire européen d'endodontologie (université Paris-VII-Diderot). **ANNE CHARLOTTE FLOURIOT.** DDS, Master pro (parcours endodontie) (université Paris-VII-Diderot), Titulaire du diplôme universitaire européen d'endodontologie clinique (université Paris-VII-Diderot). **MARIELE GLIKPO.** DDS, CES d'odontologie conservatrice endodontie, Titulaire du diplôme universitaire européen d'endodontologie clinique (université Paris-VII-Diderot), Assistante hospitalo-universitaire (université Aix-Marseille), **JULIE ROZÉ.** DDS, Master recherche, Master pro (parcours endodontie) (université Paris-VII-Diderot), Titulaire du diplôme universitaire européen d'endodontologie clinique (université Paris-VII-Diderot), Assistante hospitalo-universitaire (université Paris-VII-Diderot). **MARJORIE ZANINI.** DDS, Master recherche, Titulaire du diplôme universitaire européen d'endodontologie clinique (université Paris-VII-Diderot), Assistante hospitalo-universitaire (université Paris-VII-Diderot).

RÉSUMÉ

Les moyens techniques en endodontie sont en constante évolution. Les quinze dernières années ont été consacrées au développement de l'instrumentation, toujours dans l'objectif de simplifier les procédures opératoires sans pour autant faire de compromis sur les objectifs à atteindre. L'obturation représente finalement à présent la phase la plus difficile et la plus longue à mettre en œuvre. L'apparition de nouveaux matériaux de la famille des biocéramiques permet aujourd'hui d'envisager une simplification des procédures tout en respectant les objectifs biologiques. Le matériau n'est plus seulement considéré comme un ciment de scellement, mais constitue la partie intégrante de l'obturation. Le cône de gutta est dorénavant utilisé comme vecteur et autorise l'éventuelle reprise de traitement.

L'objectif de cet article est d'expliquer le rationnel qui nous conduit à cette simplification et de décrire la technique opératoire.

ABSTRACT

Technical procedures are in constant evolution. During the past 15 years, endodontic instrumentation has highly evolved, with always the same objective, meaning facilitating clinical process without compromise the final objectives. Root canal obturation is the latest step of the root treatment, and appears to be the most difficult and time consuming step to achieve. New biomaterials of the bioceramics family, allow us to reconsider this phase of treatment, and maybe to get it simplified without compromising the final goals. The flowable material is not only considered as a sealer only, but must be seen as an adhesive filling material. The gutta percha point is used as a carrier and help for any needed retreatment.

The aim of this manuscript is to explain the rationale behind this paradigm shift and to describe the new obturation technique based on a single cone use.

INTRODUCTION

Grâce aux progrès scientifiques constants, les traitements endodontiques permettent d'obtenir des résultats de plus en plus prédictibles. Néanmoins, ces résultats dépendent étroitement de la succession de plusieurs étapes qui sont identifiées comme des éléments clefs pour conduire au succès. L'obturation est l'une d'elles. Cliniquement, elle demande à la fois des connaissances et beaucoup de minutie (Ray et Trope, 1995).

Désinfecter un canal au point de le rendre exempt de toute bactérie est, à ce jour, quasiment impossible à obtenir malgré toutes les procédures de désinfection utilisées (Siqueira et coll., 1997). L'obturation permet, entre autres, d'enfermer les bactéries restantes et, en les privant de leurs nutriments, d'empêcher leur prolifération. Ainsi elle participe à la protection de la zone péri-apicale en évitant le passage de micro-organismes.

Les techniques modernes d'obturation canalaire sont basées sur l'association de gutta-percha (le corps de l'obturation) et d'un ciment de scellement. Ce dernier permet le scellement de l'obturation et, grâce à sa fluidité, il est capable de fuser dans tous les espaces, notamment ceux qui n'ont pu être élargis par la préparation mécanique instrumentale.

Selon la technique utilisée par l'opérateur, la gutta-percha est compactée de différentes façons : latéralement dans les techniques de condensation latérale à froid, ou verticalement dans la technique de compaction à chaud. Les deux techniques donnent de bons résultats à long terme, puisque le canal est obturé avec une forte proportion de gutta-percha et une faible quantité de ciment. La quantité de ce dernier doit être minimale.

La technique dite du monocône demeure très populaire, car facile et rapide à mettre en œuvre. Cette technique consiste en l'utilisation d'un volume important de ciment qui, finalement, joue le rôle du matériau d'obturation. Malheureusement, les ciments actuellement disponibles ne sont pas résistants à la dissolution. L'infection secondaire du canal par percolation de bactéries dans les espaces créés par la dissolution du matériau est alors responsable d'échecs du traitement endodontique à moyen ou long terme et au développement d'une lésion osseuse péri-apicale. Ainsi, malgré sa facilité de mise en œuvre, la technique du monocône n'est pas recommandée pour l'obturation canalaire d'un traitement endodontique (Beatty, 1987 ; Pommel et Camps, 2001).

Cependant, le concept de cette technique peut être reconsidéré depuis l'apparition de nouveaux biomatériaux de la famille des biocéramiques développés au cours des dix dernières années et proposés récemment sur le marché des ciments d'obturation.

PROPRIÉTÉS DES BIOCÉRAMIQUES

Les biocéramiques sont spécifiquement développés pour une utilisation médicale et dentaire, le préfixe « bio » faisant référence à la biocompatibilité du produit. Dans le domaine de l'orthopédie, les biocéramiques inertes sont utilisées pour la fabrication des dispositifs prothétiques, tandis que les biocéramiques dites actives et réabsorbables sont plutôt appliquées pour le développement de l'endodontie et de l'odontologie conservatrice. Elles sont composées d'alumine, de zircone, de bioverres, de verre céra-

INTRODUCTION

Due to progresses in scientific knowledge, endodontic treatments provide now highly predictable results. However, such results are closely tied to the respect of a number of steps that are nowadays clearly identified as key elements for endodontic treatment success. Notably, the filling of the root canal is one of them. In clinical application, it requires both knowledge and thoroughness (Ray and Trope, 1995).

Sterilizing and obtaining a root canal free of bacteria, following disinfection, is, so far, impossible to obtain (Siqueira et al. 1997). A part from disinfecting, the obturation act is responsible to trap residual bacteria, fill the pre-disinfected space and ultimately seal it, in order to avoid any bacterial leakage into the periapical area.

Modern techniques for filling the root canal are based on the association of gutta percha (the core of the filling) and a sealer. The latter acts as a sealing material and, because of its fluidity, it is able to spread into any free space, notably those which were not enlarged during the mechanical root canal preparation.

Depending on the technique used by the practitioner, the gutta percha is compacted differently: laterally when used with cold lateral condensation or vertically when used with a warm vertical compaction. Both techniques provide good long term results, as the root canal is filled with a high proportion of gutta percha with a small volume of sealer. The quantity of the latter needs to be minimal, as being degradable, it may lead to a canal bacterial contamination in the time.

The single cone technique, a procedure introduced in the past, is still very popular among practitioners being quick and easy to perform. This technique consists in by employing a single cone with a large amount of sealer, which acts as a filling material. Unfortunately, the currently used sealers are poorly resistant to dissolution. As a consequence, with time, the canal is again contaminated with bacteria, leading to treatment failure and the growth of an apical lesion. Thereby, although being easy to accomplish, the single cone technique is not recommended for root canal filling (Beatty 1987; Pommel and Camps 2001).

However, the single technique may be re-opened and provided new reliability with new proposed biomaterials based on bioceramics, developed in the last decades and launched on the market as root canal sealers.

BIOCERAMICS PROPERTIES

Bioceramics are specifically designed for medical and dental use with the prefix "bio" referring to their biocompatibility. In the orthopedic field, inert bioceramics are used for prosthetic devices, while the active and re-absorbable ones are applied in the endodontic field.

mique, de composite, d'hydroxyapatite, de phosphate de calcium résorbable et de verre de radiothérapie (Dubock, 2000 ; Best et coll., 2008).

Parmi elles, les matériaux à base de phosphate de calcium sont utilisés pour traiter les défauts osseux. Les silicates de calcium et les ciments dit « bio-aggregate » tels que le Mineral Trioxide Aggregate, par exemple, sont préconisés pour les traitements d'apexification par mise en place d'un bouchon apical (Simon et coll., 2007), le traitement des perforations, ou encore l'obturation *a retro* en chirurgie endodontique (Trope et Debelian, 2014 ; Koch et Brave, 2009).

On distingue trois types de biocéramiques :

- les céramiques à haute résistance, dites biologiquement inertes (alumina, zircone et carbone) ;
- les céramiques bioactives, qui présentent une adhésion chimique directe avec l'os ou les autres tissus de l'organisme (bioverres ou céramiques vitreuses) ;
- les céramiques biodégradables, solubles ou résorbables (les céramiques à base de phosphate de calcium) qui participent activement à des processus métaboliques au sein de l'organisme.

D'après les fabricants, ces ciments peuvent être utilisés seuls ou combinés avec un cône de gutta-percha avec la technique dite du monocône (Koch et Brave, 2009 part. 3). Ces ciments endodontiques sont principalement composés de silicate tricalcique, de monophosphate de calcium, d'hydroxyde de calcium, d'oxyde de zirconium dont la composition est très proche de celle du MTA (Tyagi et coll., 2013). Les formes prémixées facilitent l'utilisation et réduisent les risques d'hétérogénéité dans la phase de préparation (Yang and Lu, 2008).

Les biocéramiques présentent d'excellentes propriétés en termes de biocompatibilité et d'activité antimicrobienne, et une bonne bioactivité puisqu'elles sont capables d'induire une minéralisation des tissus péri-apicaux (Zhang et coll., 2009 ; Zhang et coll., 2010). C'est l'ensemble de ces trois propriétés qui font l'intérêt de ces matériaux pour le domaine de l'endodontie. D'une part, grâce à leur hydrophilie, ces matériaux peuvent faire leur prise dans un contexte humide telle que la dentine qui est composée de 20 % d'eau (Koch et Brave, 2010, part. 2) ; d'autre part, grâce à leur mouillabilité, la qualité de l'étanchéité obtenue avec les biocéramiques est meilleure comparée à celle obtenue avec les ciments conventionnels à base d'oxyde de zinc-eugéniol.

COMPOSITION ET PROPRIÉTÉS SPÉCIFIQUES DE BIOROOT™ RCS

BioRoot™ RCS est un matériau à base de silicate tricalcique développé à partir de la Biodentine et bénéficiant ainsi de la technologie des biosilicate dits actifs. Ces matériaux présentent un très haut niveau de pureté. Ils sont exclusivement composés de silicate tricalcique et ne présentent aucune trace d'aluminate ni de sulfate de calcium. Ce matériau purement minéral utilise un système à base de silicate tricalcique. La poudre contient de l'oxyde de zirconium, élément biocompatible autorisant la radio-opacité du matériau final, ainsi qu'un polymère hydrophile et biocompatible, améliorant l'adhésion à la dentine et à la gutta-percha. Le liquide, quant à lui, contient essentiellement de l'eau, du chlorure de calcium, pour accélérer le temps de prise, et un agent réducteur.

They are composed of alumina, zirconia, bioactive glass, glass ceramics, coatings, composites, hydroxyapatite, resorbable calcium phosphates and radiotherapy glasses (Dubock 2000; Best et al. 2008).

Among them, calcium phosphate-based materials are used for filling bone defects. Calcium silicates and bio-aggregates (Mineral Trioxide Aggregate for example) were introduced for apical plug in apexification procedures but also for coronal/root repair in case of perforations (Trope and Debelian 2014, Koch and Brave 2009).

Three basic types of bioceramics must be distinguished: (1) bio-inert high strength ceramics (alumina, zirconia and carbon), (2) bioactive ceramics which form direct chemical bonds with the bones or soft tissues of a living organism (Bioglass and glass ceramics) and (3) biodegradable/soluble/re-absorbable ceramics (calcium phosphate based ceramics) that actively participate in the metabolic processes of an organism.

According to the manufacturers, such sealers could be used alone or combined with a gutta percha point using a single cone technique in the context of an endodontic treatment or retreatment (Koch and Brave 2009 part. 3). These sealers are mainly composed of tricalcic silicate, calcium phosphate monobasic, calcium hydroxide, and zirconium oxide that closely resemble the composition of MTA (Tyagi et al., 2013). The premixed form facilitates their use in good conditions, with decreased risk of heterogeneity in the preparation (Yang and Lu, 2008). Bioceramics have shown remarkable properties in terms of biocompatibility and antimicrobial activity with an excellent bioactivity, capable to induce mineralization of periapical tissues (Zhang et al., 2009; Zhang et al., 2010). Indeed, the bioceramics specific physico-chemical properties are what make them so interesting for the endodontic field. Firstly, because of their hydrophilic profile, they can set in a humid environment, such as dentin, which is made of nearly 20% of water (Koch and Brave, 2010, part 2). Secondly, due to their wettability, a decreased viscosity and a higher quality sealing is present in bioceramics when compared with all the currently marketed sealers.

BIOROOT™ RCS SPECIFIC PROPERTIES AND COMPOSITION

BioRoot™ RCS is the newest endodontic sealer based on tricalcic silicate materials benefiting from both Active Biosilicate Technology and Biodentine.

The first provides medical grade level of purity and, unlike "Portland cement" based materials, it ensures the purity of the calcium silicate content with the absence of any aluminate and calcium sulfate. BioRoot™ RCS is a mineral based root canal sealer using tricalcium silicate setting system. The powder part additionally contains zirconium oxide as biocompatible radiopacifier and a hydrophilic biocompatible polymer for adhesion enhancing. The liquid part contains mainly water, calcium chloride as a setting modifier and a water reducing agent.

BioRoot™ RCS est bioactif, capable de stimuler les processus de physiologie osseuse et d'induire la minéralisation de structure dentinaire (Camps, 2015 ; Dimitrova-Nakov, 2015). De plus, il crée un environnement favorable à la cicatrisation osseuse péri-apicale par induction de formation d'hydroxyapatite (Eldeniz, 2015), et en produisant un pH faiblement alcalin propice à la cicatrisation. Il présente également d'excellentes propriétés d'adhérence aux tissus durs.

BioRoot™ RCS est indiqué pour être utilisé en combinaison avec un cône de gutta-percha pour l'obturation des canaux des dents permanentes : il est adapté pour une utilisation dite en monocône ou par condensation latérale à froid (Camilleri, 2015). Ce matériau a été conçu pour être obtenu dans sa version finale en mélangeant une poudre et un liquide par simple spatulation manuelle sur une plaque de mélange. Contrairement à la Biodentine, aucun mélangeur mécanique n'est nécessaire. Le temps de travail est d'environ 15 minutes, et le temps de prise de 4 heures une fois inséré dans le canal. Le mélange BioRoot™ RCS est un mélange très radio-opaque, compatible avec la lecture des clichés postopératoires. Le matériau est d'une consistance souple et fluide, rendant facile sa mise en place dans le canal. Grâce à la technologie des biosilicates actifs qui est libre de tout monomère, il n'y a aucune contraction ni rétraction du matériau pendant sa phase de prise.

Pour ces raisons, et malgré les similitudes en termes de viscosité et de texture avec les ciments endodontiques, BioRoot™ RCS doit être considéré comme un matériau d'obturation et non un simple ciment. Le cône de gutta est utilisé ici, non pas pour constituer le corps de l'obturation, mais comme tuteur afin, d'une part, de faciliter la propulsion du matériau et, d'autre part, pour rendre possible une éventuelle reprise de traitement.

UN NOUVEAU CONCEPT D'OBTURATION

Pour obturer un canal et éviter tout risque de percolation bactérienne, il a toujours été conseillé d'associer un matériau d'obturation avec un ciment de scellement destiné à assurer l'étanchéité, d'une part, et obturer les espaces endodontiques non accessibles aux instruments (*i.e.* isthmes, canaux latéraux ou accessoires), d'autre part. Jusqu'à ce jour, la gutta-percha est le matériau le plus utilisé car il est non résorbable et relativement bien biotoléré. Malheureusement, la gutta ne possède aucune propriété intrinsèque d'adhésion à la dentine. Afin d'assurer une étanchéité de l'obturation, l'utilisation d'un ciment est nécessaire et indispensable. Néanmoins, les ciments présentent peu de résistance à la dégradation biologique, et l'obturation idéale est donc obtenue avec une forte proportion de gutta-percha et une faible quantité de ciment (épaisseur minimale).

Parmi les différentes techniques d'obturation, la condensation latérale à froid et la compaction verticale à chaud sont considérées comme les plus fiables, à condition d'être correctement réalisées. Les deux sont capables de pousser le ciment dans les espaces non préparés, où des bactéries peuvent persister, afin de les enfermer et les empêcher de proliférer. Néanmoins, la condensation latérale à froid laisse une quantité non négligi-

BioRoot™ RCS is bioactive by stimulating bone physiological process and mineralization of the dentinal structure [Camps 2015, Dimitrova-Nakov 2015.]. Therefore it creates a favorable environment for periapical healing and bioactive properties including biocompatibility (Eldeniz 2015), hydroxyapatite formation, mineralization of dentinal structure, alkaline pH and sealing properties.

BioRoot™ RCS is indicated for the permanent root canal filling in combination with gutta-percha points and is suitable for use in single cone technique or cold lateral condensation [Camilleri, 2015]. BioRoot™ RCS was designed to be used by mixing powder part with the liquid part by simple spatulation: there is no need of a mixing machine. The working time is around 15 minutes and the setting time is less than 4 hours in the root canal. In addition, BioRoot™ RCS displayed a tight seal with the dentin and the gutta-percha [Xuereb 2014] and an appropriate radiopacity. The paste is of smooth consistency with good flow and adequate adhesion to instruments in order to enable an optimal placement in the root canal.

Thanks to the use of Active BioSilicate Technology which is monomer free, there is no shrinkage of BioRoot™ RCS during setting for reaching a tight seal of the root canal. Despite the similar composition in terms viscosity and texture with a sealer, BioRoot™ RCS must be considered as an adhesive root filling material. A fitted gutta-percha point is used as a plugger-like carrier to facilitate the flow of BioRoot™ RCS into the canal space. Indeed, BioRoot™ RCS is also recommended for facilitating the obturation removal in case of retreatment.

A NEW CONCEPT OF OBTURATION

*To achieve root canal filling and prevent any bacterial or fluid leakage, practitioners were always told to associate a core material with a sealer in order to fill the canal space. So far, gutta-percha is the most used material because it is a non-resorbable and well biotolerated. Unfortunately, gutta-percha has no intrinsic adhesive properties to dentin. Thereby, in order to ensure the seal of the final filling, the use of a sealer is required. The latter is also used for filling voids, flowing into anatomical irregularities, notably the ones which were not enlarged by the mechanical preparation (*i.e.* isthmus, lateral/accessory canals).*

Nevertheless, sealers are subjected to shrinkage, overtime degradation and have no chemical sealing ability to dentin. As a consequence, the use of a large amount of core material with the thinnest layer of sealer is recommended to improve the quality of the filling. Among the obturation techniques, cold lateral and warm vertical compaction are the best ones. Indeed, they are both capable of pushing the sealer into the non-instrumented spaces, where residual bacteria may persist. However, the first technique leaves excessive cold sealer inside the canal irregularities (instead of

geable de ciment au sein de l'obturation, et la compaction verticale à chaud nécessite d'exercer des pressions fortes en direction apicale susceptibles, pour certains, d'engendrer une fragilisation de la racine traitée (Trope et Debelian, 2014). Malgré ces défauts, les taux de succès à long terme sont tels que ces techniques demeurent d'actualité et des solutions de choix. Au-delà de ces considérations techniques, la difficulté, le temps nécessaire à leur mise en œuvre ainsi que la courbe d'apprentissage qui peut être longue sont des facteurs limitant à l'utilisation de ces procédures en routine dans un exercice d'omnipratique. Pour ces raisons, de nombreux praticiens utilisent la technique monocône, malgré les mises en garde sur la non-fiabilité des résultats obtenus ; la raison majeure étant la satisfaction obtenue à la lecture de la radiographie postopératoire et la facilité de mise en œuvre.

Parallèlement à l'introduction de l'instrumentation en nickel titane à conicité augmentée, des cônes de gutta de forme et de diamètre correspondant au dernier instrument de mise en forme utilisé sont proposés. Ces cônes permettent d'obtenir l'obturation des derniers millimètres apicaux du canal, car il y a une parfaite concordance entre la forme de préparation et le cône de gutta. À cause de la section non circulaire du canal dans sa partie médiane et coronaire, la forme du cône ne correspond pas à celle du canal préparé, et l'espace libre est alors comblé par du ciment de scellement dans le meilleur des cas, ou par des vides (Angerame et coll., 2012 ; Schäfer et coll., 2013 ; Somma et coll., 2011).

Les ciments biocéramiques peuvent alors être considérés comme une solution intéressante pour faire de la phase d'obturation endodontique une étape simple et prédictible en remplaçant les ciments à base d'oxyde de zinc-eugénol. Grâce à leur propriété d'adhésion, ils sont capables d'obturer le canal de façon durable et d'assurer une véritable étanchéité. Utilisé en association avec un cône de gutta-percha de forme adapté à la préparation, et grâce à son excellente mouillabilité et viscosité, le matériau est capable de diffuser dans tous les espaces endodontiques. La forte adhésion du matériau aux tissus dentaires et sa stabilité dans le temps seraient susceptibles d'augmenter la résistance de la dent à long terme et de limiter le risque de fracture radiculaire. Cette nouvelle classe de matériaux pourrait au final simplifier les techniques d'obturation endodontique, réduisant ainsi considérablement la courbe d'apprentissage d'utilisation.

Une telle considération n'est possible qu'à partir du moment où le matériau n'est plus considéré comme un simple ciment de scellement mais bien comme un matériau d'obturation destiné à remplir le canal. S'il est prouvé que ces matériaux permettent d'obtenir des résultats comparables aux autres techniques considérées jusqu'à ce jour comme des « gold standards », nous assisterions alors à un véritable changement de paradigme dans le domaine de l'endodontie.

leaving gutta percha) and the second one requires the placement of a plugger within 4 mm of the apex. Furthermore, with the warm lateral compaction, a large volume of coronal dentin need to be removed causing concerns among practitioners as it may possibly weaken the tooth structure (Trope and Debelian 2014).

Moreover, these techniques are time consuming, highly operator-dependent and require the use of visual aids to ensure the best chances of success. As a matter of fact, most of the general practitioners still use the single cone technique, as it is easy and quick to perform. Due to the introduction of Nickel Titanium tapered instrumentation, gutta-percha cones fitting in taper and apical diameter with the last file used of a given system are now commercialized. The apical sealing ability of a single cone placed inside the root canal is achieved in such condition in the apical third, because of the concordance of the last file used and the gutta cone design. However, because of the non-circular shape of the canal section on the median and coronal thirds, the cone does not perfectly fit into an ovoid canal. Hence, the remaining space is filled with sealer or voids (Angerame et al., 2012; Schäfer et al., 2013; Somma et al., 2011). On this basis, the single cone technique cannot be considered as reliable since it provides an imperfect sealing.

Bioceramic sealers may be considered as an interesting solution to make the obturation steps reliable and easier to achieve, potentially replacing the ZnO-eugenol based sealers. In this context, they might provide a 3D tight and durable sealing all along the entire length of the root canal without the need of any compaction procedure. Used in combination with an adjusted gutta-percha point and due to its excellent wettability and viscosity, the bioceramic could spread into any root canal irregularity and non-instrumented space. Furthermore, its adhesive properties to dentin and the reduced need of an excessive coronal tissue removal would provide an improved resistance to root fracture in time. This new class of materials could finally simplify the obturation stage, making it reproducible in every practitioner's hands with a reduced learning curve. Above all, such technique could provide equivalent clinical results, if not even better, when compared to the gold standards. Notably among them, Bioroot™ RCS is one of these new bioceramic materials. The purpose of the present article is to describe its properties and introduce a new way of considering this biomaterial, not as a sealer but as a true root canal filling material. If this material can be considered as reliable, we may assist to a true paradigm shift into the field of endodontics.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE ET CAS CLINIQUE

Techniquement parlant, la procédure est similaire à celle utilisée dans la technique dite du monocône. Néanmoins, certaines différences justifient la pertinence de cette technique lorsqu'elle est réalisée avec le BioRoot™ RCS (fig. 1). Dans la technique conventionnelle, le ciment scelle le cône seul, supposé constituer le corps de l'obturation. Dans le cas présent, le cône n'est qu'un « transporteur » laissé en place dans le canal à la fin de la procédure, comme pour les techniques dites « à tuteur ». L'obturation est obtenue par le BioRoot™ RCS lui-même.



1

CAS CLINIQUE

Une nécrose pulpaire a été diagnostiquée sur la 36 d'un patient âgé de 47 ans (fig. 2).

- Après mise en forme instrumentale (WaveOne Gold® – Dentsply Maillefer) et obtention d'un canal préparé avec une conicité adaptée, le canal a été désinfecté avec une solution d'hypochlorite de sodium à 3 % associé à une agitation mécanique (Irrigatys, Itena), puis d'une solution d'EDTA de sodium à 17 % et une dernière irrigation à l'hypochlorite ; un cône de gutta a été ajusté avant le séchage de chaque canal.
- Séchage des canaux avec des pointes de papier de formes adaptées à la mise en forme obtenue.
- Le BioRoot™ RCS a été mélangé selon les recommandations du fabricant à l'aide d'une spatule et d'un bloc à spatuler.
- Chaque cône de gutta a ensuite été trempé dans le matériau afin de recouvrir toute sa surface.
- Chaque cône de gutta-percha a ensuite été inséré dans le canal préparé et désinfecté, lentement, sans pression excessive jusqu'à atteindre la limite apicale de la préparation.
- Chaque cône a ensuite été sectionné à l'entrée du canal avec un instrument chauffé.

DESCRIPTION OF THE TECHNIQUE AND CASE REPORT

From an operational point of view, the procedure is very similar to the single cone technique. However, few indispensable differences justify the reliability of BioRoot™ RCS with such technique (fig. 1). Notably, the single cone technique seals a cone alone. Instead, here the cone is employed as a carrier, which is left in place to allow the material removal in case of retreatment. Indeed, it must not be considered as the core of the filling. The obturation is made by BioRoot™ RCS itself.

Fig. 1. Présentation du matériau d'obturation BioRoot™ RCS. Le mélange poudre-liquide est réalisé avec une spatule à ciment sur un bloc à spatuler conventionnel.

Fig. 1. Packshot of BioRoot™ RCS. The material is mixed on a mixing block with a spatula.

CASE REPORT

A pulp necrosis was diagnosed on tooth #36 of a 47 years old male patient (fig. 2).

- *After having shaped the root canal and obtained an appropriate tapered preparation, the canal was disinfected with a 3% sodium hypochlorite solution activated with mechanical agitation. A final rinse with 17% EDTA and a final flush with sodium hypochlorite were completed before fitting the gutta percha cones.*
- *Canals were dried with paper points.*
- *BioRoot™ RCS was mixed, following manufacturer recommendations.*
- *Each gutta percha point was poured into the mixed material to largely cover the surface of the cone. Afterward, it was gently inserted into the root canal space until reaching the working length.*
- *The cone was cut at the entrance of the root canal with a heat carrier, and a slight plug was created with a hand plugger.*
- *The second and the third canal were filled in the same way (fig. 3).*
- *The patient was referred to the general practitioner who restored the tooth with a post and core, and a crown.*

- L'opération a été répétée dans chaque canal (**fig. 3**).
- Le patient a ensuite été adressé à nouveau vers son praticien généraliste afin de restaurer la dent avec un inlay core et une couronne.
- Le patient a été revu à 6, 12 et 24 mois après le traitement. N.B. : ce patient a été traité dans le cadre d'une étude clinique randomisée (voir ci-dessous), ce qui justifie les radiographies à trois périodes de rappel (**fig. 4**).

– Patient was recalled at 6, 12 and 24 months after treatment. NB: the patient was treated in the frame of a randomized clinical trial (see below), explaining why he was recalled three times (**fig. 4**).



Fig. 2. Radiographie préopératoire de la 36 d'un patient âgé de 47 ans.

Fig. 2. Pre-operative X ray of tooth #36 on a 47 years old man.

Fig. 3. Radiographie postopératoire après traitement endodontique. Les canaux ont été préparés avec le système WaveOne Gold (Dentsply, France), la désinfection réalisée avec de l'hypochlorite de sodium à 3 % et de l'EDTA à 17 %, les solutions étant agitées mécaniquement à l'aide du système Irrigatys (Itena, France). L'obturation a été réalisée avec un cône de gutta-percha de conicité 6 % enduit de BioRoot™ RCS.

Fig. 3. Post-operative X ray after completion of endodontic treatment. Canals were shaped with WaveOne Gold (Dentsply – France), disinfected with 3% sodium hypochlorite solution and the filled with BioRoot™ RCS placement with the help of 6% taper gutta percha cone.

Fig. 4. Radiographie de contrôle à 24 mois postopératoires.

Fig. 4. 24 months post-operative recall.

À 24 mois postopératoires, aucune lyse osseuse apicale n'est objectivée. Le patient ne se plaint d'aucune douleur, ni de gêne ; la dent est fonctionnelle. La considération de tous ces éléments permet de qualifier le succès du traitement.

Ce cas clinique est l'un des 22 cas traités dans le cadre d'une étude clinique, randomisée comparant le succès de cette technique opératoire à une technique de référence, à savoir la compaction verticale de gutta chaude. À ce jour, les suivis à 24 mois sont toujours en cours. L'étude est enregistrée sous le numéro NCT01728532 et le protocole est accessible en ligne (<https://clinicaltrials.gov>).

Au moment de la publication de cet article, les résultats obtenus à 12 mois postopératoires sont encore en cours d'analyse, mais les résultats préliminaires sont très encourageants et nous autorisent à présenter cette technique et ce matériau au moment de sa commercialisation.

On the 24 months follow up radiograph, there were no signs of bone inflammation. This event is associated with no claims of pain nor discomfort by the patient and that the tooth was functional. Thereby, the treatment maybe considered as successful.

This case report is one of the 22 clinical cases of a randomized clinical trial comparing the succes of an endodontic treatment using warm vertical compaction of Gutta percha versus the above described BioRoot™ RCS. Currently, as the 24 months follow up period is still ongoing, some of the clinical cases are still not complete. The RCT registration number is NCT01728532 and the full protocol is available on <https://clinicaltrials.gov>

The results are still under analysis and very encouraging, which it allows us to consider this technique as reliable enough to be described here.

CONCLUSION

L'endodontie est en constante évolution. Au cours des vingt dernières années, les recherches sur l'instrumentation ont été très actives. À présent, la désinfection et les procédures d'irrigation sont les deux aspects qui concentrent l'essentiel des recherches. Les procédures de mise en forme et de désinfection ont été très simplifiées. Ainsi, chaque praticien qui s'intéresse à l'endodontie est en mesure de réaliser les traitements endodontiques de difficultés faibles ou moyennes, avec une très bonne reproductibilité.

L'obturation est la dernière étape et souvent la plus longue à réaliser alors qu'elle arrive en fin de traitement. Avec cette nouvelle approche technique, cet obstacle peut être franchi. Considérant la fluidité du BioRoot™ RCS comme un matériau d'obturation et non un simple ciment, cela constitue un véritable changement de paradigme.

Les résultats préliminaires de l'étude comparative sont très encourageants. D'autres investigations cliniques sont dorénavant nécessaires pour confirmer ce concept de simplification de l'obturation endodontique.

Demande de tirés-à-part :
Dr Stéphane SIMON
Université Paris-VII-Diderot
5, rue Garancière, 75006 Paris
stephane.simon@univ-paris-diderot.fr

CONCLUSION

Endodontics is continuously under evolution. In the last 20 years, instrumentation research and development have been very active. Currently, disinfection and irrigation procedures are the two most focused aspects of endodontic research.

The shaping procedures and root canal disinfection have considerably been simplified. Thereby, every practitioner interested in endodontics is now able to complete any easy/middle difficulty root canal treatment with reproducible results without any issue. Obturation, the final step of the procedure, is usually the most difficult and time consuming operation. However, with this new approach of root canal filling, this milestone may be overpassed. Considering the fluidity of BioRoot™ RCS as a filler and not only as a sealer, this represents a true paradigm shift. The preliminary results of the randomized clinical trial are very encouraging. More clinical investigations will be necessary in the future to confirm this new vision of a simpler root canal obturation.

RÉFÉRENCES

ANGERAME D, DE BIASI M, PECCI R, BEDINI R, TOMMASIN E, MARIGO L, SOMMA F. – Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography. *Ann Ist Super Sanita.* 48(1) : 35-41, 2012. Cat 2

BEST SM, PORTER AE, THIAN ES, HUANG J. – Bioceramics: Past, present and for the future. *Journal of the European Ceramic Society;* 28 : 1319-1327, 2008. Cat 3

BEATTY RG. – The effect of standard or serial preparation on single cone obturation. *Int Endod J* 20 : 276 – 281, 1987 [CAT.2]

Camps et al. Bioactivity of a calcium silicate-based endodontic cement (BioRoot™ RCS): interactions with human periodontal ligament cells in vitro. *J Endod Sept;* 41(9): 1469-73 2015. Cat 2

DIMITROVA-NAKOV ET AL. – Bioactivity of Bioroot™ RCS, a root canal sealer, via A4 mouse pulpal stem cells in vitro. *Dental Materials* : available online. 2015. Cat 2

DUBOK VA. – Bioceramics yesterday, today, tomorrow. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics;* 39(7-8) 2000. Cat 3

ELDENIZ AU, SHEHATA M, HÖGG C, REICHL FX. – DNA double-strand breaks caused by new and contemporary endodontic sealers. *Int Endod J.* 17. 2015 Epub ahead of print. Cat 2

KOCH K, BRAVE D. – Bioceramic technology – the game changer in endodontics. *Endodontic Practice US.* 12 : 7-11 2009. Cat 3

KOCH KA, BRAVE GD, NASSEH AA. – Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, part 2. *Dentistry today.* 29(3) : 98-100 2010. Cat 3

KOCH KA, BRAVE D. – Endosequence: melding endodontics with restorative dentistry, part 3. *Dent Today.* 28(3) : 88-90 2009. Cat 3

POMMEL L, CAMPS J. – In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *J Endodon.* 27(7) : 449-51 2001. Cat 2

RAY HA, TROPE M. – Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 28(1):12-8. 1995. Cat 2

SCHÄFER E1, KÖSTER M, BÜRKLEIN S. – Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones. *J Endod.* 39(7) : 924-8 2013. Cat 2

SIMON, S., RILLIARD, F., BERDAL, A., & MACHTOU, P. – The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J.* 40(3). 186-197 2007. Cat 2

SIQUEIRA JF, ARUJO MCP, GARCIA PF, FRAGA RC, SABOIA DANTAS CJ. – Histologic evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning at the apical third of root canals. *J Endod;* 23 : 499-502 1997. Cat 2

SOMMA F1, CRETTELLA G, CAROTENUTO M, PECCI R, BEDINI R, DE BIASI M, ANGERAME D. – Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 44(4) : 362-9 2011. Cat 2

TROPE M, DEBELIAN G. – Bioceramic Technology in Endodontics. *Inside dentistry.* nov: 53-57 2014. Cat 3

TYAGI S, MISHRA P, TYAGI P. – Evolution of root canal sealers: An insight story. *European journal of dentistry.*; 2(3) : 199 2013. Cat 2

XUEREB ET AL., 2014. – In Situ Assessment of the Setting of Tricalcium Silicate-based Sealers Using a Dentin Pressure Model. *J Endod.* 41(1) : 111-24 2015. Cat 2

YANG Q, LU D. – Premixed biological hydraulic cement paste composition and using the same. Patent application 2008029909. December 4, 2008. Cat 3

ZHANG H, SHEN Y, RUSE ND, HAAPASALO M. – Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus Faecalis*. *J of Endodon* 35(7) : 1051-5 2009. Cat 3

ZHANG W, LI Z, PENG B. – Effects of iRoot SP on mineralization-related genes expression in MG63 cells. *Journal of endodontics.*; 36(12) : 1978-82 2010. Cat 2

ZHANG W, LI Z, PENG B. – Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate based canal filling material. *Int End J.* 42(9) : 769-74 2010. Cat 2