

La tomographie volumétrique numérisée dans l'endodontologie

Une vue globale pour les applications courantes au cabinet dentaire

Mots-clés: tomographie volumétrique numérisée, traitement canalaire, endodontologie

FRANZISKA B. JEGER¹
ADRIAN LUSSI¹
MICHAEL M. BORNSTEIN^{2,3}
REINHILDE JACOBS³
SIMONE F. M. JANNER^{2,4}

¹ Clinique de médecine dentaire conservatrice, médecine dentaire préventive et de pédodontie, Cliniques de médecine dentaire, Université de Berne

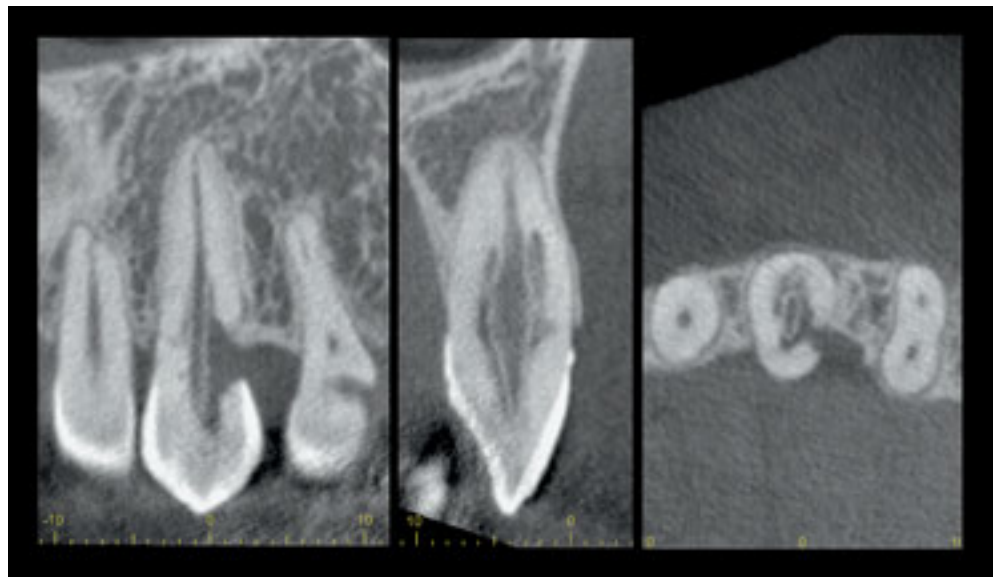
² Clinique de chirurgie orale et de stomatologie, Cliniques de médecine dentaire, Université de Berne

³ Pôle d'imagerie orale, Faculté de médecine, Université catholique de Louvain, Belgique

⁴ Département de parodontologie, Université de Texas, Centre de science médicale, San Antonio, Texas, Etats-Unis

Correspondance

Dr Franziska Jeger
Clinique de médecine dentaire conservatrice, médecine dentaire préventive et de pédodontie
Freiburgstrasse 7, 3010 Bern
Tél. +41 31 632 25 80
Fax +41 31 632 98 75
E-mail:
franziska.jeger@zmk.unibe.ch



Résumé Depuis l'introduction de la tomographie volumétrique numérisée (TVN), cette technologie d'imagerie s'est établie dans de nombreux domaines de la médecine dentaire. Pouvoir représenter la troisième dimension peut aussi aider à des fins de diagnostic et de traitement dans l'endodontologie. Or, la dose de rayonnements plus élevée ainsi que le coût supplémentaire induit par une TVN par rapport à l'examen radiologique de dents isolées ne sont pas toujours justifiés: certes, elle permet de détecter davantage de pathologies périapicales, mais en sachant que, dans la plupart des cas, ces constats ne sont significatifs qu'en association avec des symptômes cliniques correspondants. De même, en cas de suspicion d'une fracture ou d'une résorption radiculaire,

il convient d'évaluer si l'information supplémentaire obtenue par cette technique contribue à un meilleur pronostic pour la dent ou ne sert qu'à satisfaire l'intérêt de pouvoir préciser la localisation et l'étendue de la pathologie. Avant de prescrire une TVN, il faut considérer l'éventualité d'artefacts créés par des matériaux radio-opaques susceptibles de compliquer le diagnostic. Le présent travail a pour objectif de fournir une vue globale des principales indications et limites des applications de TVN dans l'endodontologie et servir d'aide à la décision au médecins-dentistes dans leur exercice quotidien. Il décrit également comment des clichés 3D existants peuvent servir aux traitements canalaires.

Image en haut: Résorption externe visualisée par tomographie volumétrique numérisée

Introduction

La technologie de la tomographie volumétrique numérisée (TVN) dans la médecine dentaire a été décrite pour la première fois en 1998 (MOZZO ET COLL. 1998). Depuis, cette technologie d'imagerie tridimensionnelle s'est de plus en plus établie à des fins de diagnostics et d'établissements de plans de traitement dans un nombre croissant de domaines de la médecine dentaire. Notamment lorsqu'il s'agit de planifier des interventions de chirurgie orale, par exemple des opérations d'implants en présence d'un état osseux douteux, la TVN s'avère l'outil d'imagerie de premier choix (ZIEGLER ET COLL. 2002, HARRIS ET COLL. 2012). Les avantages par rapport à la tomographie classique par ordinateur (scanner) consistent en une résolution plus élevée et une exposition moindre aux rayonnements (LUDLOW ET COLL. 2003, HIRSCH ET COLL. 2003, COHENCA ET COLL. 2007).

Lors de la planification et l'exécution de traitements endodontiques aussi, une image en 3D pourra fournir de précieuses informations supplémentaires. Il est ainsi possible de déterminer, dans le volume représenté, la situation exacte et le nombre de canaux radiculaires voire mesurer, moyennant une fonction intégrée du logiciel, la longueur de travail d'un traitement radiculaire avant même le début du traitement (MICHETTI ET COLL. 2010, JANNER ET COLL. 2011, JEGER ET COLL. 2012). Il reste toutefois difficile à apprécier quelle problématique endodontique justifie une TVN et donc la dose de rayonnements et le coût plus élevés par rapport à la radiographie bidimensionnelle de dents isolées. Bien que la TVN permette de représenter certains résultats de manière impressionnante, la visualisation de la troisième dimension n'influencera ni la planification du traitement ni l'exécution de ce dernier de telle sorte qu'un examen radiologique conventionnel en deux dimensions n'ait pas pu obtenir le même résultat (tab. I). Il existe par ailleurs des incertitudes diagnostiques où le praticien aura volontiers recours à une imagerie plus précise par TVN, mais où même cette technique à haute résolution ne saura pas fournir des caractéristiques permettant d'exclure toute équivocité de diagnostic. Le diagnostic de néoplasies des tissus mous en présente un bon exemple, sachant que d'autres technologies d'imagerie telles que la tomographie par résonance magnétique (IRM) s'avèrent plus appropriées dans ces cas (HORNER ET COLL. 2011).

L'objectif du présent travail consiste à fournir une vue globale des possibilités et limites de l'utilisation de la TVN dans

le cadre de traitements endodontiques à l'aide des preuves scientifiques actuelles. Cet article veut aider le praticien à prendre sa décision pour que la technologie TVN soit employée judicieusement et avec un bénéfice évident pour le patient selon le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Méthodologie

Une recherche de littérature dans la base de données PubMed consistait à rechercher des travaux traitant des applications de la tomographie volumétrique numérisée dans l'endodontologie. Les termes recherchés étaient: «cbct» AND «endodontology», «cbct» AND «endodontics», «cbct» AND «periapical pathology», «cbct» AND «root fracture» et «cbct» AND «resorption». Une fois ces travaux parcourus, la recherche dans la littérature a été complétée par le filtre «related citations». Le présent travail a intégré des publications allant du mois d'août 1998 (description de la tomographie volumétrique numérisée par MOZZO ET COLL. 1998) jusqu'au mois de juin 2012. Cet article résume ensuite les principaux aspects de la littérature existante afin de fournir, ensemble avec l'expérience clinique des auteurs, une vue globale sur cette thématique.

Résultats

Les termes de recherches cités ci-dessus ont abouti aux nombres suivants de publications: «cbct» AND «endodontology» (12), «cbct» AND «endodontics» (88), «cbct» AND «periapical pathology» (28), «cbct» AND «root fracture» (26) AND «cbct» AND «resorption» (65).

Représentation de l'anatomie des racines dans la TVN

Divers travaux scientifiques ont étudié l'anatomie des racines dentaires dans la TVN. Une étude *ex vivo* de Michetti et collaborateurs introduit la possibilité de représenter l'anatomie radiculaire par la technologie TVN et la valide. La corrélation de l'anatomie canalaire tridimensionnelle calculée par le biais de la TVN de neuf dents humaines extraites corrélait fortement à très fortement avec la morphologie canalaire histologique (MICHETTI ET COLL. 2010). D'autres travaux scientifiques ont documenté, entre autres, la forte prévalence d'une section canalaire en forme de C dans les 7 inférieures (29%) et d'une racine dentaire dans les 6 inférieures (29%) dans la population

Tab. I Aperçu de la dose effective et des dépenses de rayonnements (selon GIBBS 2000, MAH ET COLL. 2003, PATEL 2009, PAUWELS ET COLL. 2012)

	Dose effective de rayonnements (μ Sv)	Coût en appliquant une valeur de 3.10 (CHF) par point*
Radio dent isolée	0,6–5	17.05
Panoramique dentaire (OPG)	2,9–11	139.50
TVN, petit champ, par ex. 4×4 cm	19–44	350.30
TVN, moyen champ, par ex. 6×6 ou 4×8 cm	28–265	350.30
TVN, grand champ, par ex. 8×8 cm	68–368	350.30
Scanner crânien (natif)	Maxillaire sup: 1400 Maxillaire inf.: 1320 Bimaxillaire: 2100	314.90 (LAMal) ou 346.00 (AA/AM/Al)
Rayonnements cosmiques lors d'un vol aller-retour en Europe	10–40	–

* y compris résultat

chinoise (ZHANG ET COLL. 2011). La morphologie des molaires supérieures dans la population indienne a également fait l'objet d'une étude (NEELAKANTAN ET COLL. 2010). La possibilité de la représentation précise du trajet de canaux radiculaires en trois dimensions est en outre prouvée par de nombreuses études de cas de variantes anatomiques par rapport à la norme (comme par exemple des molaires avec huit canaux radiculaires ou la représentation de dents invaginati) (KOTTOOR ET COLL. 2010, ABELLA ET COLL. 2011, DURACK & PATEL 2011, IOANNIDIS ET COLL. 2011).

Diagnostic et planification thérapeutique de pathologies périapicales

Divers travaux ont démontré que la TVN a permis de diagnostiquer 26 à 34% de pathologies périapicales de plus que la radiographie de dents isolées (LOW ET COLL. 2008, BORNSTEIN ET COLL. 2011, PATEL ET COLL. 2012). Ce sont notamment de petites radiotransparences ainsi que le chevauchement anatomique par des os corticaux, l'os zygomatique ou d'autres racines qui rendent le diagnostic plus ardu dans l'imagerie bidimensionnelle (PATEL ET COLL. 2011). Lofthag-Hansen a également comparé avec son équipe de chercheurs les images obtenues par radiographie de dents isolées avec celles obtenues par TVN. Cette étude réalisait, en complément de la technique parallèle, une deuxième radiographie conventionnelle avec un décalage de 10 degrés de l'angle du faisceau des rayons (décalage parallactique des rayons), mais même eu égard à ces conditions, la TVN a permis de diagnostiquer des pathologies supplémentaires concernant 32 dents sur 46. Or, ces diagnostics complémentaires n'entraînent dans 30% des cas aucune conséquence thérapeutique. C'est pourquoi ce groupe d'auteurs suédois recommande d'avoir recours à la TVN pour diagnostiquer des pathologies périapicales uniquement dans les cas où la radiographie bidimensionnelle conventionnelle ne permet pas de trouver de pathologie, alors que l'anamnèse et l'examen clinique la font fortement suspecter (LOFTHAGHANSEN ET COLL. 2007, fig. 1).

Deux études existantes, portant respectivement sur 17 et 45 patients, n'ont pas permis de démontrer avec certitude si la TVN permet de distinguer des kystes radiculaires de granulomes apicaux (SIMON ET COLL. 2006, ROSENBERG ET COLL. 2010). L'étude concernant le plus grand nombre (45 patients et 4 radiologues et histologues indépendants) a trouvé une faible corrélation entre les radiologues et conclut que le diagnostic définitif re-

quiert toujours un examen histopathologique (ROSENBERG ET COLL. 2010). Lorsqu'il s'agit de distinguer des lésions apicales d'origine endodontique de radiotransparences non dentogènes telles que des kystes et néoplasies, six études de cas ont démontré le rôle indispensable de la TVN dans le diagnostic initial et le programme thérapeutique approprié. Or, pour le diagnostic définitif de ces lésions apicales (trois néoplasies et trois kystes mandibulaires) la nécessité d'un examen histopathologique du tissu prélevé a été confirmée (BORNSTEIN ET COLL. 2008, BUENO ET COLL. 2008, FAITARONI ET COLL. 2008, ESTRELA ET COLL. 2009, SUTER ET COLL. 2011).

La planification d'interventions de chirurgie apicale constitue une autre indication de la TVN. Autant dans la région supérieure qu'inférieure des dents latérales, la TVN a démontré sa supériorité quant à la localisation de la pathologie apicale et comme aide à la planification de l'accès chirurgical optimal (dimension oro-faciale) par rapport à l'imagerie bidimensionnelle (RIGOLONE ET COLL. 2003, LOW ET COLL. 2008, BORNSTEIN ET COLL. 2011).

Il a été ainsi possible d'examiner, avant une intervention chirurgicale apicale programmée, par la technologie TVN, la relation des racines dentaires et des lésions apicales avec le plancher osseux du sinus et la membrane de Schneider. La TVN montrait un épaississement de la couche osseuse contre l'apex ou la lésion apicale et le sinus d'une part ainsi qu'un épaississement de la membrane de Schneider concernant les dents ayant reçu un traitement canalaire avec une radiotransparence apicale par rapport aux dents vitales (BORNSTEIN ET COLL. 2012).

Diagnostic et planification thérapeutique de fractures radiculaires dans la TVN

Le praticien se trouve souvent devant une suspicion de fracture radiculaire. Le pronostic de telles dents dépend de manière décisive du trajet du trait de fracture: il est déterminant si l'on est en présence d'une fracture verticale ou d'une fracture horizontale qui communique avec le sulcus gingival (CVEK ET COLL. 2008). Lors d'une étude portant sur 44 dents ayant subi une fracture traumatique horizontale de la racine, 11% des fractures dans le tiers cervical ont été localisées par le biais de radiographies de dents isolées et occlusales, tandis que le nombre de ces fractures de pronostic défavorables détectées par TVN s'élevait à 68%. Puisque seules des dents dont la fracture a déjà été observée par la radiographie bidimensionnelle étaient incluses

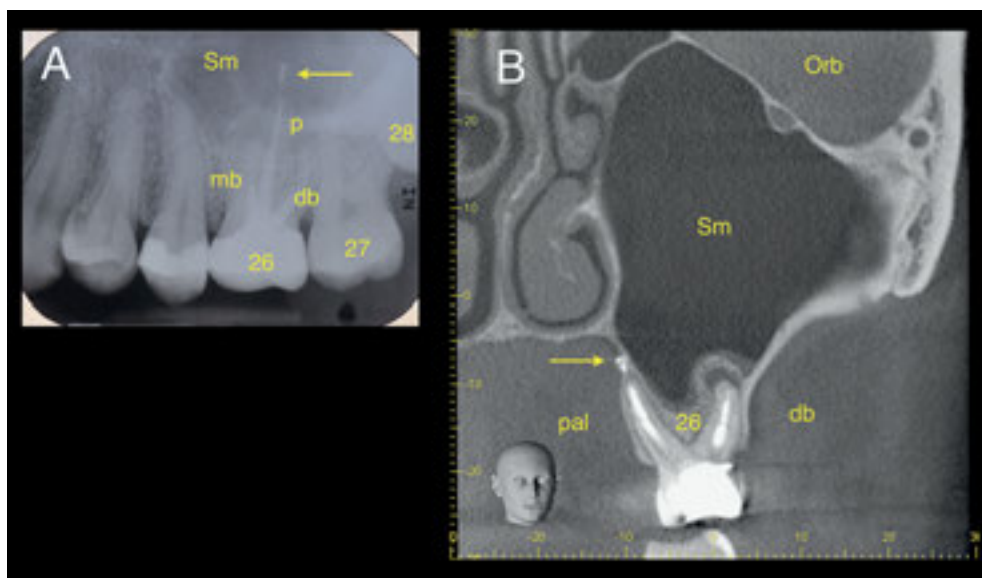


Fig. 1 Patiente dont l'anamnèse fait état de troubles sinusitiques et pathologie apicale connue des deux racines vestibulaires de la dent 26. Questions: est-ce que le matériau étranger est situé en apical de la racine palatine dans le sinus maxillaire (flèche)? Peut-il s'agir d'une sinusite dentogène? Radiographie dent isolée (A), niveau coronal TVN (B), orbite gauche (Orb), sinus maxillaire gauche (Sm), racine palatine de la 26 (pal), racine disto-buccale de la 26, matériau étranger (flèche)

dans l'étude, l'objectif de cette étude concernait la localisation du trait de fracture par TVN versus radiographie de dent isolée et occlusale et non la détection de la fracture en soi (BORNSTEIN ET COLL. 2009).

Des études *in vitro* (HASSAN ET COLL. 2009, KHEDMAT ET COLL. 2012) et clinique (BERNARDES ET COLL. 2009) démontrent que la TVN détecte davantage de fractures radiculaires que la technique radiographique bidimensionnelle de dents isolées. La sensibilité élevée de la TVN baissait en présence de matériaux radio-opaques dans les canaux radiculaires (par ex. tenons métalliques, mais aussi gutta-percha) en raison de formations d'artefacts de 92% à 80% (KHEDMAT ET COLL. 2012, fig. 2 et 3). Dans les études *in vitro*, Hassan et ses collaborateurs, en revanche, ont pu obtenir un diagnostic aussi précis de fractures dans des dents après traitement endodontique par TVN que dans les dents sans obturation du canal radiculaire (HASSAN ET COLL. 2009). Bernardes et ses collègues ont seulement échoué dans un travail clinique à détecter la fracture par une TVN pour deux dents munies de tenons métalliques (BERNARDES ET COLL. 2009). Dans une étude *in vitro*, c'est toutefois le scanner qui s'est avéré supérieur en raison de la formation d'artefacts par gutta-percha dans la TVN. Malgré une dose de rayonnements plus élevée, les auteurs proposent donc de réaliser un scanner pour diagnostiquer des fractures radiculaires verticales (KHEDMAT ET COLL. 2012).

Dans le domaine de la traumatologie dentaire, une radiographie de dent isolée associée à un cliché occlusal par la technique de la bissectrice est considérée comme examen d'imagerie standard lors des premiers soins de dents traumatisées par un accident. La fracture est toutefois seulement visible par imagerie bidimensionnelle, pour des raisons géométriques, si le trajet des rayons est parallèle au niveau de la fracture et qu'il n'y a pas de chevauchements susceptibles de fausser le diagnostic (VON ARX ET COLL. 2005).

Diagnostic et plan thérapeutique de résorptions radiculaires

La plupart des études publiées sur le thème des résorptions radiculaires et la TVN traitent de problématiques orthodontiques et plus particulièrement du problème de la résorption radiculaire périapicale après des traitements d'orthodontie (LUND ET COLL. 2012, PATEL ET COLL. 2012). Les travaux qui étudient les résorptions radiculaires externes et internes ne sont en revanche pas très nombreux. Dans une étude actuelle sur une mâchoire de porc, menée par Kumar et collègues, des lésions radiculaires de trois diamètres différents créées artificiellement ont pu être correctement détectées tant par imagerie tridimensionnelle que par imagerie bidimensionnelle conventionnelle (KUMAR ET COLL. 2011). Lors d'une autre étude *ex vivo* effectuée sur des incisives inférieures humaines, la TVN a permis de détecter des résorp-

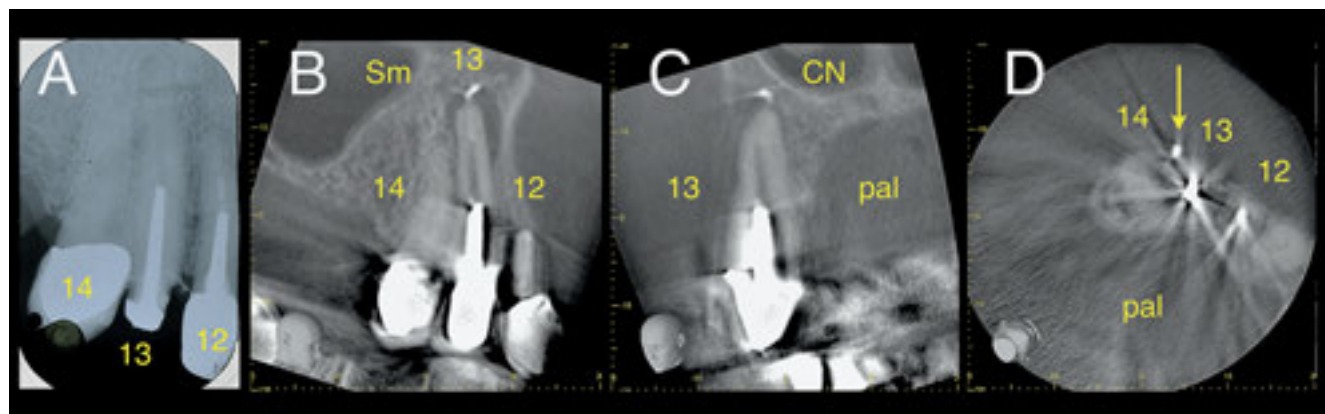


Fig. 2 Diagnostic par TVN d'une lésion périapicale étendue avec formation de fistule apico-marginale au niveau de la dent 13. Pas d'artefacts dans la radiographie de dent isolée (A). Le tenon métallique crée dans tous les niveaux de la TVN des artefacts nets (B-D). Sinus maxillaire droit (Sm), Cavum nasi (CN), palatinal (pal), corps étranger (flèche).

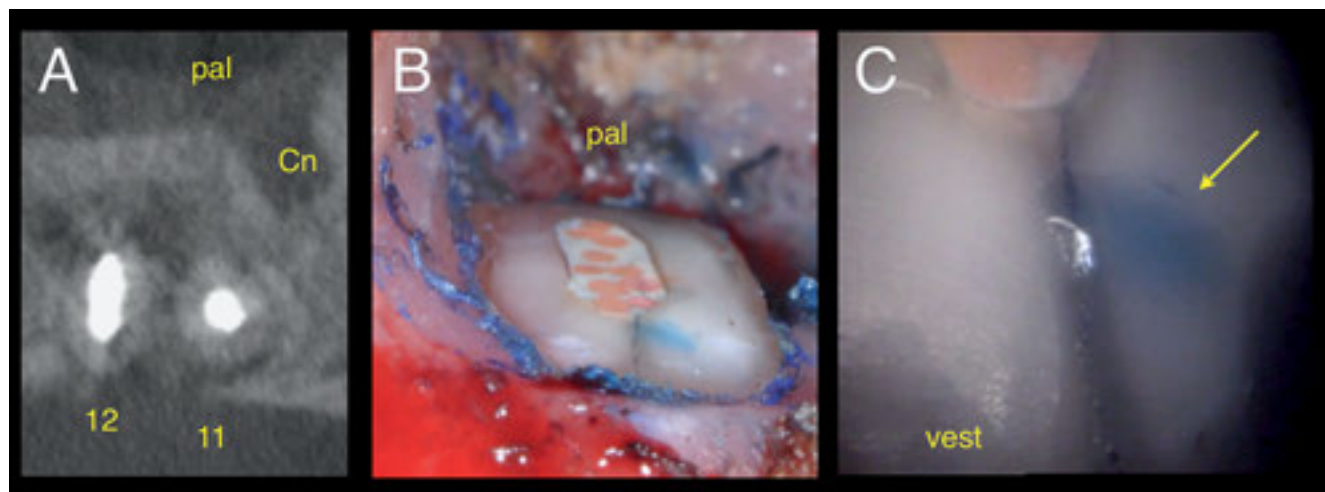


Fig. 3 Dans le cadre de la planification d'une chirurgie périapicale, les dents 12 et 11 ont été examinées par cone-beam-CT. Il n'y avait pas de trait de fracture (*crack*) évident visible dans l'aspect vestibulaire de la dent 12 (plan horizontal, A). En intra-opératoire sans aide visuelle (B) après résection apicale et par endoscopie (C) après coloration préalable par du bleu méthylène, un trait de fracture (*incomplete crack*) peut être diagnostiqué dans la paroi de dentine vestibulaire. Palatinal (pal), vestibulaire (vest), Canalis nasopalatinus (Cn), *leakage* (flèche).

tions radiculaires externes simulées de moindre taille (0,5 mm de diamètre) que l'examen radiographique de dent isolée (DURACK ET COLL. 2011). Des défauts plus grands (1 mm de diamètre) ont été détectés par les deux méthodes sans différence notable. Patel et collaborateurs ont comparé dans une étude clinique la détection de différents types de résorption (résorption interne: n=5; résorption externe: n=5; pas de résorption: n=5) par TVN versus radiographie de dent isolée en 2D. Ils sont arrivés à la conclusion que la probabilité d'un diagnostic et d'un traitement corrects d'une résorption externe passe avec une TVN en complément d'une radiographie de dent isolée de 83% à 100%, d'une résorption interne même de 78% à 100% (PATEL ET COLL. 2009). Plusieurs études de cas ont confirmé ces résultats en démontrant que l'imagerie par TVN est principalement indiquée pour localiser la lésion résorptive avec précision et donc pour décider si la dent concernée peut être conservée ou non (COHENCA ET COLL. 2007, fig. 4).

Discussion

Réflexions générales

Indépendamment de l'introduction de la TVN, diverses études dédiées aux restrictions et limitations de l'imagerie radiologique bidimensionnelle ont été publiées. Connaissant les limites de la radiographie classique dans la médecine dentaire dans de nombreux contextes, il s'agissait de trouver des approches de solution par des projections supplémentaires, des ultrasons ou l'imagerie tridimensionnelle par scanner ou IRM (PATEL ET COLL. 2009A). La mise au point de la TVN a principalement apporté les avantages suivants par rapport à l'imagerie classique en 2D (radiographie panoramique et dent isolée): la représentation complémentaire du niveau oro-facial, la représentation de l'objet examiné sans distorsion géométrique et la possibilité de représenter des niveaux de coupe sans chevauchement par des structures adjacentes. Comparée au scanner, la résolution est plus élevée, et la possibilité de représenter des champs de vue sélectionnés – dits fields of views (FOV) – permet de réduire significativement la dose de rayonnements (jusqu'à 70× moins) à laquelle est exposé le patient (tab. I).

Malgré l'optimisation de la dose de rayonnement par rapport au scanner, il ne faut pas oublier que l'exposition à des rayonnements ionisants par la TVN est nettement multipliée comparée à la radiographie de dent isolée. L'exposition d'un individu à des rayonnements quels que soit leur nature augmente

l'incidence de néoplasies (PAUWELS & BOURGUIGNON 2012). Bien que l'on ait pu, au cours des trente dernières années, réduire par l'emploi de supports plus sensitifs et la numérisation des clichés radiographiques la dose effective des rayonnements lors de radiographies à des fins de diagnostic dans la médecine (dentaire), en même temps, la disponibilité et l'étendue des indications des technologies émettant plus de rayonnements telles que le scanner et la TVN ont augmenté, d'où résulte globalement une exposition plus fréquente et plus importante des patients à des rayonnements (SCHONFELD ET COLL. 2011).

La détermination du FOV est décisive pour la dose de rayonnements à laquelle est exposé le patient (HORNER ET COLL. 2011): définir un FOV plus grand signifie, avec le même équipement TVN, une augmentation de la dose effective de rayonnements (tab. I). Selon le principe ALARA, il faudrait réaliser un examen 2D à moindre rayonnement avant de passer à un examen par TVN: dans l'endodontologie il s'agit de radiographier un champ d'examen localisé (PATEL ET COLL. 2009 A). Si toutefois la radiographie conventionnelle devait s'avérer insuffisante pour obtenir un diagnostic et que l'on attend davantage d'informations par une imagerie 3D, c'est le cliché 2D qui servira à déterminer le FOV. Eu égard aux dimensions d'une dent humaine et en l'absence de suspicion d'une pathologie intra-osseuse étendue, un FOV de petites dimensions de 4×4 ou de 4×3 cm (PATEL ET COLL. 2011) est souvent suffisant dans le cadre de vérifications endodontiques, tandis que la suspicion d'un espace intra-osseux (kyste sinusal, néoplasie) devrait bénéficier d'un FOV étendu à 6×6 cm (BOFFANO ET COLL. 2010). A souligner toutefois que le champ de vue se détermine principalement en fonction de résultats d'examen ou de diagnostics suspectés et que les FOV mentionnés ici ne sont fournis qu'à titre indicatif. En règle générale, la protection contre les rayonnements impose de ne pas agrandir le FOV inutilement. En outre, l'analyse de l'ensemble des données obtenues lors de ces examens est une obligation inhérente à toute réalisation d'une TVN (BUNDESREGIERUNG BRD 2002, CARTER ET COLL., SCHULZE ET COLL. 2009). L'inclusion de régions non pertinentes et hors discipline du praticien dans le FOV devrait donc faire l'objet d'une interrogation critique préalable.

A côté de l'importance du FOV et de la dose d'exposition, la prescription devra également tenir compte de considérations relatives à la prise d'images en soi. La numérisation d'un volume TVN impose une installation correcte du patient dans le tomographe. Or, celle-ci ne peut être obtenue que si l'accès à

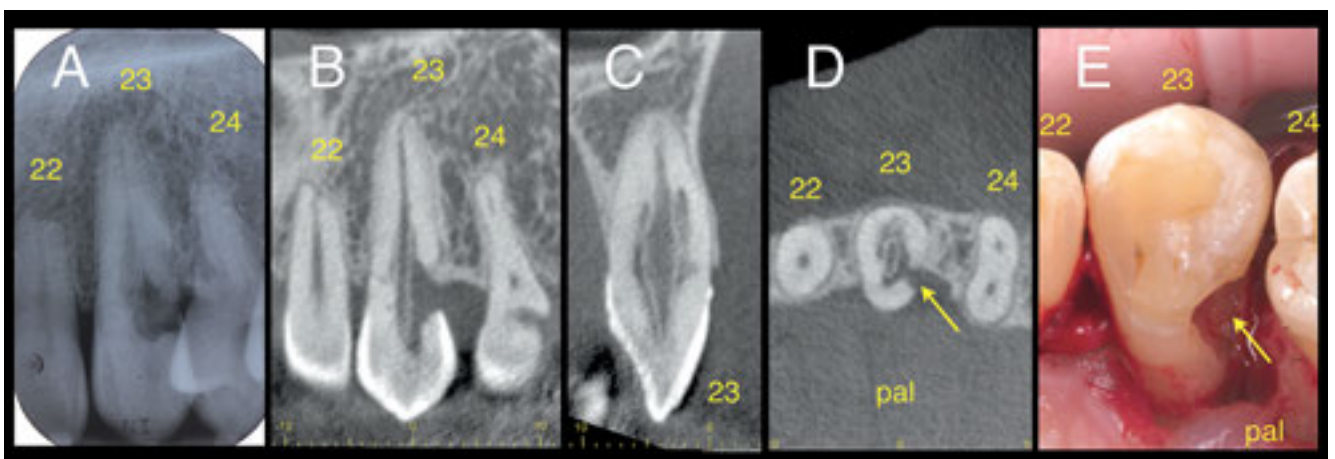


Fig. 4 Résorption externe étendue visible sur la radiographie de dent isolée (A) et par TVN (niveau méso-distal, B; niveau oro-facial, C). Question en vue d'apprécier le pronostic pour la dent: est-ce que la communication de la lésion avec le parodonte se fait uniquement au niveau distopalatin? Au niveau TVN horizontal (D) et intraopératoire, l'entrée de la lésion résorptive est visible (flèche). Palatinal (pal)

Tab. II Aperçu des indications de TVN dans l'endodontologie

	Pro TVN	Contra TVN	Conclusion
Anatomie	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation 3D • Pas de chevauchement • Détection de variantes (à la norme) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cliché supplémentaire excentrique intraoral souvent suffisant 	<ul style="list-style-type: none"> • TVN si le pronostic de la dent en sera amélioré
Pathologies périapicales	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de pathologies périapicales détectables que dans la radiographie de dent isolée 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible pertinence thérapeutique des pathologies diagnostiquées 	<ul style="list-style-type: none"> • TVN à des fins de diagnostic en cas de douleurs non expliquées par la radiographie de dent isolée • TVN pour préparer des interventions chirurgicales
Fractures radiculaires	<ul style="list-style-type: none"> • La situation du trait de fracture est décisive pour le traitement • Diagnostic fiable de fractures disloquées 	<ul style="list-style-type: none"> • Résultats de l'examen clinique et contrôles de l'évolution sont souvent suffisants • Artefacts par reconstructions radio-opaques 	<ul style="list-style-type: none"> • TVN en cas de suspicion d'une situation marginale du trait de fracture • CAVE: artefacts
Résorptions	<ul style="list-style-type: none"> • Localisation précise visible • Possibilité de prévoir l'accès chirurgical 	<ul style="list-style-type: none"> • A l'état avancé, la radiographie de dent isolée suffit pour décider d'une extraction 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour établir un plan thérapeutique, lorsque la radiographie de dent isolée est en faveur d'une conservation de la dent

la place assise ou couchée (selon appareil) du patient est garantie. Un patient qui se déplace en fauteuil roulant par exemple devra être replacé avant la prise d'image. Chez des patients qui n'arrivent pas à rester immobiles pendant toute la durée de l'exploration (durée standard avec l'appareil Morita 3D Accu-tomo F170: 17,5 secondes), il sera impossible d'obtenir une qualité d'image optimale. Dans le pire des cas, des artefacts de mouvement rendent l'image inexploitable.

Or, les artefacts de mouvement ne sont pas les seuls éléments susceptibles de compromettre la représentation correcte d'images de TVN. Il faut également tenir compte des artefacts radiologiques générés par des reconstructions métalliques ainsi que par un matériau d'obturation canalaire à forte radio-opacité et qui rendent donc l'interprétation et le diagnostic par TVN – tout comme pour le scanner classique – plus difficiles (fig. 3). Les principaux artefacts rencontrés lors d'explorations par TVN sont le durcissement du faisceau (*beam hardening*), la déviation des rayonnements (*scatter*), le repliement (*aliasing*), le bruit (*noise*) et les artefacts en stries (*streak artifacts*): la fréquence de tels artefacts augmente significativement en présence de matériaux à forte radio-opacité et, lors de FOV de grande étendue, aussi en périphérie (SCHULZE ET COLL. 2011).

Malgré des données parfois contradictoires, la TVN semble généralement subir moins de perturbations que la tomodontométrie. Les clichés dentaires intraoraux en revanche sont pratiquement exempts de tels artefacts. Par conséquent, en présence de nombreuses reconstructions et restaurations dentaires, des radiographies à champ localisé avec plusieurs directions de projection peuvent s'avérer plus parlantes qu'une TVN (KHEDMAT ET COLL. 2012, LOFTHAG-HANSEN ET COLL. 2007).

Un autre facteur à ne pas négliger lors du processus décisionnel par l'intermédiaire d'un TVN est l'aspect financier. Depuis le 1.12.2011, la facturation d'une TVN y compris les résultats obtenus font l'objet d'un accord entre le Service central des tarifs médicaux LAA et la Société suisse des médecins-dentistes SSO en Suisse (tab. I).

Anatomie

Une analyse en trois dimensions de l'anatomie des canaux radiculaires à des fins endodontiques semble promettre de bons résultats, puisqu'elle permet d'apprécier la situation des ca-

naux, leur trajet voire la longueur de travail et ce sans que la présence du patient ne soit nécessaire et avant de commencer le traitement radiculaire (JEGER ET COLL. 2012). Il est également possible de représenter des variantes anatomiques (KOTTOOR ET COLL. 2011, DURACK & PATEL 2011). Toutefois, en considérant les raisons déjà évoquées, la prescription d'une TVN dans le cadre d'un traitement endodontique ne devrait être envisagée que si les examens cliniques et intraopératoires tels que des examens radiographiques localisés avec différentes projections se sont avérés insuffisants et que la représentation de la troisième dimension est susceptible d'améliorer le pronostic pour la dent concernée.

Pathologies périapicales

Le diagnostic de pathologies périapicales se fait mieux et aussi plus fréquemment par TVN que par la radiographie 2D (LOFTHAG-HANSEN ET COLL. 2007, LOW ET COLL. 2008, BORNSTEIN ET COLL. 2011, PATEL ET COLL. 2012). Il faut se demander toutefois quelle est la pertinence clinique de ces résultats en termes de plan thérapeutique. Dans la pratique quotidienne, la TVN est seulement recommandée pour le diagnostic de pathologies périapicales, de façon analogue à l'anatomie radiculaire, lorsque l'imagerie en 2D s'avère insuffisante. C'est-à-dire lorsqu'il s'agit de trouver les causes de syndromes douloureux non élucidés, du diagnostic différentiel de processus néoplasiques tels que les améloblastomes ou d'une tumeur kératocystique odontogène (BOFFANO ET COLL. 2010); et, enfin, pour la préparation d'interventions endochirurgicales ou oro-chirurgicales complexes (PIGG ET COLL. 2011, AAE 2011, ZIEGLER ET COLL. 2002). Pour les dernières, l'analyse spatiale par rapport aux structures voisines ainsi que la préparation technique de l'intervention passent au premier plan. Le diagnostic final recommandé et considéré comme le standard incontournable est l'examen histopathologique, ce qui suppose en général une approche chirurgicale et une analyse microscopique des tissus prélevés (ROSENBERG ET COLL. 2010).

Fractures radiculaires

Selon la littérature actuelle, la TVN permet de détecter fiablement autant la présence que le trajet d'une fracture radiculaire, à condition toutefois, selon les discussions des auteurs, qu'il

n'y ait pas de matériau de restauration radio-opaque et que le trait de fracture présente une largeur minimale (ce qui est fréquent, en raison de la dislocation fragmentaire, en présence d'une fracture radiculaire, plus particulièrement si celle-ci a été provoquée par un accident [HASSAN ET COLL. 2009, BERNARDES ET COLL. 2009]). La largeur du défaut semble jouer un rôle important pour retrouver un trait de fracture en présence de matériaux radio-opaques et générateurs d'artefacts. Les fractures radiculaires d'origine traumatique sont fiablement détectées lorsqu'il s'agit de dents jeunes et non traitées (BORNSTEIN ET COLL. 2009). En revanche, il n'a pas été rapporté d'analyse par diagnostic TVN portant sur des fractures radiculaires incomplètes et non disloquées (*craze lines, cracked teeth*). De par la littérature existante, il faut donc supposer que les fractures, en raison de la résolution des appareils TVN actuel, ne peuvent souvent être prouvées que par un examen clinique ou chirurgical (fig. 2). A côté du diagnostic clinique et de la radiographie bidimensionnelle avec au moins deux niveaux de projection (par exemple apical et occlusal), il convient donc d'apprécier, en cas de suspicion de fracture, si l'imagerie tridimensionnelle peut apporter vraiment des éléments décisifs en termes de traitement et du pronostic pour la dent concernée. Le choix thérapeutique en cas de fracture radiculaire dépend du type de dislocation du fragment coronal de la dent, que l'on peut évaluer cliniquement, et de la position apico-marginale du trait de fracture (VON ARX ET COLL. 2005). Du fait que l'incidence de lésions dentaires d'origine traumatique concerne surtout les enfants et les adolescents, l'indication d'analyses à base de rayonnements aussi restrictive que possible est donc d'autant plus une obligation. Dès que la dent a bénéficié d'une reconstruction avec un matériau radio-opaque (tendance à l'apparition d'artefacts) ou que le fragment dentaire fracturé n'est pas disloqué, le diagnostic par TVN devient, comme déjà discuté plus haut, nettement plus difficile voire impossible en raison de la présence d'artefacts ou d'un trait de fracture de largeur minimale. Dans ces cas-là, les auteurs recommandent d'avoir recours à un examen clinique moyennant une sonde parodontale ainsi qu'une analyse sous le microscope opératoire pour diagnostiquer une fracture radiculaire. A ce jour, les auteurs n'ont connaissance d'aucune étude dédiée à la comparaison

de diagnostics de fractures par le biais d'une TVN ou d'un examen radiographique isolé en tenant compte de l'examen clinique, ce qui est pourtant la norme dans le quotidien clinique. Tsesis et ses coauteurs arrivent dans leur travail de vue globale à la conclusion qu'il faudrait encore mieux étudier le diagnostic des fractures avec la TVN avant de pouvoir formuler des recommandations générales (TSESIS ET COLL. 2010).

Résorptions radiculaires

Etant donné que la TVN permet une représentation précoce en trois dimensions de résorptions radiculaires, le praticien peut prendre la décision du traitement sans examen invasif. Lorsqu'une reconstruction est possible, l'accès chirurgical optimal pour traiter la lésion peut en plus être défini à l'aide de l'imagerie TVN (COHENCA ET COLL. 2007, PATEL ET COLL. 2009).

Conclusions

En résumé, on peut affirmer que la décision en faveur d'une TVN dans le cadre de traitements endodontiques ne doit jamais être prise sans avoir réalisé auparavant un examen clinique détaillé ainsi qu'un diagnostic radiologique bidimensionnel, afin de ne pas exposer le patient inutilement à des rayonnements. Avant la réalisation ou la prescription d'une TVN, il faut savoir – en plus de la question précoce posée – quelles structures supplémentaires doivent être représentées pour optimiser le diagnostic tout en minimisant le champ de vue et donc les rayonnements auxquels est exposé le patient. Il est tout aussi important d'exploiter les données disponibles suite à des clichés TVN de manière optimale, notamment dans le cas de traitements endodontiques.

Remerciements

Nous remercions Madame D^r med. dent. Véronique Stoupa (Clinique de médecine dentaire conservatrice, médecine dentaire préventive et de pédodontie, Cliniques de médecine dentaire, Berne) d'avoir mis la figure 4A à notre disposition.

Bibliographie voir texte allemand, page 667