

Possibilités de diagnostic par tomographie volumique numérisée

Michael Lemkamp, Andreas Filippi, Dorothea Berndt,
J. Thomas Lambrecht

Clinique de chirurgie buccale, de radiologie et
de stomatologie du Centre de médecine dentaire
de l'Université de Bâle

Mots clés: diagnostic radiologique, tomographie
volumique numérisée, cone beam computer tomography
= tomographie par faisceau conique

Adresse pour la correspondance:
Prof. Dr. Dr. med. J. Thomas Lambrecht
Klinik für zahnärztliche Chirurgie,-Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde, Zentrum für Zahnmedizin
der Universität Basel
Hebelstrasse 3, 4056 Bâle
Tél. 061 267 26 06, fax 061 267 26 07
E-mail: J-Thomas.Lambrecht@unibas.ch

Traduction française de Thomas Vauthier

(Illustrations et bibliographie voir texte allemand, page 645)

Introduction

Les examens radiologiques sont indispensables pour le diagnostic et la thérapie en médecine dentaire. Contrairement à la plupart des autres domaines de la médecine, le médecin-dentiste est en principe tributaire de son propre équipement radiologique installé dans son cabinet. Selon le positionnement du film, respectivement du capteur radiographique, on distingue des prises de vue intra- et extrabuccales. Parmi les radiographies intrabuccales, on compte les clichés apicaux (rétroalvéolaires) isolés, réalisés par différentes techniques de projection, les clichés interproximaux ou bitewings, ainsi que les clichés occlusaux. Ces techniques sont indiquées pour

La tomographie volumique numérisée est une nouvelle technique d'imagerie qui permet la visualisation tridimensionnelle des structures crânio-faciales en qualité élevée. Tout en exposant le patient à une irradiation réduite, le rendu des détails est supérieur à celui de la tomographie numérisée (CT) conventionnelle. Le logiciel intégré de traitement d'image permet de définir librement trois plans d'analyse à l'intérieur du cylindre de données enregistré. Les plans sont disposés de façon orthogonale les uns par rapport aux autres et sont de qualité équivalente. La haute résolution, le faible niveau de radiation et les frais réduits font de la tomographie volumique numérisée une alternative d'imagerie intéressante par rapport à la CT conventionnelle.

la représentation précise des structures nécessitant un rendu détaillé. Aucune autre technique ne permet d'obtenir le niveau de résolution de ces films radiographiques, qui dépasse 10 paires de lignes par millimètre (PASLER & VISSER 2000).

L'orthopantomogramme (OPG) est le cliché extrabuccal le plus souvent pratiqué en médecine dentaire. L'OPG permet de représenter l'ensemble des arcades dentaires, de même que les maxillaires supérieur et inférieur dans leur totalité, avec une irradiation relativement faible d'environ 7 μ Sv (TAL & MOSES 1991; DÜCKER 2000; PASLER & VISSER 2000; WILLIAMS et coll. 2000). La tomographie conventionnelle est une autre technique extrabuccale qui permet de représenter une coupe d'un plan défini dans la tri-

sième dimension de l'espace. Actuellement, les appareils OPG équipés à cet effet sont également capables d'effectuer de telles prises de vue. Contrairement aux appareils tomographiques classiques, utilisés en radiologie générale, qui obtiennent des épaisseurs de coupes de 1 à 2 mm, les propriétés techniques des équipements actuels employés en médecine dentaire ne permettent de rendre que des épaisseurs de coupe entre 5 et 8 mm (TAMMISALO & TAMMISALO 1991; KAEPLER et coll. 1995; KAEPLER et coll. 1996). Quant à la tomographie (ou tomodynamométrie) numérisée (CT), elle crée également des images de coupes transversales, à la différence près qu'elles sont enregistrées sous forme numérisée. L'ordinateur permet ensuite de recalculer les données des plans bidimensionnels et de les restituer sous forme d'un cube tridimensionnel. Ce traitement des données rend ainsi possible de reformater les images et de visualiser non seulement des coupes transversales, mais également des coupes sagittales. En cas de superposition de dents de sagesse et du canal mandibulaire sur l'OPG, l'examen par CT est utile pour planifier l'avulsion chirurgicale de sorte à éviter des troubles postopératoires de la sensibilité du nerf alvéolaire inférieur (WARNKE et coll. 1996). Il est en outre possible de confectionner des modèles tridimensionnels individuels du patient à partir des données enregistrées par CT (LAMBRECHT et coll. 1995).

Contrairement à la CT conventionnelle, la tomographie volumique numérisée (en terminologie anglo-saxonne: *cone beam x-ray computer tomography*) se fonde sur l'enregistrement des données de la région d'intérêt sous forme d'un volume cylindrique projeté par un faisceau de rayons conique. La qualité du rendu est sensiblement supérieure à celle de la CT, ce qui pourrait avoir une influence positive sur les possibilités de diagnostic dans le domaine de la médecine dentaire (MOZZO et coll. 1998). Les indications pour la tomographie volumique numérisée en médecine dentaire correspondent à celles de la tomographie conventionnelle. Parmi celles-ci, il y a lieu d'évoquer les dents ectopiques ou malformées, l'évaluation préimplantologique du volume osseux disponible, les fractures radiculaire ou des maxillaires, le diagnostic du plancher sinusien avant la pose d'implants, les tumeurs, les corps étrangers intra- ou extraosseux, ainsi que les affections des articulations temporo-mandibulaires (PAWELZIK & COHEN 2002; ZIEGLER et coll. 2002). En comparaison avec la CT conventionnelle, la tomographie volumique numérisée réduit significativement les artefacts dus au rayonnement secondaire des éléments métalliques présents, tels que matériaux d'obturation, armatures de prothèse fixe ou implants (SCHULZE et coll. 2005).

Technique

L'appareil de tomographie volumique numérisée Accuotomo® (sté Morita, Kyoto, Japon) permet de visualiser une région d'intérêt dans les trois plans de l'espace, avec une résolution de 2 à 3 paires de lignes par millimètre (fig. 1). Les données enregistrées correspondent à un cylindre d'un volume d'environ 32 cm³ (hauteur 2,8 cm, diamètre 3,8 cm). La focalisation de l'appareil sur la région à examiner est effectuée par le déplacement selon les trois axes spatiaux du fauteuil sur lequel est installé le patient (fig. 2). Le bras articulé en forme de C porte d'un côté la source émettrice des rayons et de l'autre côté le capteur et l'intensificateur d'image. Pendant la réalisation de la tomographie, le bras effectue une rotation complète de 360° autour de la tête du patient. Le faisceau émis se propage sous forme de pyramide (ou de cône), (d'où le terme anglo-saxon «*cone beam CT*»), dont la source émettrice des rayons constitue la pointe et le capteur la base (fig. 3). La source émettrice des rayons se trouve à une distance de 63,5 cm et le capteur à une distance de

33,5 cm de l'axe de rotation du bras de la machine et, de ce fait de la région soumise à l'examen. La section du faisceau pyramidal est rectangulaire; pendant la rotation du bras, il en résulte une projection sous forme de cylindre de la région soumise à l'examen (fig. 4). La prise de vue étant enregistrée, le logiciel intégré de traitement et de visualisation de l'image permet de définir librement trois plans d'analyse à l'intérieur du cylindre de données enregistré. Les plans sont disposés de façon orthogonale les uns par rapport aux autres. Il est ainsi possible de se «promener» à l'écran dans tous les plans spatiaux sans aucune perte de qualité.

Exemples de diagnostics possibles

Les quelques exemples de diagnostics présentés ci-après sont destinés à illustrer la précision des documents radiographiques qu'il est possible d'obtenir par la technique de tomographie volumique numérisée.

Exemple 1: dix jours après l'avulsion chirurgicale de la 48, un patient âgé de 35 ans avait perçu un «craquement intense» dans la région de l'angle mandibulaire droit. L'examen clinique ne révélait ni troubles occlusaux ni d'autres particularités. Sur l'OPG, aucun trait de fracture n'a pu être diagnostiqué (fig. 5a). En revanche, l'imagerie par tomographie volumique numérisée a clairement mis en évidence une fracture de la mandibule (fig. 5b-d; flèches). En raison de ce diagnostic, nous avons procédé à la fixation intermaxillaire de la mandibule.

Exemple 2: une patiente est venue consulter pour l'avulsion chirurgicale de la 38 ectopique et incluse. L'OPG ne fournissait pas d'informations suffisantes sur la position relative de la dent de sagesse par rapport au canal mandibulaire (fig. 6a). En revanche, la tomographie volumique numérisée montrait que le trajet du canal mandibulaire passait du côté lingual et en contact direct avec la surface radiculaire de la 38 (fig. 6b-d).

Exemple 3: suite à la découverte fortuite d'un mésiodens, une patiente a été adressée par un praticien privé aux Cliniques universitaires de médecine dentaire de Bâle (fig. 7a). Grâce à la tomographie volumique numérisée, il a été possible de préciser d'une part la morphologie et d'autre part la localisation exacte du mésiodens. De même, l'analyse mettait clairement en évidence le canal incisif (fig. 7b-d; flèches). Ces informations ont rendu possible l'avulsion chirurgicale du mésiodens en évitant le risque de lésion du nerf incisif.

Exemple 4: une patiente âgée de 25 ans est venue consulter aux Cliniques universitaires de médecine dentaire de Bâle en raison d'un diagnostic de suspicion de «granulome interne». Afin d'exclure une résorption radiculaire externe, pathologie susceptible de se présenter de façon identique à l'examen radiologique, nous avons pratiqué une tomographie volumique numérisée (fig. 8a-c). L'analyse a confirmé le diagnostic d'un granulome interne, ce qui a permis de traiter la dent par voie endodontique.

Exemple 5: l'OPG effectué lors d'un examen de contrôle après avulsion chirurgicale d'une dent de sagesse inférieure chez une patiente âgée de 26 ans a révélé un corps étranger dans la région de l'angle gauche de la mandibule (fig. 9a). La tomographie volumique numérisée mettait clairement en évidence la localisation extra-osseuse, sous-périostée, du corps étranger (fig. 9b-d). L'imagerie a ainsi permis d'ablation chirurgicale ciblée de l'objet – qui s'est avéré être la tête fracturée d'une fraise boule.

Discussion

En dépit de l'avènement de nouvelles techniques d'imagerie, l'orthopantomogramme reste la base du diagnostic radiologique

en médecine dentaire. Lorsque l'OPG à lui seul ne suffit pas, il est nécessaire de pratiquer des clichés dans un deuxième plan spatial. Suivant la localisation et le problème sous investigation, on pourra envisager des clichés intrabuccaux, des radiographies du crâne ou des tomographies. Dans certains cas, les techniques intrabuccales peuvent fournir l'information recherchée, par exemple moyennant des clichés pris avec des incidences excentriques du faisceau ou par des clichés occlusaux. Leur champ d'application est toutefois limité pour des raisons anatomiques. Lorsque les techniques intrabuccales ne sont pas à même de fournir les informations désirées, il peut être judicieux de réaliser des radiographies du crâne ou des tomographies. Avant des avulsions ou implantations, les tomographies conventionnelles permettent d'évaluer, dans la majorité des cas, le volume osseux à disposition dans le sens vertical et transversal (TAMMISALO et coll. 1992), de même que la position et le trajet du nerf alvéolaire inférieur (DRAGE & RENTON 2002; BELL et coll. 2003). En pratique, il est cependant souvent difficile de cibler le cliché de manière exacte le plan de coupe à préciser. De ce fait, il peut être nécessaire d'effectuer des clichés supplémentaires, ce qui entraîne non seulement des frais additionnels, mais également une exposition non souhaitable du patient aux rayons ionisants.

En revanche, tant les CT conventionnelles que la tomographie volumique numérisée sont des techniques qui permettent de sélectionner librement la ou les couches d'intérêt à l'intérieur des données enregistrées (ENCISO et coll. 2005). Force est toutefois de constater que la CT conventionnelle comprend un surplus d'informations relatives à de nombreuses structures dénuées de tout intérêt pour le diagnostic médico-dentaire. En outre, les frais de l'imagerie par tomographie volumique numérisée sont sensiblement inférieurs à ceux d'une CT, ce d'autant que l'examen peut être réalisé dans le cadre d'un cabinet ou d'une clinique de médecine dentaire. La dose d'irradiation effective rapportée dans la littérature s'élève à 56,5 μ Sv pour le NewTom 9000 (BROOKS 2005). En revanche, la dose d'irradiation effective s'élève à 7,4 μ Sv par examen à l'aide de l'installation Accuitomo[®], ce qui est comparable au niveau d'irradiation résultant d'un cliché OPG (ARAI 2001). Selon le type d'appareil CT considéré, la dose d'irradiation effective de la tomographie volumique numérisée ne représente que $1/100$ à $1/400$ de celle de l'imagerie par CT conventionnelle (ARAI et coll. 2001; HASHIMOTO et coll. 2003).

Les appareils de tomographie volumique numérisée se caractérisent par la restriction du champ traversé par le faisceau de rayons et, par conséquent, du volume de visualisation. Les données enregistrées par le NewTom 9000 se présentent sous forme d'une sphère (d'un diamètre de 10 cm), celles de l'Accuitomo[®] sous forme d'un cylindre (diamètre 3,8 cm \times 2,8 cm de hauteur). Or, les volumes rendus se distinguent également sur le plan de la résolution. Pour les techniques d'imagerie numérisée, le pouvoir de résolution est défini par les éléments de volume, dont l'unité est le voxel (contraction de «volumetric pixel»), soit un pixel en 3D. La CT atteint une définition

de voxels aux longueurs d'arrêtes de 0,4 mm; pour le NewTom 9000, ces valeurs sont de 0,25 mm \times 0,25 mm \times 0,2 mm et pour l'Accuitomo[®] de 0,125 mm \times 0,125 mm \times 0,125 mm, ce qui correspond à une résolution plus élevée. Il en résulte un meilleur rendu des détails des structures examinées par tomographie volumique numérisée. La définition des tissus d'intérêt comme l'os, l'émail, la dentine, les structures pulpaire et l'espace parodontal est nettement supérieure à celle des autres techniques d'imagerie (ARAI et coll. 1999; HONDA et coll. 2001; HASHIMOTO et coll. 2003). L'installation Accuitomo[®] a en outre l'avantage que le patient est installé en position assise pendant l'examen, ce qui est nettement plus agréable par rapport à la CT conventionnelle ou au NewTom 9000 qui nécessitent une position couchée du patient.

Conclusions

Avec un volume d'analyse de 32 cm³, l'appareil de tomographie volumique numérisée Accuitomo[®] de la société Morita permet de visualiser sans problèmes la plupart des questions cliniques susceptibles de se poser en médecine dentaire. A condition de respecter des réglages corrects, un volume d'analyse plus important n'est en général pas nécessaire. Toutefois, dans des situations de planifications de traitements implantologiques intéressant le territoire d'un maxillaire complet, le volume de visualisation du NewTom 9000 convient sans doute mieux. Pour couvrir un volume équivalent par l'Accuitomo[®], il est nécessaire de réaliser plusieurs enregistrements qui, dans le cas idéal, seraient reliés entre eux par l'ordinateur. A ce propos, le logiciel intégré de la société Morita laisse encore quelque peu à désirer et nécessite des améliorations.

Le traitement numérique des images permet de sélectionner librement les plans de coupe à travers le volume analysé, ce qui facilite la visualisation ciblée en fonction des problèmes. Il est ainsi possible de déceler des traits de fracture qui sont recouverts par des effets de superposition sur l'OPG. Afin d'exploiter pleinement les possibilités de visualisation tridimensionnelle de la situation, les praticiens ayant demandé un examen de tomographie volumique numérisée devraient profiter de la possibilité de se «promener» à l'écran de leur propre ordinateur à travers les données qui leur sont d'emblée transmises (sur un DVD). La visualisation spatiale, dynamique, vaut toujours mieux que les images statiques.

Chaque médecin-dentiste est libre de choisir les techniques d'imagerie qu'il souhaite appliquer. Il convient toutefois de respecter la règle qui stipule que l'examen radiologique doit assurer la pose d'un diagnostic exhaustif, tout en exposant le patient à une dose minimale d'irradiation. Compte tenu des considérations exposées plus haut, on aurait tort de ne pas prendre en considération la nouvelle méthode de la tomographie volumique numérisée.