

Intraorale Piezo-Chirurgie

J. Thomas Lambrecht

Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel

Schlüsselwörter: Piezo-Chirurgie, Knochentransplantat,
Knochenpräparation, Sinus Lift

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Dr. med. J. Thomas Lambrecht
Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel
Hebelstrasse 3, 4056 Basel
Tel. 061/267 26 06, Fax 061/267 26 07
E-Mail: J-Thomas.Lambrecht@unibas.ch

Die intraoralen Bilder wurden digitaler Videoaufnahmen
entnommen, weshalb sie leider keine hervorragende
Qualität aufweisen

(Texte français voir page 34)

Einleitung

Unter dem «Piezo-Effekt» versteht man die physikalischen Wechselwirkungen und Phänomene der grundlegenden elektrischen und mechanischen Grössen wie elektrische Feldstärke, Polarisierung sowie Spannung und Dehnung in kristallinen Festkörpern (Cady 1964). Bereits um 1880 entdeckten die französischen Physiker Jaques und Pierre Curie in Zusammenarbeit mit Gabriel Lippmann, dass man mittels mechanischen Druckes und Kräfteapplikation an der Oberfläche von bestimmten Festkörpern (z.B. Quarz, Turmalin, Seignettensalz und Bariumtitanat) eine messbare elektrische Ladung induzieren kann (BALLATO 1995, 1996). In der Folgezeit konnte der Umkehrschluss verifiziert werden: Im elektrischen Feld ist die gezielte Verformung von piezoelektrischen Materialien möglich. Damit war der Grundstein für die folgende rasante Entwicklung von zahlreichen Anwendungs- und Gebrauchsgegenständen im Bereich der Mikro- und Nanotechnologie gelegt.



Piezoelektronische Schaltbox mit Kühlvorrichtung und Handstück.
Unit de piézochirurgie composé de l'unité de commande électronique, du système de refroidissement et de la pièce à main.

Der Piezo-Effekt beschreibt eine physikalische Wechselwirkung, welche in der Medizin in unterschiedlichen Bereichen genutzt wird. In der Piezo-Chirurgie wird eine chirurgische Schneideleistung mit Ultraschalltechnologie bewirkt, welche Hart- von Weichgeweben unterscheidet. Mit dem vorliegenden Instrumentarium kann Knochen piezochirurgisch bearbeitet werden, ohne dass die benachbarten Weichgewebsstrukturen bei Berührung in Mitleidenschaft gezogen werden.

Vier Beispiele:

- Präimplantologische Zahnentfernung unter maximaler Knochenschonung,
- Knochengewinnung zur periimplantären Transplantation,
- Sinus-lift-Präparation,
- und Freilegung des Nervus alveolaris inferior demonstrieren den Wert der Piezo-Chirurgie im intraoralen Bereich.

Diese Methode bietet eine bemerkenswerte Ergänzung des intraoralen Operationsspektrums.

Ursprünglich stammt der Begriff «piezo» aus dem Griechischen und bedeutet «drücken». Er wird heute sowohl für die Beschreibung des direkten als auch des inversen bzw. reziproken Piezo-Effektes verwendet. Bei Ersterem, dem direkten Piezo-Effekt, kommt es unter äusserlicher Anwendung von mechanischem Druck in einem kristallinen, anisotropen Material (Dielektrikum) entweder orthogonal oder kollinear zur internen polaren Achse des Kristalls, zu einer Verschiebung der Ladungszentren und damit zu einer oberflächlichen Potenzialdifferenz (ELLIS et al. 1993).

Während bei einem Piezo-Material die äussere Krafteinwirkung einer Verschiebung der jeweiligen internen Ladungszentren δ^+ und δ^- hervorruft und sich auf der primär neutralen Oberfläche ein Dipolmoment p ausmachen lässt, ist dies bei einem in sich symmetrischen und homogenen Ionenkristall (z.B. NaCl) nicht der Fall. Entscheidend für den piezoelektrischen Effekt sind daher die kristalline Struktur des Werkstoffes sowie die Verschiebbarkeit der positiven und negativen Ladungen einer Elementarzelle gegeneinander (Anisotropie) (SERVICE 1997). Der reziproke Piezo-Effekt ist chemisch-physikalisch gesehen genau die Umkehr des direkten Piezo-Effektes. Er beschreibt die im Nanometerbereich liegende Deformation eines entsprechenden Kristalls beim Anlegen eines elektrischen Feldes. Auch hier spielt die permanente Polarisierung der Moleküle die entscheidende Rolle. Man macht sich diesen dynamischen Effekt zu Nutze um die longitudinale bzw. transversale Ferroelektrika

beispielsweise in eine chirurgische Schneideleistung zu transferieren.

Material und Methode

Das hierfür notwendige Instrumentarium wurde von der Firma Mectron Medical Technology unter dem Namen Piezosurgery® auf den Markt gebracht. Es besteht aus einem Handstück (Abb. 1), welches über ein Kabel mit der zentralen elektronischen Quelle (Schaltbox) verbunden ist. Die sterile Kühlflüssigkeit wird, wie bei anderen ultraschallgetriebenen Maschinen auch, über einen Silikonschlauch, der komplett sterilisiert werden kann, an das System angeschlossen.

Die teilweise diamantierten Ansätze (Abb. 2) erlauben unterschiedliche Vorgehensweisen im Bereich der traditionellen intraoralen Chirurgie und der präimplantologischen Chirurgie, hier vor allen Dingen im Bereich der Zahntfernung am geplanten Implantationsort, bei der Gewinnung von autologem Knochen zur periimplantären Augmentation und beim Sinus lift.

Verschiedene Frequenzeinstellungen der Ultraschallvibrationen erlauben variables Vorgehen bei unterschiedlichen Knochenstärken, auch die Peristaltik der Kühlflüssigkeit kann variiert werden. Die Ultraschallvibration des Instrumentenansatzes

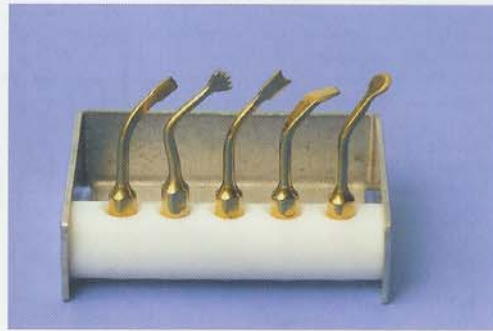


Abb. 2 Handstückansätze für die intraorale Piezo-Chirurgie.

Fig. 2 Assortiment d'inserts pour la piézochirurgie intraorale.

lässt sich auf Mikrobewegungen zwischen Längen von 20 und 200 µm einstellen. Die Frequenz beträgt 20 000 Hz, das heisst 20 000 Mikrobewegungen pro Sekunde.

Kasuistik 1

Knochenschonende Zahntfernung bei später geplanter Implantation mit dem entsprechenden Ansatz (es liegen 2 unterschiedlich angewinkelte Ansätze vor, die vom bekannten Deppeler Hebel (Bein'scher Hebel) in ihrer Form abgeleitet sind). Es lässt sich vorsichtig im Parodontalspalt zwischen Zahn und Knochen mit tupfenden Bewegungen in die Tiefe gehen (Abb. 3). Es kommt zur Opferung von lediglich etwa 1-1,5 mm starkem Alveolarfortsatzknochen, ohne dass vestibuläre Lamellen herausgebrochen werden. Ein Vorgehen im konventionellen Sinne (hebeln) ist nicht vorgesehen, sondern lediglich die Schwächung der knöchernen Alveolenwand, um den Zahn schliesslich aus seinem Bett heben zu können.

Vor allem bei wurzelbehandelten Zähnen ist dieses Vorgehen nützlich, da, abhängig von der Wurzellänge, in manchen Fällen bis zur Wurzelspitze mit dem piezoelektrischen Instrument vorgegangen werden kann. Es ist ratsam nicht punktuell, sondern eher flächig vorzugehen, um genügend Kühlflüssigkeit an die Ansatzspitze dringen zu lassen (Abb. 4).



Abb. 1 Piezoelektronische Schaltbox mit Kühlvorrichtung und Handstück.

Fig. 1 Unit de piézochirurgie composé de l'unité de commande électronique, du système de refroidissement et de la pièce à main.



Abb. 3 Knochenschonende Zahntfernung als präimplantologische Massnahme.

Fig. 3 Avulsion dentaire ménageant les tissus osseux, en tant que préparation préimplantologique.

Kasuistik 2

Knochengewinnung zur Transplantation bei Weisheitszahnentfernung. Der schon bei der einfachen Zahnentfernung festzustellende Effekt, dass durch die Ultraschallbewegungen lediglich die knöcherne Alveolarwand resiziert wird, nicht jedoch die Zahnhartsubstanz, lässt bei der Knochengewinnung im Rahmen von Weisheitszähnen mit einem anderen Ansatz, dem «Knochenschaber», ein Vorgehen zu, welches in unmittelbarer Nähe des Weisheitszahnes die Knochenspanentfernung vorsieht (Abb. 5), ohne dass, wie es beim traditionellen Vorgehen mit dem Rosenbohrer oder der Lindemannfräse geschieht, Zahnanteile mit aufgenommen werden. Sowohl eine Knochenentfernung en bloc ist möglich als auch eine Knochenentfernung in Form von Knochenspänen, die sich bei der Sammlung in einer spongiosaartigen Struktur zusammenballen. Die Alternative ist die Sammlung mit dem Knochenfilter. Die komplette Weisheitszahnentfernung kann in oben beschriebener Weise piezoelektrisch fortgeführt werden oder traditionell.

Kasuistik 3

In der implantologischen Chirurgie bietet sich bei der Kieferhöhlenbodenosteoplastik (Sinus lift) die piezoelektrische Methode als Alternative zur traditionellen Methode an, da, im Gegensatz zur konventionellen Ostektomie mit Rosenbohrern und Diamantkugelhöfen, das Risiko der Perforation der Schneider'schen Membran erheblich vermindert wird. Es lassen sich für den Ungeübten an der Eierschale erste Erfahrungen sammeln (Abb. 6), für den Geübten ergibt sich, auf Grund des verminderten Perforationsrisikos, eine wesentlich entspanntere Operationsatmosphäre bei übersichtlichem Operationsfeld (Abb. 7). Sobald die Präparation des Knochenfensters vollendet ist, lassen sich die Ansätze wechseln und mit kleinen, tellerartigen Präparationsansätzen die ersten Schritte zur Ablösung der Schleimhaut von den Knochenrändern, eine der heikelsten Phasen beim Sinus lift, problemlos durchführen (Abb. 8). Die weitere Präparation geschieht konventionell.

Kasuistik 4

Beim Freilegen des Nervus alveolaris inferior mit konventionellen Bohrinstrumenten besteht auch nach ordentlicher Präparation des Nervs immer die Gefahr des Verkantens des Bohrers und



Abb. 4 Nach der Zahnentfernung ist das geopferte Knochenareal sichtbar. Eine Präparation mit rotierenden Instrumenten ist nicht notwendig.

Fig. 4 Après l'avulsion dentaire, la perte de structures osseuses est bien visible. Une préparation supplémentaire par des instruments rotatifs n'est pas nécessaire.



Abb. 5 Knochengewinnung zur periimplantären Augmentation bei Weisheitszahnentfernung: Nur Knochengewebe wird piezochirurgisch gelöst.

Fig. 5 Prélèvement osseux, en vue de l'augmentation de la région périimplantaire; l'intervention est effectuée lors de l'avulsion d'une dent de sagesse. L'instrument piézo-chirurgical prélève uniquement du tissu osseux.



Abb. 6 Piezochirurgische Übungen am Ei: Wie beim Sinus lift muss die Innenhaut erhalten bleiben.

Fig. 6 Exercices de piézo-chirurgie sur un œuf de poule: comme lors du sinus lift, la membrane interne doit être préservée.



Abb. 7 Präparation des Knochenfensters beim Sinus lift: Der diamantierte Ansatz durchtrennt nur den Knochen, nicht die darunterliegende Kieferhöhlenschleimhaut.

Fig. 7 Ostéotomie en vue de l'ouverture de la fenêtre osseuse lors du sinus lift. L'insert diamanté ne sectionne que la paroi osseuse et ne lèse pas la muqueuse sinusienne sous-jacente.



Abb. 8 Zur initialen Ablösung der Kieferhöhlenschleimhaut eignet sich der tellerförmige Ansatz.

Fig. 8 Un insert à extrémité en forme de « pastille » est utilisé initialement pour décoller et mobiliser la muqueuse sinusienne.

des dann folgenden Zurückschlagens, eventuell in das Nervgewebe hinein. Hier bieten sich im Rahmen der Piezo-Chirurgie enorme Vorteile, da bei der Osteotomie des Foramen mentale nicht mehr gebohrt, sondern per Ultraschall geschnitten wird (Abb. 9).

Der in der Tiefe liegende Nervus alveolaris inferior bzw. Nervus incisivus wird aber nicht verletzt, wenn man das Sägeblatt ab 0,5 cm mit dem diamantierten Messer austauscht. Nach Lösung des knöchernen Foramens lässt sich dieses piezochirurgisch öffnen, um den Nerv freizugeben (Abb. 10). Es besteht ein übersichtliches Operationsfeld, welches nach dorsal piezochirurgisch erweitert werden kann, um dem Nerv aufliegendes, überstopftes Wurzelfüllmaterial komplett zu entfernen (Abb. 11) und den betroffenen Zahn mit einer Wurzelspitzenresektion mit retrograden Füllungen in allen drei Kanälen zu versorgen (Abb. 12 und 13).

Diskussion

Schon vor über 2 Jahrzehnten wurde in unserem Fachgebiet erstmals die Anwendung ultraschallgetriebener Instrumente zum Zweck der Knochenentfernung beschrieben (HORTON et



Abb. 9 Piezochirurgische Osteotomie des Foramen mentale zur Neurolyse des Nervus mentalis.

Fig. 9 Ostéotomie piézochirurgicale autour du trou mentonnier en vue de la neurolyse du nerf mentonnier.



Abb. 10 Öffnung des ausgelösten Foramens zur Nervfreigabe aus dem Knochen.

Fig. 10 L'élargissement du trou mentonnier après l'ostéotomie initiale permet de mobiliser le nerf du canal mandibulaire et de la gaine osseuse.

al. 1981). Erst mit den Arbeiten von TORRELLA et al. (1998) und VERCELOTTI et al. (2001) wurde diese Technik wieder aufgegriffen. Sowohl in der präimplantologischen Chirurgie als auch in der traditionellen intraoralen Chirurgie lassen sich die Vorteile der Piezo-Chirurgie einbringen. Der grösste Vorteil liegt in dem Phänomen begründet, dass ausschliesslich Knochen bearbeitet wird, benachbarte oder umgebende Weichgewebe (Nervus alveolaris inferior, Kieferhöhlenschleimhaut) und Hartgewebe/Substanzen (Zähne, Implantate) jedoch nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Die Eingriffe dauern anfänglich länger, die Operationszeit lässt sich aber mit steigender Lernkurve und Auswahl der richtigen Ansätze verkürzen. VERCELOTTI et al. (2001) berichteten von einer Operationszeit von acht Minuten für die Präparation des Knochenfensters und das Anheben der Kieferhöhlenschleimhaut beim Sinus lift. Dies entspricht – nicht in allen Fällen, vor allen Dingen solchen mit stärkerer knöcherner Wand – unseren Erfahrungen beim konventionellen Vorgehen (LAMBRECHT & SCHIEL 1999).

Histologische und rasterelektronenmikroskopische Grundlagenuntersuchungen am Kaninchenknochen ergaben rauere



Abb. 11 Dorsale Erweiterung des Zugangs zum Canalis alveolaris inferior und Entfernung des überstopften Wurzelfüllmaterials.

Fig. 11 Elargissement du canal mandibulaire en direction postérieure et élimination d'un important dépassement de matériau d'obturation endodontique.



Abb. 13 Postoperativer radiologischer Befund (Ausschnitt Panoramiaschichtaufnahme).

Fig. 13 Situation radiologique postopératoire (détail d'un OPG).



Abb. 12 Präoperativer radiologischer Befund (Ausschnitt Panoramiaschichtaufnahme).

Fig. 12 Situation radiologique préopératoire (détail d'un OPG).

Oberflächen nach Ultraschallpräparation als nach Bearbeitung mit der oszillierenden Säge. Microfrakturen wurden in beiden Fällen nicht festgestellt, der frühe Regenerationsprozess war nach Ultraschall verlangsamt, insgesamt histologisch aber gleich verlaufend wie bei oszillierender Präparation (ARO et al. 1981). Zusammenfassend bietet die Piezo-Chirurgie eine bemerkenswerte Erweiterung des intraoralen Operationsspektrums.

Abstract

The Piezo "effect" describes a physical interaction, which is used in different fields of clinical medicine. An ultrasound technology results in the power of a surgical cut technique, which is able to distinguish between hard- and soft tissue.

With the presented instruments it is possible to treat bone mechanically in a piezo-surgical manner without hurting the sur-

rounding soft tissues when touching them.

Four examples:

- Tooth extraction before implantation under minimal grinding of bone
- Gaining bone for peri-implant transplantation
- Preparation of Sinus Lift
- Exposing the inferior alveolar nerve

demonstrate the use of Piezo-Surgery in the intraoral area. This method shows a remarkable addition to the intraoral operation-techniques.

Literaturverzeichnis

- ARO H, KALLIONIEMI H, AHO A J, KELLOKUMPU-LEHTINEN P: Ultrasonic device in bone cutting. A histological and scanning electron microscopical study. *Acta Orthop Scand* 52: 5-10 (1981)
- CADY W G: Piezoelectricity, Dover Book Pub, New York 1964
- BALLATO A: Piezoelectricity: History and new thrusts. *IEEE Ultrasonics Symposium 1*: 575-583 (1996)
- BALLATO A: Piezoelectricity: Old effects and new applications. *IEEE Ultrasonics Transactions*, 42: 916-926 (1995)
- ELLIS A B, GESELBRACHT M J, JOHNSON B J, LISENSKY G C, ROBINSON W R: Teaching general chemistry: A materials science companion. American Chemical Society, Washington, DC 3rd edition, 1993
- HORTON J E, TAPLEY T M Jr, JACOWAY J R: Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 51: 236-242, (1981)
- LAMBRECHT J TH, SCHIEL H J: Die Kieferhöhlenbodenplastik (Sinus graft). *Acta Med Dent Helv*, 4: 49-54, (1999)
- SERVICE R F: Shape-changing crystals get shifter. *Scienc* 275: 1878 (1997)
- TORRELLA F, PITARCH J, GUILLERMO C, ANITUA E: Ultrasonic Osteotomy for the Surgical Approach of the Maxillary Sinus: A Technical Note. *Int J Oral Maxillofac Impl*, 13: 697-700 (1998)
- VERCELOTTI T: The Piezoelectric bony Window Osteotomy and Sinus Membrane Elevation: Introduction of a New Technique for Simplification of the Sinus Augmentation Procedure. *The Int J of Periodontics & Restorative Dent* 21: 561-567 (2001)

La piézochirurgie intraorale

J. Thomas Lambrecht

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

Mots clés: Piézochirurgie, transplantations osseuses, préparation osseuse, surélévation du plancher sinusien (sinus lift)

Adresse pour la correspondance:

Prof. Dr. Dr. méd. J. Thomas Lambrecht
Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel
Hebelstrasse 3, 4056 Bâle
Tél. 061/267 2606, fax 061/267 2607
E-mail: J-Thomas.Lambrecht@unibas.ch

Traduction française de Thomas Vauthier

L'effet piézo(-électrique) décrit un effet physique qui est exploité dans différents domaines de la médecine. Pour ce qui est plus spécifiquement la piézochirurgie, elle se sert de l'association d'un dispositif piézoélectrique et de la technologie ultrasonique qui provoque un effet de section qui est en mesure de différencier entre les tissus durs et les parties molles. Les instruments piézochirurgicaux à disposition permettent de découper, d'exciser et de remodeler les tissus osseux sans risque de provoquer par un contact fortuit des lésions au niveau des structures de tissus mous du voisinage.

Voici quatre exemples d'utilisations cliniques:

- avulsions préimplantologiques avec ménagement maximal des structures osseuses adjacentes;
- prélèvement osseux en vue de greffes d'os péri-implantaires;
- préparations dans le cadre de surélévations du plancher sinusien (sinus lift);
- préparation et création d'accès au nerf alvéolaire inférieur.

Ces exemples démontrent bien les indications et le rôle de la piézochirurgie dans le domaine de la chirurgie buccale. Cette méthode contribue d'une façon remarquable à l'élargissement de l'éventail opératoire dans le domaine intraoral.

(Illustrations et bibliographie voir texte allemand, page 29)

Introduction

Par effet «piézo» (ou plus précisément «piézoélectrique»), il faut comprendre l'ensemble des relations et interactions physiques qui lient les propriétés électriques de certains corps à des déformations mécaniques. Ces relations et interactions physiques comprennent des entités électriques et mécaniques fondamentales, telles que la force du champ électrique, la polarisation, ainsi que les tensions et l'expansion dans les corps solides de structure cristalline (Cady 1964). Dès 1880, les physiciens français Jacques et Pierre Curie, en collaboration avec Gabriel Lippmann, ont découvert que l'application de contraintes et forces de compression à la surface de certains corps solides de structure cristalline (p.ex. quartz, tourmaline, sel de Seignette, titanate

de baryum) peut induire une charge électrique mesurable (BALATO 1995, 1996). Par la suite, l'effet inverse a également été vérifié: l'application d'un champ électrique sur certains matériaux dits «piézoélectriques» permet d'en provoquer la déformation ciblée. Ces découvertes ont constitué le point de départ pour le développement fulgurant de nombreux appareils et applications d'usage courant, y compris dans le domaine de la micro- et nanotechnologie.

Sur le plan étymologique, le terme «piézo» provient du grec où le verbe «piezein» signifie «presser» ou «comprimer». Actuellement le terme «piézo» est utilisé pour décrire deux effets physiques distincts mais liés. Il peut s'agir de phénomènes par effet direct (polarisation électrique de la masse d'un corps – en général un corps solide de structure cristalline – ou création de char-

ges électriques à sa surface lorsque l'on le soumet à des forces mécaniques) ou par effet inverse (déformation d'un corps lorsqu'on le soumet à un champ électrique). Dans le premier cas, l'application de forces mécaniques extérieures sur un matériau à structure cristalline, anisotrope (corps diélectrique), entraîne le déplacement des centres de charges électriques, soit en direction orthogonale, soit de manière colinéaire par rapport à l'axe de polarité interne du cristal, et il en résulte de ce fait une différence de potentiel à sa surface (ELLIS et coll. 1993). Tandis que dans un matériau piézoélectrique l'application de contraintes mécaniques extérieures provoque donc le déplacement des centres de charges électriques δ^+ et δ^- , qui permet de détecter à la surface initialement neutre une différence de potentiel dipolaire (p), ce phénomène ne se produit pas dans un cristal à structure ionique symétrique et homogène (p.ex. NaCl). Par conséquent, les qualités décisives requises pour le comportement piézoélectrique sont d'une part la structure cristalline de matériau en question et d'autre part la possibilité du déplacement des charges positives et négatives les unes par rapport aux autres, au sein d'une cellule élémentaire (anisotropie) (SERVICE 1997). L'effet piézoélectrique réciproque est, du point de vue physico-chimique, le phénomène inverse de l'effet piézoélectrique direct. Il décrit la déformation, située dans la plage nanométrique, d'un cristal répondant aux critères décrits précédemment, lorsque celui-ci est soumis à un champ électrique. Pour cet effet également, la polarisation permanente des molécules joue le rôle décisif. Cet effet est mis à contribution pour le transfert de mouvements longitudinaux ou transversaux de certains matériaux ferro-électriques, par exemple pour créer des dispositifs de coupe ou de section chirurgicale.

Matériaux et méthodes

L'équipement et les instruments nécessaires pour la piézochirurgie ont été mis sur le marché par la société Mectron Medical Technology (39220 Bois-d'Amont, France) sous le nom commercial de Piezosurgery®. L'unité se compose d'une pièce à main (fig. 1) qui est reliée par un câble au boîtier central (unité électronique). A l'instar d'autres dispositifs à ultrasons, le réservoir de liquide de refroidissement est raccordé au système par un tuyau en silicone qui peut être entièrement stérilisé.

Les inserts, dont une partie est munie d'extrémités diamantées (fig. 2), permettent de réaliser des procédures nuancées dans les domaines de la chirurgie buccale traditionnelle et de la chirurgie préimplantologique; dans le dernier cas, les indications sont en premier lieu l'avulsion de dents situées dans la région de l'implantation prévue, ainsi que le prélèvement d'os autologue destiné à l'augmentation de la zone périimplantaire ou lors de surélévations du plancher du sinus (sinus lift).

Différents réglages de la fréquence des microvibrations ultrasoniques permettent de procéder de manière variable en présence de différentes épaisseurs d'os; de même, il est possible d'ajuster le péristaltisme du liquide de refroidissement. La vibration ultrasonique des inserts peut être réglée pour des micro-oscillations d'une amplitude située entre 20 et 200 μm . La fréquence de base est de 20 000 Hz, en d'autres termes de 20 000 micromouvements par seconde.

Cas de figure n° 1

Avulsion dentaire ménageant les structures osseuses avoisinantes dans le cas d'une pose d'implant prévue ultérieurement. L'insert utilisé est l'un des deux embouts prévus à cet effet (disponibles avec des angles différents et inspirés quant à leur for-

me par les élévateurs bien connus de Depler ou de Bein). L'insert permet de pénétrer avec précaution en profondeur, le long de l'espace parodontal entre la racine et l'os alvéolaire; la pénétration se fait par des mouvements progressifs de tamponnement (fig. 3). La procédure ne provoque la perte que d'environ 1 à 1,5 mm d'épaisseur d'os alvéolaire, sans qu'il y ait de risque de rupture des lamelles vestibulaires. Il n'est pas prévu d'exercer de mouvements d'avulsion conventionnels (comme l'effet de levier exercé par un élévateur); la technique est seulement destinée à affaiblir la paroi d'os alvéolaire, afin de permettre finalement l'avulsion en douceur de la dent de son alvéole.

Cette manière de procéder est particulièrement utile pour l'avulsion des dents traitées endodontiquement, du fait qu'elle permet dans certains cas – en fonction de la longueur de la racine – de faire pénétrer l'instrument piézoélectrique jusqu'à l'apex. Il est recommandé de ne pas procéder par des pénétrations ponctuelles, mais plutôt par des mouvements de balayage, afin d'assurer une irrigation suffisante de la pointe de l'insert (fig. 4).

Cas de figure n° 2

Prélèvement, lors de l'avulsion d'une dent de sagesse, de copeaux d'os en vue d'une greffe osseuse. A l'instar de ce qui vient d'être décrit pour l'effet lors de l'avulsion dentaire simple, les micro-oscillations ultrasoniques n'entraînent que la résection de la paroi d'os alvéolaire, sans qu'ils n'attaquent les tissus dentaires. Cette qualité permet d'utiliser un autre type d'embout, le «rabort à os», pour le prélèvement osseux lors de l'avulsion d'une dent de sagesse. Cet instrument est conçu de sorte à permettre le prélèvement de copeaux d'os à proximité immédiate de la dent de sagesse (fig. 5), sans qu'il n'y ait de risque d'entailler ou d'«emporter» des tissus dentaires durs comme c'est le cas lors de la méthode traditionnelle recourant à des fraises boule ou de Lindemann. La préparation piézochirurgicale permet de procéder à une ablation en bloc du greffon osseux ou un prélèvement osseux sous forme de copeaux; à noter que ces derniers ont alors tendance à s'agglomérer en structure d'os spongieux dans le récipient de stockage. A titre d'alternative, la récolte à l'aide d'un filtre à os peut également être recommandée. Par la suite, l'avulsion proprement dite de la dent de sagesse peut être effectuée soit par la méthode piézochirurgicale évoquée plus haut, soit par la technique conventionnelle.

Cas de figure n° 3

Dans le cadre de la chirurgie implantologique, la méthode piézochirurgicale se prête particulièrement bien aux ostéoplasties du plancher du sinus (*sinus lift*), en tant qu'alternative aux méthodes traditionnelles, du fait que, contrairement à l'ostéotomie conventionnelle à l'aide de fraises boules en acier et diamantées, le risque de lésion de la membrane de Schneider est considérablement réduit. Il est toutefois conseillé que les débutants fassent leurs premières expériences sur une coquille d'œuf (fig. 6), alors que les praticiens familiarisés avec la technique bénéficient d'une atmosphère bien plus détendue lors de l'intervention, en raison du risque de perforation réduit et de la bonne vue d'ensemble sur le champ opératoire (fig. 7).

Dès que la préparation de la fenêtre osseuse est terminée, il est possible de changer les inserts: les embouts à extrémité mousse, en forme de petite «pastille» conviennent parfaitement pour effectuer sans problèmes les premières étapes de décollement de la muqueuse à partir des rebords osseux, qui est l'une des phases les plus délicates lors des interventions de sinus lift (fig. 8).

Les autres étapes de l'opération sont réalisées par la méthode conventionnelle.

Cas de figure n° 4

En cas de préparation/exposition du nerf alvéolaire inférieur par des instruments rotatifs conventionnels, il n'est jamais possible d'exclure, même en procédant avec toutes les précautions qui s'imposent, le risque que la fraise ne se «coince» et ne dérape par conséquent à l'intérieur des tissus nerveux. Dans ce contexte, la méthode piézochirurgicale offre sans doute un avantage inestimable, du fait que l'ostéotomie dans la région du trou mentonnier n'est plus réalisée à la fraise, mais par une section à l'aide d'ultrasons (fig. 9).

Afin de réduire encore le risque de léser les parties du nerf alvéolaire inférieur, respectivement du nerf incisif, situées en profondeur, il est préconisé de substituer à partir d'une profondeur de 0,5 cm l'embout en forme de lame de scie par un insert diamanté en forme de bistouri. Après l'ostéotomie, la fenêtre osseuse entourant le trou mentonnier est mobilisée et retirée à l'aide de l'instrument piézochirurgical, ce qui crée un accès parfait au nerf à exposer (fig. 10). Durant toute l'intervention, le champ opératoire est parfaitement accessible, tant visuellement que manuellement; le cas échéant, il est possible d'élargir l'accès en direction dorsale (postérieure) par des instruments piézochirurgicaux, afin d'éliminer complètement des corps étrangers, par exemple des excès de matériau d'obturation endodontique qui seraient en contact avec le nerf. De même, le champ opératoire ainsi créé permet de procéder dans d'excellentes conditions à une résection apicale suivie de l'obturation rétrograde de tous les canaux (fig. 12 et 13).

Discussion

Il y a plus de deux décennies que l'utilisation d'instruments entraînés par des ultrasons pour les ostéotomies ou ostéoplasties dans notre domaine professionnel a été décrite pour la première fois (HORTON et coll. 1981). Or, ce n'est qu'à partir des publi-

cations de TORRELLA et coll. (1998) et de VERCELOTTI et coll. (2001) que cette technique a connu un nouvel essor. Les avantages de la chirurgie piézoélectrique peuvent être mis à bénéfice tant dans le domaine de la chirurgie buccale traditionnelle que dans celui de la chirurgie préimplantologique. A ce propos, l'avantage essentiel réside dans le fait que les instruments piézochirurgicaux produisent des effets exclusivement au niveau des structures osseuses, alors que le risque de léser les parties molles adjacentes ou du voisinage (nerf alvéolaire inférieur, muqueuse du sinus) et les structures ou tissus durs (dents, implants) est pratiquement exclu.

Par la force des choses, lors des premières interventions la durée des interventions sera quelque peu prolongée, bien que les temps opératoires diminuent par la suite, en fonction de la courbe d'apprentissage et de la sélection plus aisée des inserts appropriés. Ainsi, VERCELOTTI et coll. (2001) ont rapporté une durée moyenne d'intervention de huit minutes pour la préparation de la fenêtre osseuse et du décollement de la muqueuse sinusienne pour les *sinus lift*. Cette durée correspond à nos propres expériences lors d'opérations par la méthode conventionnelle – sauf dans certains cas particuliers, notamment dans les situations dans lesquelles la paroi osseuse à préparer est très épaisse (LAMBRECHT & SCHIEL 1999).

Certaines recherches fondamentales, par des examens histologiques ou sous le microscope électronique à balayage, ont fait apparaître que les surfaces préparées par les ultrasons sont plus rugueuses qu'après des ostéotomies à l'aide de la scie oscillatoire. Toutefois, dans les deux cas, les examens n'ont pas mis en évidence de microfractures. Il s'est avéré que les stades initiaux du processus de régénération ont été ralentis après des préparations aux ultrasons, bien que sur le plan histologique la guérison ait été comparable dans l'ensemble par rapport à celle observée après des préparations à l'aide de la scie oscillatoire (ARO et coll. 1981). En résumé, force est de constater que la piézochirurgie représente une méthode qui permet d'élargir de façon remarquable l'éventail des techniques de la chirurgie buccale.