

F. G. Draenert¹, E. Schiegnitz¹, S. Telkes¹, E. Stender², P. W. Kämmerer¹

Morphologischer Vergleich zirkulärer Osteotomien durch zwei verschiedene Trepanssysteme in vitro

Morphological evaluation of circular osteotomies by two different trephine bur systems in vitro

Einführung: Die Entnahme von Knochentransplantaten durch Trepanssysteme spielt bei chirurgischen Eingriffen im Mundraum eine wichtige Rolle. Die knöcherne Integrität der Entnahmestelle und des Knochentransplantats sollte möglichst geschont werden. Ziel dieser Studie war daher eine vergleichende In-vitro-Untersuchung der knöchernen Entnahmestellen nach zylindrischer Osteotomie mit unterschiedlichen Umdrehungszahlen durch einen Standardtrepan und einen diamantierten Hohlbohrer.

Material und Methoden: An bovinen Beckenknochen wurden Bohrungen mit einem Standardtrepan und einem diamantierten Hohlbohrer mit verschiedenen Umdrehungszahlen (20, 40, 60, 80, 100 %) durchgeführt. Abdrücke der Bohrlöcher durch ein Polyether-Material wurden angefertigt und die Knochenproben anschließend histomorphometrisch deskriptiv evaluiert.

Ergebnisse: Der diamantierte Hohlbohrer zeigte in dieser Studie sowohl bei den Abformungen als auch bei den histologischen Untersuchungen in Bezug auf die Qualität des Bohrlochs eine schonendere Knochenentnahme mit weniger Artefaktbildung.

Schlussfolgerung: Um eine für den Patienten schonende, atraumatische Transplantatentnahme mit – für die histologische Auswertung – geringer Artefaktbildung zu gewährleisten, weist der diamantierte Hohlbohrer Vorteile gegenüber dem Standardmodell auf.

Introduction: The harvesting of bone grafts with trephine burs plays an important role in oral and maxillofacial surgery. The integrity of the bone graft and the local donor site should be preserved as much as possible. The aim of this study was therefore a comparative in vitro study of the bone donor site after cylindrical osteotomy with a standard trephine and a diamond hollow drill.

Material and Methods: Bovine pelvic bone was drilled using a standard trephine and a diamond hollow drill at different rotational speeds (20, 40, 60, 80, 100 %). Impressions of the drill holes were prepared and the bone samples were processed for histomorphometrical analysis.

Results: In this study the diamond hollow drill demonstrated a better quality of the drill hole and gentler bone removal with fewer artifacts in both the impressions and the histological studies.

Conclusion: For gentle and atraumatic bone graft harvesting, the diamond hollow drill shows advantages compared with the standard trephine.

Keywords: trephine burs; diamond hollow drill

Schlüsselwörter: Trepanssysteme; diamantierter Hohlbohrer

¹ Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsmedizin Mainz

² Institut für Zahnärztliche Werkstoffkunde und Technologie, Universitätsmedizin Mainz

DOI 10.3238/ZZI.2012.0050-0057

¹ Oral and Maxillofacial Surgery Clinic, Mainz University Medicine

² Institute for Dental Materials Science and Technology, Mainz University Medicine

Übersetzung: LinguaDent

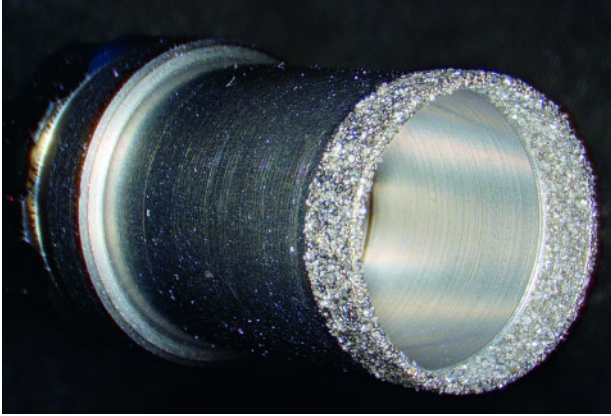


Abbildung 1 3D-mikroskopische Aufnahme des diamantierten Hohlbohrers.

Figure 1 3D microscopic appearance of the diamond hollow drill.

Einleitung

Der Einsatz verschiedener Trepanssysteme bei chirurgischen Eingriffen im Mundraum ist vielfältig. Die Entnahme zylindrischer Knochentransplantate mit dem Trepanbohrer zur knöchernen Augmentation defizitärer Kieferbereiche vor Implantatinsertion stellt einen Standardeingriff dar [2, 6, 16]. Ebenso gehört es zur experimentellen Routine, vor der histologischen Begutachtung von Knochenstrukturen, diese mit dem Trepan *in vivo* oder auch *in vitro* zu entnehmen [18, 22, 24]. Alle Methoden haben gemeinsam, dass eine möglichst geringe Beschädigung der knöchernen Integrität von Entnahmestelle und Knochentransplantat anzustreben ist. So bergen mechanische Schäden wie Frakturen und Abrasionen bei der Entnahme ossärer Augmentate aus den Donorstellen das Risiko einer verzögerten oder auch gänzlich ausbleibenden (Ein-)Heilung [19, 20]. Ebenso ist zur genauen histologischen und mikrotopographischen Untersuchung und Orientierung eine möglichst unbeschädigte Oberfläche von Entnahmestelle und Knochentrepan ohne Bildung knöcherner Artefakte vorteilhaft [6]. Daher ist eine möglichst präzise Knochenentnahme durch die entsprechenden Instrumente angezeigt [17, 21, 23]. Dementsprechend wurden Instrumente entwickelt, die bei der Entnahme einen nur minimalen Schaden an der knöchernen Oberfläche entstehen lassen [4, 6, 14].

Eine Untersuchung zum Schleifverhalten verschiedener Bohrer als technische Untersuchung zum verwendeten orthopädischen DCT-Bohrersystem zeigte bereits die Vorteile des Diamantbohrers. Das Prinzip der diamantierten Hohlbohrer zum Schleifen des Materials ist ein Prinzip aus der Steinbearbeitung, das in zahlreichen klinischen Anwendungen erfolgreich umgesetzt wurde [8, 10–13]. Diese Diamond Cutting Tools (MedArtis AG, Altnau, CH; Cerres Orthopedics GmbH, München, D) (Abb. 1) arbeiten mit einem Aufsatzsystem auf einer AO-Druckluftbohrmaschine. Im Gegensatz zu makroskopisch raspelnden, rotierenden Instrumenten findet ein Schleifen und Raspeln auf Mikroebene statt. Dies führt in erster Linie zu einem exakteren und atraumatischeren Ergebnis, was in einem *In-vitro*-Modell an 8 verschiedenen Bohrern und Raspeln bestätigt werden konnte [7]. Hier war der Diamanthohlbohrer das einzige Instrument, das auch für die Transplantatgewinnung eingesetzt werden konnte, mit akzeptablem Schliffbild. Der Standardbohrer mit Gewindeschaukeln zeigte ebenfalls gute Ergebnisse im geschliffenen Lager, was seine weite Verbreitung

Introduction

Various trephine systems are used in oral surgery. Removal of cylindrical bone grafts with a trephine bur for bone augmentation of defects in the jaw prior to implant insertion is a standard procedure [2, 6, 16]. Removal of bone structures with a trephine *in vivo* or *in vitro* for histological examination is also a routine experimental procedure [18, 22, 24]. Common to all methods is the desire to interfere as little as possible with the bony integrity of the donor site and bone graft. Mechanical injuries, such as fractures and abrasions during the removal of bone grafts from the donor sites, are associated with a risk of delayed or even entirely absent healing [19, 20]. For exact examination and orientation of the histology and microtopography, the surface of the donor site and bone trephine should be as intact as possible, without bony artifacts [6]. Bone removal using appropriate instruments should be as precise as possible [17, 21, 23]. Accordingly, instruments have been developed that cause only minimal damage on the bone surface during removal [4, 6, 14].

A technical investigation of the cutting behavior of different drills used in the orthopedic DCT trephine system has already shown the advantages of the diamond drill. The principle of the diamond hollow drill for cutting material derives from stone working and has been used successfully in numerous clinical applications [8, 10–13]. These Diamond Cutting Tools (MedArtis AG, Altnau, CH; Cerres Orthopedics GmbH, Munich, Germany) (Fig 1) work with an attachment on an AO pneumatic drill. In contrast to macroscopic rasping rotary instruments, cutting and rasping take place on a micro level. This leads primarily to a more exact and atraumatic result, which was confirmed in an *in-vitro* model using 8 different drills and rasps [7]. The diamond hollow drill was the only instrument that could also be used for obtaining a graft with an acceptable ground surface. The standard drill with threaded blades also demonstrated good results in the ground bearing, confirming its dissemination for the preparation of dental implant beds also [7]. However, a histological assessment of any bone damage at the donor sites produced by current dental trephine systems compared with a diamond hollow drill has not so far been performed.

The aim of the present study therefore was an *in-vitro* evaluation of the bone donor sites after cylindrical osteotomy with a commercially available standard trephine system as

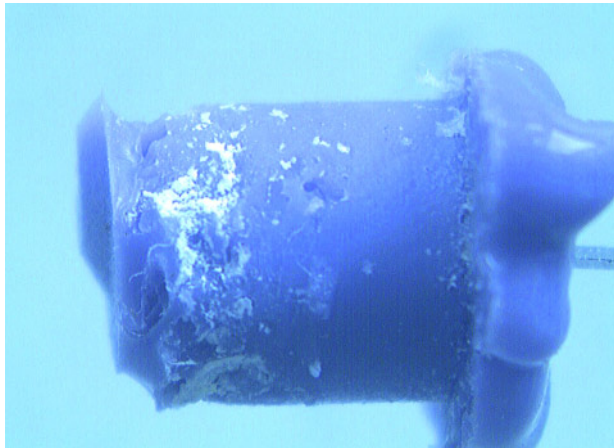


Abbildung 2 A-Silikonabdruck des T1-Bohrlochs.

Figure 2 A-silicone impression of the T1 drill hole.

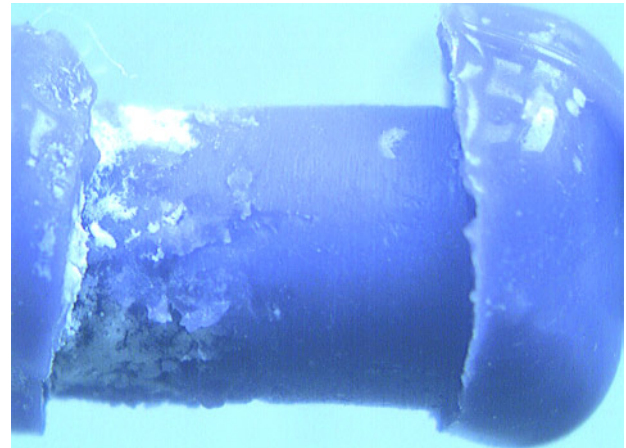


Abbildung 3 A-Silikonabdruck des T4-Bohrlochs.

Figure 3 A-silicone impression of the T4 drill hole.

auch für die Präparation dentaler Implantatlager bestätigte [7]. Eine histologische Bewertung eventueller Knochenschädigungen an den Entnahmestellen durch gängige zahnärztliche Trepanssysteme im Vergleich mit dem diamantierten Hohlbohrer wurde bisher jedoch noch nicht durchgeführt.

Das Ziel der vorliegenden Studie war daher eine *In-vitro*-Evaluation der knöchernen Entnahmestellen nach zylindrischer Osteotomie eines kommerziell erhältlichen Standard-Trepansystems und eines diamantierten Hohlbohrers im Vergleich. Dabei wurde die Qualität des Bohrlochs in Bezug auf seine Struktur und Form durch Polyether-Abformmaterialien bewertet. Zusätzlich wurde histologisch untersucht, in welchem Ausmaß die beiden Knochenstrukturen Substantia compacta und Substantia spongiosa durch den Bohrvorgang geschädigt werden und wie scharf begrenzt und präzise die angelegten Bohrlocher sind. Die Ergebnisse wurden deskriptiv ausgewertet.

Material und Methode

Entnahme der Trepanproben

Die Schleifeigenschaften eines Standard-Trepansystems (T1; Meisinger, Neuss, Deutschland) (Abb. 1) und eines diamantierten Hohlbohrers (T2; Meisinger, Neuss, Deutschland) wurden an frischem Rinderbeckenknochen, der von einem lokalen Metzger stammte, unter standardisierten Bedingungen verglichen. Die Bohrungen wurden per Hand an einer konventionellen zahnmedizinischen Behandlungseinheit vom Typ Siemens Sirona M1 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Deutschland) durchgeführt. Pro Bohrer typ wurden Bohrungen bei 20 %, 40 %, 60 %, 80 % und 100 % Umdrehungen angefertigt. Alle Bohrungen für alle Umdrehungszahlen wurden doppelt durchgeführt.

Abformung der Bohrlöcher

Anschließend wurden die Bohrlöcher fotografiert und eine Abformung aus einem kommerziell erhältlichen Polyether-Abformmaterial (Impregum Penta, 3M ESPE, Seefeld, Deutsch-

land) verglichen mit einem diamantierten Hohlbohrer. Die Qualität des Bohrlochs wurde mit regard zu seiner Struktur und Form durch ein Polyether-Abformmaterial bewertet. Zusätzlich wurde die Ausdehnung der Schädigung an kompakter und spongioser Knochen durch den Bohrvorgang histologisch untersucht, und die Schärfe und Präzision der Bohrlocher wurden bewertet. Die Ergebnisse wurden deskriptiv ausgewertet.

Materials and methods

Removal of the trephine samples

The cutting characteristics of a standard trephine system (T1; Meisinger, Neuss, Germany) (Fig. 1) and a diamond hollow drill (T2; Meisinger, Neuss, Germany) were compared under standardized conditions on fresh bovine pelvic bone obtained from a local butcher. The drilling was performed by hand using a conventional dental treatment unit (Siemens Sirona M1, Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany). Drilling was performed with each drill type at rotational speeds of 20 %, 40 %, 60 %, 80 % and 100 %. All drilling procedures were performed twice for each rotational speed.

Drill hole impression

The drill holes were then photographed and an impression of the holes was made with a commercially available polyether impression material (Impregum Penta, 3M ESPE, Seefeld, Ger-

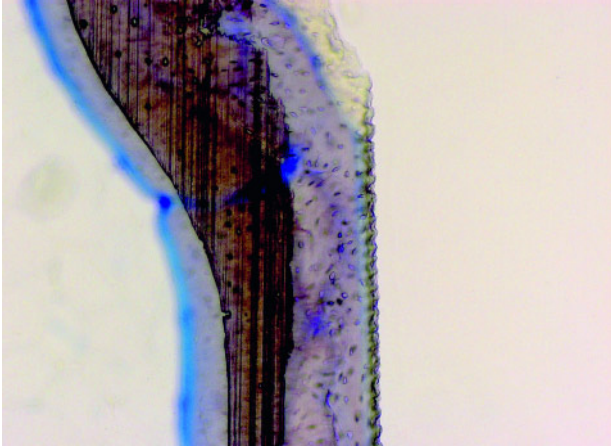


Abbildung 4 Histologischer Knochenschnitt quer von T1 (Alkalinfuchsin, x 25). An der Entnahmestelle ist ein ausgeprägtes Zackenrelief erkennbar.

Figure 4 Histological transverse section of bone in T1 (alkaline fuchsin, x 25). The jagged outline at the sampling site can be seen.

land) der Bohrlöcher angefertigt (Abb. 2 und 3). Auf jeder Abformung wurden jeweils fünf zufällig ausgewählte Areale in Vergrößerung (x 20) deskriptiv auf ihre Qualität und Form hin untersucht.

Histologische Bearbeitung

Die Knochenproben mit den Bohrlöchern wurden eingebettet und histologische Präparate angefertigt. Die eine Hälfte der Proben wurden mit einer kommerziell erhältlichen Säge mit Wasserkühlung (Exakt, Hamburg, Deutschland) in einer Dicke von 5 mm horizontal, die andere Hälfte vertikal geschnitten, sodass von jeder Bohrung bei jeder Umdrehungszahl Schnitte in beiden Dimensionen vorlagen. Nach der von *Donath* und *Breuner* [5] beschriebenen Technik wurden die Knochenschnitte sofort nach Bearbeitung in PMMA (Technovit 7100, Heraeus Kulzer, Hanau, Deutschland) eingebettet und auf eine Dicke von 30–50 µm geschliffen. Eventuelle Beschädigungen durch das Schleifen an kortikalen und spongiosen Knochenabschnitten wurden histomorphometrisch an allen Proben deskriptiv evaluiert.

Ergebnisse

Abformungen

Die Untersuchung der Abformungen der Bohrlöcher zeigte bereits makroskopisch bei T1 vor allem im distalen Bereich des Bohrlochs eine unruhige und mit Löchern versehene Bohrbohrfläche (Abb. 2). Es konnte keine gleichmäßige Rundung des Bohrlochs nachgewiesen werden. Bei T2 war der größere Teil des Bohrlochs ohne grobe Ausbrüche oder Zackenbildungen (Abb. 3). Jedoch kam es auch am distalen Rand zu Unregelmäßigkeiten an der Bohrbohrfläche. Die Unregelmäßigkeiten nahmen bei beiden Systemen mit ansteigender Drehzahl zu. In

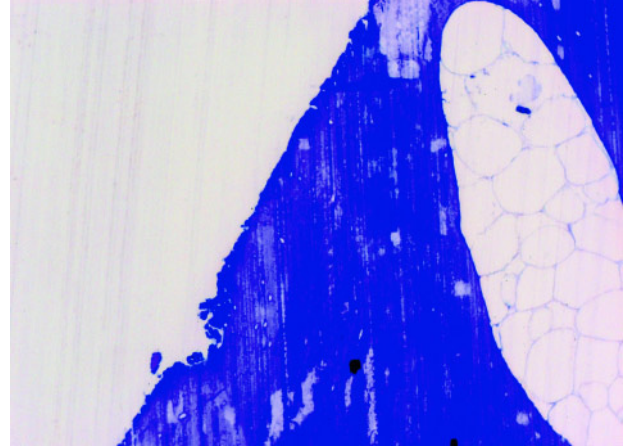


Abbildung 5 Histologischer Knochenschnitt quer (Alkalinfuchsin, x 25). Der Verlauf der Schnittlinie stellt sich hier als geradlinig, jedoch von Ausbrüchen und Spänen durchzogen dar.

Figure 5 Histological transverse section of bone (alkaline fuchsin, x 25). The cutting line appears straight here, though interspersed with breaks and chips.

many) (Fig. 2 and 3). On each impression, the quality and form of five randomly selected areas were examined descriptively under magnification (x 20).

Histological processing

The bone samples with the drill holes were embedded and histological preparations were made. Half of the samples were cut horizontally with a commercially available water-cooled saw (Exakt, Hamburg, Germany) in a thickness of 5 mm and the other half were cut vertically so that sections of each drilling at each rotational speed were available in both dimensions. Using the technique described by *Donath* and *Breuner* [5], the bone sections were embedded in PMMA (Technovit 7100, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) immediately after processing and cut to a thickness of 30–50 µm. Histomorphometric evaluation of any damage due to cutting cortical and cancellous bone sections was performed descriptively on all samples.

Results

Impressions

Even macroscopically, examination of the impressions of the drill holes showed an uneven drilling surface with holes with T1, especially in the distal region of the hole (Fig. 2). A uniform curvature of the drill hole was not found. With T2, the majority of the drill hole was without gross breaks or jaggedness (Fig. 3). However, irregularities on the drilled surface also occurred at the distal margin. With both systems, the irregularities increased with increasing rotational speed. At higher magnification, markedly more irregularities and score marks

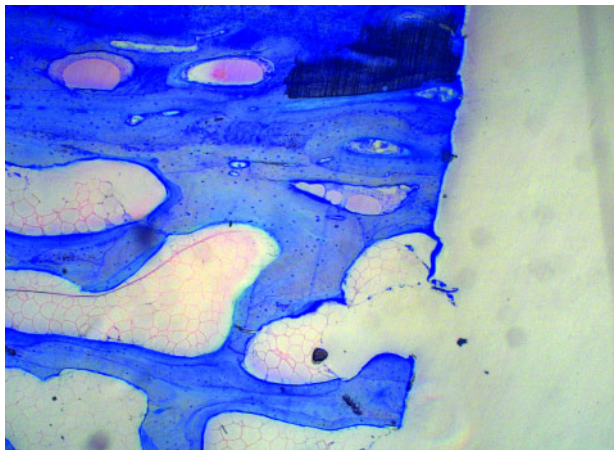


Abbildung 6 Histologischer Knochenschnitt längs (Alkaline-Fuchsin, x 25). Anhand des Längsschnittes lässt sich ein mit ansteigender Drehzahl immer ungenaueres Bohrloch erkennen.

Figure 6 Histological vertical section of bone (alkaline fuchsin, x 25). On the vertical section, it can be seen that the drill hole becomes more and more uneven as the speed increases.

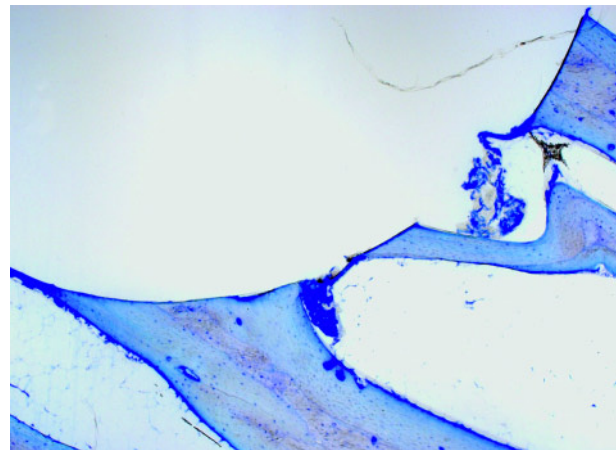


Abbildung 7 Histologischer Knochenschnitt quer (Alkaline-Fuchsin, x 25). Ab einer Knochenstärke von unter 80 µm kommt es bei Verwendung von T1 zu Frakturen in der Spongiosa.

Figure 7 Histological transverse section of bone (alkaline fuchsin, x 25). From a bone thickness of less than 80 µm, fractures in the cancellous bone occur when T1 is used.

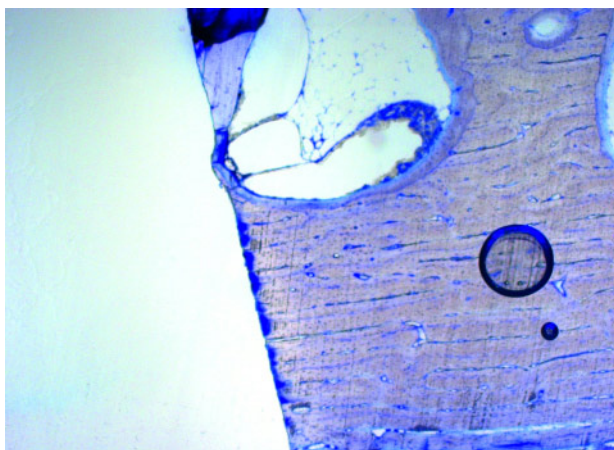


Abbildung 8 Histologischer Knochenschnitt längs (Alkaline-Fuchsin, x 25). Es ist ein geradliniger, nur leicht welliger Knochenverlauf entlang der Schnittlinie erkennbar.

Figure 8 Histological vertical section of bone (alkaline fuchsin, x 25). A straight and only slightly wavy bone line is identified along the cutting line.

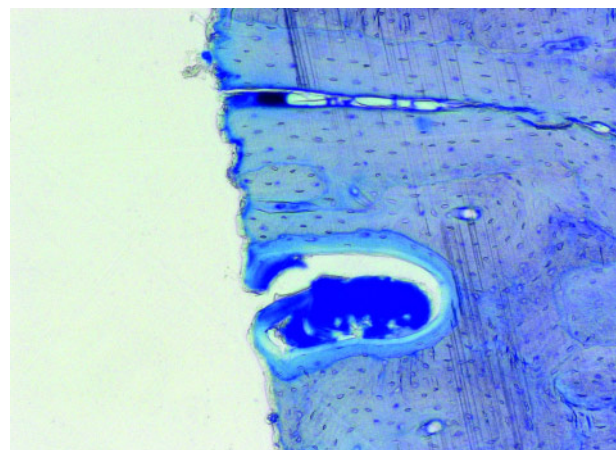


Abbildung 9 Histologischer Knochenschnitt längs (Alkaline-Fuchsin, x 100). In der höheren Vergrößerung sind punktuell größere Oberflächenreliefs des Knochens erkennbar.

Figure 9 Histological vertical section of bone (alkaline fuchsin, x 100). At higher magnification, rougher points on the surface of the bone are identified.

der höheren Vergrößerung ließen sich bei T1 in allen Schnitten bei allen Umdrehungszahlen deutlich mehr Unregelmäßigkeiten und Riefen (Abb. 4) als bei T2 (Abb. 5) erkennen. Allerdings ist anzumerken, dass auch die Abformungen der T2-Bohrlöcher nicht ohne Schleifartefakte waren.

Histomorphologische Auswertung

Die histologischen Längsschnitte der beiden Trephansysteme ließen in der Kompakta stets exaktere Schnittlinien als in der Spongiosa erkennen. Bei den Längsschnitten waren in allen Fällen mit zunehmender Bohrtiefe keine Verschlechterungen in Form einer gröberen oder ungenauer verlaufenden Schnitt-

were identified with T1 in all sections at all rotational speeds (Fig. 4) than with T2 (Fig. 5). However, it should be commented that the impressions of the T2 drill holes were not without cutting artifacts.

Histomorphological analysis

The vertical histological sections of the two trephine systems always showed more exact cutting line in the compact bone than in the cancellous bone. In the vertical sections, worsening in the form of a coarser or more imprecise cutting line was not found in any cases with increasing drilling depth. With a few

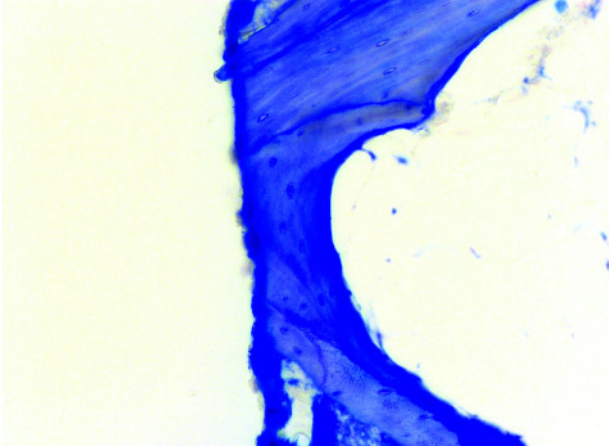


Abbildung 10 Histologischer Knochenschnitt längs (Alkaline-Fuchsin, x 100). Punktuell welliger Schnittverlauf im Bereich der Spongiosa. Hier bleiben auch dünne Knochenbälkchen unbeschadet stehen.

Figure 10 Histological vertical section of bone (alkaline fuchsin, x 100). Wavy cutting line in parts of the cancellous bone. Thin bone trabeculae also persist undamaged.

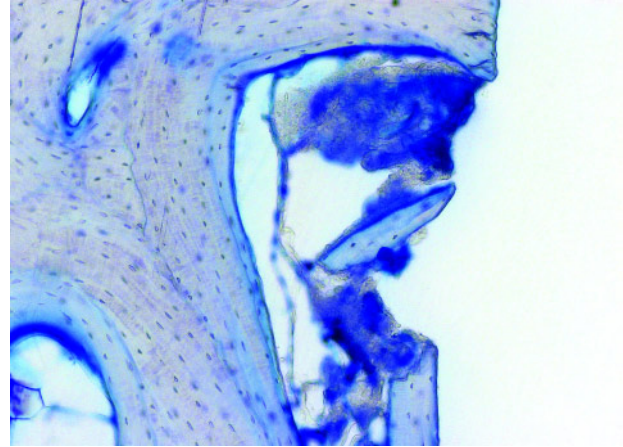


Abbildung 11 Histologischer Knochenschnitt längs (Alkaline-Fuchsin, x 100). Knochenfraktur im Bereich des kortikalen Knochens bei einer Dicke von 70–100 µm.

Figure 11 Histological vertical section of bone (alkaline fuchsin, x 100). Bone fracture in the cortical bone at a thickness of 70–100 µm.

Abb. 1–11: F.G. Draenert

linie zu evaluieren. Mit wenigen Ausnahmen zeigten die Querschnitte scharf begrenzte Bohrlöcher mit typischerweise abgelagerten Knochenspänen entlang der Rundung des Bohrlochs.

Bei T1 war bei allen Längsschnitten ein grober Verlauf der Schnittlinie sichtbar. Dabei variierte der Verlauf der geschnittenen Knochenoberfläche zwischen welligen Schnittlinien und eher gezackten Knochenoberflächen (Abb. 5). Die Schnittlinien waren an mehreren Stellen von Zacken und Ausbrüchen durchzogen (Abb. 6). Mit ansteigender Drehzahl kam es zu immer ungenaueren Bohrlöchern. Die Querschnitte wiesen insbesondere in der Kompakta neben Ablagerungen von Knochenspänen präzise Bohrlöcher auf. In der Spongiosa kam es ab einer Restknochenstärke > 80 µm zu Frakturen im Knochen (Abb. 7).

Bei den Präparaten zu T2 war ein präziser, geradliniger und nur leicht welliger Knochenverlauf entlang der Schnittlinie erkennbar (Abb. 8). Allerdings war punktuell auch ein gröberes und stärker gezacktes Oberflächenrelief des Knochens vorhanden (Abb. 9 und 10). Ab einer Knochenstärke von 80 µm kam es zu geringgradigen Verformungen, auch einzelne Frakturen in diesem Bereich wurden beobachtet (Abb. 11). Insgesamt ließen sich runde Bohrlöcher evaluieren, wobei auffällig war, dass es mit ansteigender Drehzahl zu ungenaueren Bohrvorgängen kam.

Diskussion

Trephansysteme werden bei der Biopsie des Kiefers mit darauf folgender histologischer Begutachtung, bei der vorbereitenden Präparation eines Implantatbetts und bei der Transplantation von Knochenzylindern eingesetzt. Beschädigungen des Gewebes bei der Trepanation wie Frakturen und der Verlust von spongiösen Trabekeln durch die Entnahmeprozedur sind bekannte Probleme [9]. Diese können in Komplikationen wie einer möglicherweise erschwerten histomorphologischen Auswertung [1], einem Implantatverlust, einer Wundheilungsstörung oder gar einer aseptischen

exceptions, the horizontal sections showed sharply demarcated drill holes with typically deposited bone chips along the curvature of the drill hole.

With T1, the cutting line appeared rough on all vertical sections. The course of the cut bone surface varied between a wavy cutting line and a rather jagged bone surface (Fig. 5). The cutting lines were interspersed in several places by spikes and breaks (Fig. 6). The drill holes became more and more imprecise with increasing rotational speed. The transverse sections showed precise drill holes besides deposits, especially in the compact bone. In the cancellous bone, fractures occurred in the bone from a residual bone thickness > 80 µm (Fig. 7).

In the T2 preparations, a precise, straight and only slightly wavy bone line was identified along the cutting line (Fig. 8). However, a rougher and more jagged bone surface was present in parts (Fig. 9 and 10). From a bone thickness of 80 µm, slight deformations occurred and isolated fractures were also observed in this region (Fig. 11). Overall, round drill holes were seen, though it was noticeable that more imprecise drilling procedures occurred with increasing rotational speed.

Discussion

Trephine systems are used for biopsy of the jaw with subsequent histological assessment, in the preparation of an implant bed, and in the transplantation of bone cylinders. Damage to the tissue during trephining, such as fractures and loss of cancellous trabeculae due to the removal procedure, are well-known problems [9]. These can result in complications such as possibly greater difficulty in histomorphological assessment [1], implant loss, delayed wound healing or even aseptic necrosis [9]. In previous studies, evidence was obtained regarding the

Nekrose [9] resultieren. In vorangegangenen Studien konnten Hinweise auf die den standardisierten Trepanssystemen überlegenen Schleifeigenschaften eines diamantierten Hohlbohrers gewonnen werden [7]. Daher wurde in der vorliegenden Studie auf einen Vergleich des Schleifprofils eines Standardtrepans (T1) bei der knöchernen Trepanentnahme mit den Eigenschaften des diamantierten Hohlbohrers (T2) in einem *In-vitro*-Modell abgezielt. Zusammenfassend wurden die knöchernen Entnahmestellen zweier verschiedener Trepanssysteme auf ihre Beschaffenheit hin untersucht. Die Testung der Schleifeigenschaften von Bohrern und Trepanen an frischem humanem oder xenogenem Knochen mit konsekutiver histologischer Aufbereitung stellt eine gängige Methode dar [3, 7, 15].

Polyetherabdrücke der knöchernen Bohrlöcher zeigten bei beiden Trepanssystemen eine ungleichmäßige Bohroberfläche vor allem im distalen Bereich, wobei beim Trepansystem T2 größere Teile der Bohrfläche eine harmonische und ebene Oberfläche aufwiesen. Bei den histologischen Untersuchungen zeigte sich generell, dass es im dünnwandigen Trabekelnetzwerk der Spongiosa leichter zu Frakturen kam als in der Kompakta. Ein Vergleich der beiden Trepane machte deutlich, dass die Verwendung des diamantierten Hohlbohrers zu den besseren Ergebnissen führte. Bei T1 waren die Resultate bei niedriger Umdrehungszahl (20 % – entspricht 1333 U/min) noch annehmbar. Im höheren Drehzahlbereich war jedoch eine sehr grobe und unstrukturierte Knochenoberfläche erkennbar. Beim Trepansystem T2 waren im niedrigen Drehzahlbereich akkurate und exakte Bohrlöcher nachweisbar. Im höheren Drehzahlbereich kam es auch hier zu Unregelmäßigkeiten an der Bohroberfläche, jedoch nicht im gleichen Ausmaß wie bei T1. Größere Differenzen, in Bezug auf die Knochenoberfläche, ab der es zu einer Fraktur kam, bestanden bei beiden Trepanssystemen nicht. Prinzipiell kamen ab einer Knochendicke von $\geq 110 \mu\text{m}$ bei beiden Trepanssystemen keine Frakturen vor. Die kritische Knochendicke, ab der es zu einer Fraktur kam, lag bei den Ergebnissen dieser Studie zwischen 80 und 110 μm , unabhängig vom verwendeten System. Insgesamt zeigen sich Vorteile für den diamantierten Hohlbohrer im Vergleich zum Standard-Trepanssystem. Es waren mit dem diamantierten System präzisere Bohrvorgänge bei geringerem Gewebeschaden möglich. Dies könnte sich positiv auf eine unkomplizierte und zeitnahe Wundheilung, eine bessere Passgenauigkeit von Transplantaten bei Zylindern und eine aussagekräftigere histologische Bewertung auswirken.

Interessenkonflikt: Vom Autor sowie den Co-Autoren wurden keine möglichen Interessenkonflikte im Sinne der ICMJE angegeben.

G. F. Draenert hat die Nennung seines Namens auf verschiedenen Instrumententrays der Firma Hager und Meisinger lizenziert.

superior cutting characteristics of a diamond hollow drill compared with standardized trephine systems [7]. The aim of the present study was therefore to compare the cutting profile of a standard trephine (T1) when removing a cylinder of bone with the characteristics of a diamond hollow drill (T2) in an *in-vitro* model. In summary, the bone donor sites of two different trephine systems were examined with regard to their structure. Testing the cutting characteristics of drills and trephines in fresh human or xenogenous bone with subsequent histological processing is an accepted method [3, 7, 15].

Polyether impressions of the bony drill holes showed an uneven drilling surface with both trephine systems, especially in the distal region, though greater parts of the drilling surface exhibited a harmonious and even surface with the T2 trephine system. The histological examinations showed generally that fractures occurred more readily in the thin-walled trabecular network of cancellous bone than in compact bone. Comparison of the two trephines made it clear that use of the diamond hollow drill led to better results. With T1, the results were still acceptable at a low rotational speed (20 % – equivalent to 1333 rpm). At higher speeds, however, a very coarse and unstructured bone surface was identified. With the T2 trephine system, accurate and exact drill holes were found at low rotational speeds. At a higher speed, irregularities occurred on the drilling surface in this case too, but not to the same extent as with T1. Greater differences with regard to the bone surface, at which fracture occurred, were not found between the two trephine systems. No fractures occurred with either trephine system above a bone thickness of $\geq 110 \mu\text{m}$. The critical bone thickness at which fracture occurred was between 80 und 110 μm according to the results of this study, regardless of the system employed. Overall, advantages were apparent for the diamond hollow drill compared with the standard trephine system. More precise drilling procedures with less tissue damage were possible with the diamond system. This might have a positive effect in the form of uncomplicated and prompt wound healing, better fit of cylindrical grafts and more reliable histological assessment.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest in the meaning of the ICMJE.

F. G. Draenert has a licensing agreement with Hager and Meisinger permitting them to use his name on their various instrument trays.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Dr. med. dent. Florian G. Draenert
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Universitätsmedizin Mainz
Augustusplatz 2
55131 Mainz
E-Mail: webmaster@draenert.net

Literatur

1. Bain BJ: Bone marrow trephine biopsy. *J Clin Pathol* 2001;54:737–742
2. Cawood JI, Stoelinga PJ, Blackburn TK: The evolution of preimplant surgery from preprosthetic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36:377–385
3. Chacon GE, Bower DL, Larsen PE, McGlumphy EA, Beck FM: Heat production by 3 implant drill systems after repeated drilling and sterilization. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:265–269
4. Deeley TJ: The drill biopsy of bone lesions. *Clin Radiol* 1972;23:536–540
5. Donath K, Breuner G: A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissues. The Sägeschliff (sawing and grinding) technique. *J Oral Pathol* 1982;11:318–326
6. Draenert FG, Huetzen D, Kammerer P, Wagner W: Bone augmentation in dental implantology using press-fit bone cylinders and twin-principle diamond hollow drills: a case series. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009
7. Draenert FG, Mathys R, Jr., Ehrenfeld M, Draenert Y, Draenert K: Histological examination of drill sites in bovine rib bone after grinding in vitro with eight different devices. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45:548–552
8. Draenert KD, Draenert YI, Krauspe R, Bettin D: Strain adaptive bone remodelling in total joint replacement. *Clin Orthop Relat Res* 2005:12–27
9. Draenert K, Draenert Y: A new procedure for bone biopsies and cartilage and bone transplantation. *Sandorama* 1987; 3:254–269
10. Draenert K: Studying bone regeneration with the scanning electron microscope. *Scan Electron Microsc* 1983: 247–254
11. Draenert K: Stable fixed autologous and homologous cancellous bone transplants. Thieme, New York, USA 1982
12. Draenert K, Draenert Y: The architecture of metaphyseal bone healing. *Scan Electron Microsc* 1979:521–528
13. Dresing K, Sturmer KM: Press-fit bone dowel arthrodesis of the ankle or the subtalar joint using a diamond bone cutting system. Surgical technique and initial results in 10 patients. *Unfallchirurg* 2000;103:645–655
14. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S: Piezosurgery: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2004;42:451–453
15. Ercoli C, Funkenbusch PD, Lee HJ, Moss ME, Graser GN: The influence of drill wear on cutting efficiency and heat production during osteotomy preparation for dental implants: a study of drill durability. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:335–349
16. Esposito M, Grusovin MG, Kwan S, Worthington HV, Coulthard P: Interventions for replacing missing teeth: bone augmentation techniques for dental implant treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2008:CD003607
17. Evans PJ, Miniaci A, Hurtig MB: Manual punch versus power harvesting of osteochondral grafts. *Arthroscopy* 2004; 20:306–310
18. Gomes de Oliveira RC, Leles CR, Lindh C, Ribeiro-Rotta RF: Bone tissue micro-architectural characteristics at dental implant sites. Part 1: Identification of clinical-related parameters. *Clin Oral Implants Res* 2011
19. Khoury F, Buchmann R: Surgical therapy of peri-implant disease: a 3-year follow-up study of cases treated with 3 different techniques of bone regeneration. *J Periodontol* 2001;72:1498–508
20. Khoury F: Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:557–564
21. Kordas G, Szabo JS, Hangody L: The effect of drill-hole length on the primary stability of osteochondral grafts in mosaicplasty. *Orthopedics* 2005;28:401–404
22. Kumar V, Sagheb K, Klein MO, Al-Nawas B, Kann PH, Kämmerer PW: Relation between bone quality values from ultrasound transmission velocity and implant stability parameters. An ex-vivo study. *Clin Oral Imp Res* 2011;In print
23. Moholkar K, Taylor D, O'Reagan M, Fennel G: A biomechanical analysis of four different methods of harvesting bone-patellar tendon-bone graft in porcine knees. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A:1782–1787
24. Stavropoulos A, Sima C, Sima A, Nyengaard J, Karring T, Sculean A: Histological evaluation of healing after transalveolar maxillary sinus augmentation with bioglass and autogenous bone. *Clin Oral Implants Res* 2011