

lichen Stellen und die Beurteilung von Mikropräparationsmaßnahmen, die Kontrolle von Kavitäten auf Reste kariösen Dentins z. B. in Approximalräumen oder die Beurteilung pulpennaher Läsionen unter hoher Vergrößerung. Die Koronoskopie ist dasjenige odontoskopische Verfahren, das am ehesten mit dem Gebrauch einer intraoralen Kamera zu vergleichen ist. Der Unterschied zur Verwendung einer intraoralen Kamera besteht darin, dass das Odontoskop auf der Zahnkrone oder in einem Interdentalraum direkt abgestützt werden kann. Diese Stützfunktion erlaubt eine Beobachtung mit konstantem Objektstand über einen beliebig langen Zeitraum, d. h. der Behandler wird davon entlastet, das Kamerasystem mit der Hand zu führen, somit entfallen alle daraus resultierenden Probleme der Fokussierung und der Bewegungsartefakte, die bei einer freihändig geführten intraoralen Kamera bestehen. Durch die Anwendung sterilisierbarer Stützschäfte wird im Übrigen das bei intraoralen Kameras nach wie vor bestehende Hygieneproblem vermindert. Ein weiterer Vorteil gegenüber der Mehrzahl intraoraler Kameras liegt in der grazilen Gestaltung des Arbeitsendes des Odontoskopes, das je nach Anwendung zwischen 2,5 und 5 mm liegt. Die Koronoskopie hat zum Ziel, in schwer zugänglichen Räumen die Kariesdiagnostik zu unterstützen und nach der Exkavation die vollständige Entfernung kariösen Dentins zu dokumentieren. Insbesondere in Pulpennähe ist die Koronoskopie hilfreich, durch eine dem OP-Mikroskop vergleichbare Vergrößerung eine genaue Inspektion der Kavitäten zu ermöglichen und somit einer unbeabsichtigten Eröffnung der vitalen Pulpa vorzubeugen. Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen der einfachen Koronoskopie ohne Immersion, die allein durch Abstützung des Odontoskopes auf der Krone erfolgt und der Koronoskopie mit Immersion. Die Koronoskopie mit Immersion setzt die Bildung einer Kavität voraus, die in geeigneter Weise abgedämmt werden kann, um die Voraussetzungen für die Beobachtung unter Immersion zu schaffen.

### *Pulposkopie*

Die Pulposkopie (interne Koronoskopie) erlaubt die Inspektion des Pulpenkavums. Sie eignet sich zur Identifizierung der Wurzelkanaleingänge, zur Beurteilung von Frakturen und der Unterstützung endodontischer Behandlungen, wenn bei Verschmutzung oder Blutung eine Beobachtung mit dem OP-Mikroskop nicht möglich ist. Eine Pulposkopie resultiert immer dann, wenn bei einer internen Koronoskopie, d. h. der Beobachtung einer Zahnkavität die Pulpa eröffnet wird. Eine Abtragung des Pulpendaches ist für die Pulposkopie nur insofern erforderlich, als das Odontoskop zur Übersicht in das Pulpenkavum eingeführt werden muss. Wird ein Zahn trepaniert, so unterstützt die Koronoskopie die Entscheidung, ob das Pulpdach hinreichend eröffnet wurde und das gesamte Pulpenkavum zugänglich ist. Die Kanäleingänge können unter Immersion aufgesucht und aufbereitet werden.

### *Parodontoskopie*

Die Parodontoskopie zur Untersuchung des Zahnhalteapparates kann grundsätzlich auf zwei Wegen erfolgen: Die sulkuläre Parodontoskopie (SP) ist eine Untersuchung von parodontalen Taschen, die zumeist nur unter pathologischen Bedingungen erfolgen kann. Dazu wird ein Odontoskop kleinster Bauart in den zuvor mit Küretten erweiterten Sulcus gingivalis eingeführt und damit die Zahnoberfläche, der Fundus von parodontalen Taschen oder ein knöcherner Defekt inspiziert. Die Möglichkeiten der sulkulären Parodontoskopie sind begrenzt auf Kontrollen von Kürettagen resp. die Überprüfung von Maßnahmen zur Wurzelreinigung und Wurzelglättung. Mit der paraalveolär tunnellerenden Parodontoskopie (PTP) ist eine wesentlich umfangreichere Untersuchung und insbesondere odontoskopisch assistierte Chirurgie möglich. Die PTP ermöglicht eine interne Untersuchung der Zahnwurzeloberfläche und des umgebenden Alveolarknochens. Auf diese Weise wird ein atraumatischer Zugang zur Parodontalbehandlung ohne Lappenbildung ermöglicht, ohne Einschränkungen bei der Präzision der Behandlung. Bei der PTP wird ähnlich wie bei der externen Osteoskopie durch eine mesial des Operationsfeldes angelegte vestibulär oder oral gelegene und vom marginalen Parodont distante Inzision ein Tunnel präpariert, der die Gingiva im OP-Bereich komplett unterminiert, von diesem subgingivalen paraalveolären Tunnel aus werden die Wurzeloberfläche, der Interdentalraum, der knöchernen Sulkus, Furkationen o.ä. dargestellt. Die Instrumente können dabei entweder parallel zum Endoskop durch den Zugang geführt werden oder jedoch durch Punktionen oder kleine Gegeninzisionen transversal in den paraalveolären Tunnel eingebracht werden, auf diese Weise lassen sich z. B. Interdentalräume oder interradiäre Räume erreichen. Daneben ist eine transsulkuläre Instrumentenführung mit Sicht aus dem paraalveolären Tunnel (PAT) bei der Reinigung von Wurzeloberflächen erforderlich, Laserfasern hingegen können horizontal geführt werden, um die kritischen Zonen zu erreichen.

### *Apikoskopie*

Unter Apikoskopie verstehen wir die odontoskopische Untersuchung der Wurzelspitze in situ im Rahmen der endodontischen Chirurgie. Dabei hat die Apikoskopie zunächst die Aufgabe, die Lokalisation der Wurzelspitze im Alveolarknochen z. B. bei unübersichtlichen anatomischen Verhältnissen zu unterstützen, nach chirurgischer Exposition der Wurzelspitze kann die Apikoskopie zur Diagnose derjenigen Faktoren eingesetzt werden, die zum Misserfolg der konventionellen endodontischen Behandlung führten oder zu Rezidiven Anlass gegeben haben, wie z. B. ein nicht identifizierter Wurzelkanal, Kanalverzweigungen, Frakturen oder insuffiziente Füllungen. Die Apikoskopie kann darüber hinaus im Falle von zystischen Prozessen zur Kontrolle des OP-Situs auf vollständige Entfernung von Zystenbalg oder Granula-

# Knochenmühlen und Knochenfilter

## Unverzichtbares Instrumentarium für die Augmentation

*Eine Fülle unterschiedlicher Produkte ist derzeit auf dem Markt, und es ist für den Anwender mühsam, zwischen den angebotenen Instrumenten zu entscheiden. Selbst die sehr hohen Preise für manches Importprodukt bürgen nicht für ein Mehr an Qualität. Nur handfeste Kriterien können hier helfen, erfüllen doch manche Produkte nicht einmal die Richtlinien für Medizinprodukte. Knochenmühlen sowie Knochenfilter sind Medizinprodukte der Klasse IIa und dürfen somit nur von zertifizierten Unternehmen auf den Markt gebracht werden. Direkt neben dem CE-Zeichen muss deshalb eine vierstellige Kenn-Nummer angebracht sein.*

REDAKTION

In den letzten Jahren haben die medizinischen Erfolge der augmentativen Knochenregenerationsverfahren den chirurgischen Indikationsbereich stetig erweitert. Neben der Implantologie finden sie in der parodontalen Chirurgie, bei Sinusliftoperationen oder Zystektomien ihre Anwendung. Durch den erheblich gestiegenen ästhetischen Anspruch der Patienten sind höchste Anforderungen an den Behandler im operativen Hart- und Weichgewebsmanagement – beispielsweise beim Einzelzahnimplantat im Frontbereich – gestellt. Wissenschaftlich ist derzeit unstrittig, dass autologer Knochen das biokompatibelste Material zur Augmentation darstellt.<sup>1</sup> Er zeichnet sich vor allem durch die ausbleibende immunologische Abwehrreaktion aus.

Auf dem Gebiet der Knochenersatzmaterialien sind in den letzten Jahren zwar sehr viele Produkte auf dem Markt, jedoch müssen sich diese erst durch klinische Langzeitergebnisse etablieren. Untersuchungen belegen zudem, dass bei autologen Knochentransplantaten eine frühere Revaskularisation stattfindet und ein höherer Prozentsatz an lebenden Knochenzellen vorhanden ist.<sup>2</sup> Bei der Gewinnung autologen Knochenmaterials kommen in der Praxis einerseits Knochenfilter, die mit der Absauganlage kombiniert werden, um anfallende Bohrspäne aufzufangen, und andererseits Knochenmühlen, die zur Zerkleinerung kompakter Knochenstücke dienen, zum Einsatz.

Zu den Kriterien: Die Funktion von Knochenfiltern wird wesentlich von der wirksamen Filterfläche bestimmt, diese steigt beispielsweise bei einem runden Sieb mit Verdoppelung des Durchmessers um das Vierfache. Somit sollte der Filter einen möglichst großen Durchmesser und eine optimierte Porenanordnung (z. B. wabenförmig) aufweisen. Eine einfache Entnahme des Knochenmaterials durch eine beispielsweise flache Gestaltung des Siebes sollte selbstverständlich sein. Die Entnahme des Materials wird bei einigen Filtern dadurch erleichtert, dass das Auffangsieb aus einer perforierten Metallfolie besteht und völlig plan ist – somit also kein Material an etwaigen Web- oder Biegekannten zurückbleibt. Vor dem Kauf sollte bedacht werden, ob es Innenbereiche des Systems gibt, die wegen ihrer Gestaltung nicht oder nur schwer gereinigt werden können. Gebogene Metallrohre eignen sich beispielsweise für die

Durchleitung von wieder zu verwendendem Patientenmaterial nicht geeignet. Als weiteres Kriterium sollte noch eine möglichst unkomplizierte Handhabung dienen. Während Knochenfilter schon seit Jahren in der zahnärztlichen Implantologie eingesetzt werden, waren Knochenmühlen bislang weniger etabliert. Dies hat sich inzwischen geändert.

Betrachtet man die am Markt befindlichen Mühlen, so fällt neben den ganz erheblichen Preisunterschieden zunächst einmal auf, dass im Wesentlichen zwei unterschiedliche Verfahren der Zerkleinerung angewendet werden. Dem Zerkleinern durch einen im weitesten Sinne schneidenden Vorgang steht die Zerquetschung durch hohe Druckkräfte gegenüber. Durch einen schneidenden Prozess bleiben die inneren Strukturen des Knochenmaterials in gewissen Grenzen erhalten – im Gegensatz hierzu wird beim Zerkleinern durch hohe Druckkräfte das gewonnene Knochenmaterial zerquetscht und in seiner Struktur zerstört. Ein zweiter markanter Unterschied zwischen den verschiedenen Mühlen besteht in der inneren Geometrie. Einige Mühlen verfügen über eine Vielzahl von Kanten und Bohrungen, beispielsweise an der Schneidwalze. Da das Knochenmaterial in der Regel feucht ist, haftet es prinzipbedingt an den Innenflächen der Mühle. Die Folge ist ein unvollständiges und mühsames Entfernen des Knochenmaterials nach dem Zerkleinern aus dem Mahlwerk. Gerade gezahnte Schneidwalzen ohne Bohrungen vermeiden dieses Problem beispielsweise nahezu völlig bzw. reduzieren den Reinigungsaufwand auf wenige Handgriffe. Eine einfache Handhabung und die schnelle Entnahme des Materials sollten weitere Kriterien für ein gutes Produkt sein. Abschließend zeigt sich, dass die Hersteller recht unterschiedliche Konzepte verfolgen und es sich lohnt, die Produktübersicht anzusehen.

### Literatur

- 1 Hürzeler M. B.: Erleichterung der autologen Knochenaugmentation nach Implantation mittels eines neuen Filtersystems. Quintessenz 47,2,275–280 (1996).
- 2 Zins J. E., Whitaker L. A.: Membranous versus endochondral bone: implications for craniofacial reconstruction. Plast Reconstr Surg. 1983 Dec;72(6):778–785.