



CME-Punkte sammeln in 3 Schritten

1. Registrieren

Als Mitglied des FVDZ registrieren Sie sich bitte zuerst unter www.fvdz.de. Nach der Zusendung Ihrer persönlichen Zugangsdaten können Sie sich für alle weiteren Teilnahmen unter CME.springer.de einloggen.

2. Teilnehmen

Nach der Anmeldung unter CME.springer.de können Sie eine Fortbildungseinheit von *wissen kompakt* auswählen und diese dann online bearbeiten.

3. CME-Punkte sammeln

Nach erfolgreichen Beantwortung von mindestens 7 der 10 Multiple-Choice-Fragen senden wir Ihnen umgehend eine Teilnahmebestätigung per E-Mail zu, die die zwei CME-Punkte pro Teilnahme ausweist.

Das Fortbildungsangebot der Zeitschrift *wissen kompakt* wird in Kooperation mit dem Freien Verband Deutscher Zahnärzte e.V. nach den Leitsätzen der Bundeszahnärztekammer zur zahnärztlichen Fortbildung einschließlich der Punktebewertung von BZÄK/DGZMK erstellt. Pro Fortbildungseinheit können 2 Fortbildungspunkte erworben werden.



M.O. Klein · B. Al-Nawas

Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, plastische Operationen, Universitätsmedizin Mainz

Eigenschaften und Einsatzgebiete von Knochenersatzmaterialien

Zusammenfassung

Im Bereich der regenerativen Zahnheilkunde, in der dentalen Implantologie und bei größeren Knochendefiziten im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich werden routinemäßig Knochenersatzmaterialien (KEM) eingesetzt (Sinuslift, horizontale und vertikale Knochendefekte). KEM müssen strukturelle, physikalische und biologische Eigenschaften des jeweiligen Knochenlagers imitieren. Biokompatibilität und biologische Abbaubarkeit sind wichtig für die vaskuläre und knöchernen Erschließung und für die funktionelle Einheilung. KEM müssen mit direkt benachbarten Gewebestrukturen (Knochen) bzw. Zellpopulationen interagieren, d. h. Knochengewebe wächst entlang den Leitstrukturen des KEM (Osseokonduktion) ein, Porenstrukturen ermöglichen den Transfer von Nährstoffen und Zytokinen. Lokale Infekte und Pathologien stellen eine Kontraindikation für eine knöchernen Augmentation dar. Ein intaktes und ausreichend dimensioniertes weichgewebliches Lager ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche knöchernen Augmentation. Während der Einsatz von KEM bei kleineren mehrwandigen knöchernen Defekten sowie Sinuslift-Operationen (externer und interner Sinuslift) als sehr gut dokumentiert mit voraussagbaren guten Ergebnissen gilt, stellen größere horizontale und insbesondere auch vertikale Knochendefekte des Alveolarfortsatzes immer noch eine Herausforderung an Behandler und Therapieregime dar.

Schlüsselwörter

Knochenersatzmaterial · Osteokonduktion · Osteoinduktion · Sinuslift · Horizontaler/vertikaler Knochenaufbau

Dieser Übersichtsartikel geht speziell auf Anforderungen an moderne Knochenersatzmaterialien (KEM), Eigenschaften gängiger KEM, Risikofaktoren bei der Verwendung von KEM sowie auf ausgewählte implantologische Indikationen für KEM ein.

Die Verwendung von körpereigenem, autologem Knochengewebe zur Augmentation gilt immer noch als „Goldstandard“

Die Entnahme von körpereigenem Knochengewebe ist jedoch mit zahlreichen Risiken wie Blutungen, Infektionen sowie Zahn- und Nervenschäden verbunden

► Parodontale Defekte

Ein optimales KEM muss strukturelle, physikalische und biologische Eigenschaften des jeweiligen Knochenlagers imitieren

► Osseokonduktion

► Osseoinduktion

► Biologische Apatite

Im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich gibt es zahlreiche Indikationen für Augmentationen bei knöchernen Defektsituationen. Diese reichen von kleineren parodontalen oder periimplantären Defekten, Kieferzysten, horizontalen und/oder vertikalen Alveolarfortsatzdefiziten bis hin zu großen Defektsituationen ganzer Kieferabschnitte nach Trauma, Infektion oder Tumorthherapie. Die Verwendung von körpereigenem, autologem Knochengewebe zur Augmentation gilt aufgrund seiner osteokonduktiven (Knochenneubildung aus dem vitalen, umgebenden ortsständigen Knochen in das Regenerat hinein) und osteoinduktiven (Knochenneubildung aus dem Regenerat/Augmentat heraus) Eigenschaften immer noch als „Goldstandard“, dennoch ist dies in der Regel mit zusätzlichem Entnahmeaufwand und unter Umständen auch Entnahmemorbidität verbunden. So erfordern die (intraoralen) Donorgebiete nicht selten einen separaten speziellen Zugang. Des Weiteren muss der Patient über zusätzliche Risiken wie Blutungen, Infektionen, Schwellungen im Allgemeinen sowie über Zahn- und Nervenschäden im Speziellen aufgeklärt werden. So ist z. B. das Entnahmevolumen aus der Kieferwinkelregion limitiert, spezielle Risiken wären hier z. B. die Schädigung des N. alveolaris inferior, Schädigung der hinteren unteren Molaren oder zu starke Schwächung des Unterkiefers mit Frakturgefahr.

Nicht zuletzt aufgrund der oben genannten Gründe werden bereits heute sowohl im Bereich der regenerativen Zahnheilkunde, in der dentalen Implantologie, aber auch bei größeren Knochendefiziten im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich Knochenersatzmaterialien (KEM) routinemäßig eingesetzt. Hierbei reicht das Spektrum von ► **parodontalen Defekten** [1, 2, 3] und kleineren Knochendefekten [4], über Augmentationen am Boden des Sinus maxillaris (■ **Abb. 1**, [5, 6, 7, 8]) bis hin zu umfangreichen Augmentationen des Alveolarfortsatzes (■ **Abb. 2 a–c**, ■ **Abb. 3**, [9, 10]) bzw. ganzer Kieferabschnitte (■ **Abb. 4**, [11]).

Anforderungen an moderne Knochenersatzmaterialien

Gemessen am Goldstandard des körpereigenen Knochens werden an KEM zahlreiche, teilweise hochgesteckte Anforderungen gestellt. Die Ultrastruktur gesunden menschlichen (Kiefer-)Knochens korreliert mit seiner anatomischen Funktion und reicht von sehr spongiösem, hochporösem Knochen des Oberkieferseitenzahngbietes bis hin zum kortikalen, dichten Knochen des Unterkiefers [12, 13, 14]. Dementsprechend wird ein optimales KEM strukturelle, physikalische und biologische Eigenschaften des jeweiligen Knochenlagers imitieren müssen. Neben (temporärer) Platzhalterfunktion und Stabilisierung des Blutkoagulums sind Biokompatibilität und eine – vom Material abhängige – biologische Abbaubarkeit („biological degradability“) wichtige Aspekte für vaskuläre und knöcherne Erschließung und somit für die funktionelle Einheilung.

Entscheidend für den klinischen Erfolg sind die Interaktionen des KEM mit direkt benachbarten Gewebestrukturen (Knochen) bzw. Zellpopulationen. Hierbei wird das Einwachsen von Knochengewebe entlang den Leitstrukturen des KEM als ► **Osseokonduktion** bezeichnet; diese Eigenschaft wird den gängigen KEM zugesprochen. Dagegen wird eine vom Lagergewebe unabhängige Knochenneubildung aus dem Regenerat heraus als ► **Osseoinduktion** bezeichnet; diese ist keine Eigenschaft der gängigen KEM und Gegenstand aktueller intensiver wissenschaftlicher Forschungen.

Eigenschaften moderner Knochenersatzmaterialien

Den relativ einheitlich formulierten Anforderungen an die Substitute steht eine enorme Vielfalt kommerzieller Produkte mit höchst unterschiedlichen chemischen und strukturellen Eigenschaften gegenüber. ■ **Tab. 1** definiert mögliche immunologische Ursprünge von Knochenersatz.

Die chemische Zusammensetzung der KEM reicht derzeit von ► **biologischen Apatiten** über synthetische monophasige Kalziumphosphatverbindungen (α -, β -Trikalziumphosphate, Hydroxylapatite; [15, 16]) und Silikate bis hin zu mehrphasigen Mischkeramiken. Sie beeinflusst, als ein Kofaktor, die Resorption des Augmentates.



Abb. 1 ▲ Laterales Fenster eines externen Sinuslifts, vorbereitet zur Einlage von Knochenersatzmaterial

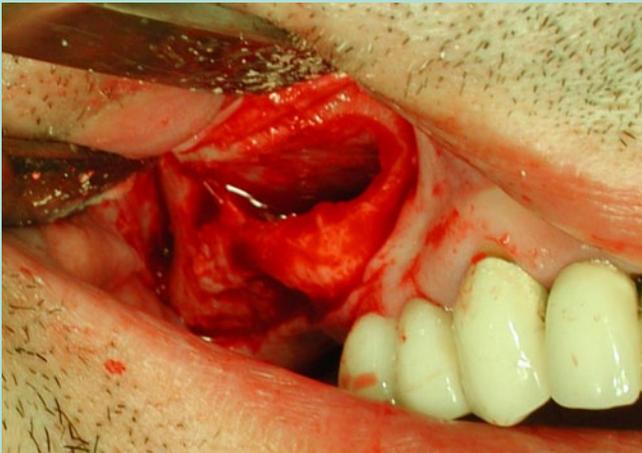


Abb. 2 ▲ Laterale Augmentation eines dreiwandigen Knochendefekts mittels Knochenersatzmaterial und resorbierbarer Membran. **a** Nach Implantatinsertion mit vestibulärem Defizit und freiliegenden Windungen. **b** Applikation von KEM. **c** Schutz durch eine Membran

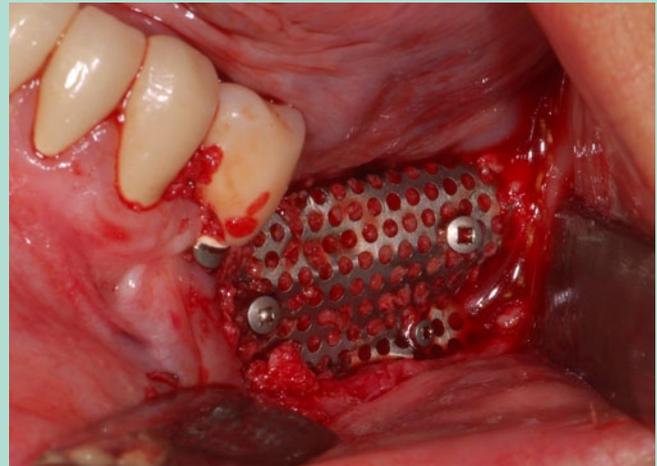


Abb. 3 ▲ Kombinierte vertikal-laterale Augmentation mit autologem Knochen und Titangitter



Abb. 4 ► Kombination eines Sinuslifts mit Knochenersatzmaterial und vertikal-horizontaler Augmentation mit autologem Knochen

Unter strukturellen Eigenschaften der KEM versteht man Block- bzw. Partikelgröße und -geometrie sowie intra- und interpartikuläre Porendimensionen [17]. ► **Porenstrukturen** innerhalb der Ersatzmaterialien dienen als Leitschienen für Zellmigration mit konsekutiver Gewebeeinsprossung. Hierbei erfolgt zunächst die Integration des „Scaffolds“ in das umgebende (Knochen-)Gewebe und später die (Teil-)Degradation des KEM [18, 19, 20]. Weitere wichtige Aspekte von Porenstrukturen sind der Transfer von Nährstoffen und Zytokinen durch das Scaffold [21]. Eine erfolgreiche, reizlose knöcherne Integration des KEM ist obligate Voraussetzung für eine regelrechte Defektregeneration und für ein (z. B. durch dentale Implantate) ausreichend belastbares neues Lager. Die biologische Relevanz einer teilweisen oder vollständigen Resorbierbarkeit eines KEM ist noch nicht abschließend geklärt.

► Porenstrukturen

Eine erfolgreiche, knöcherne Integration des KEM ist Voraussetzung für eine regelrechte Defektregeneration

Tab. 1 Immunologische Ursprünge von Knochenersatz

Autolog	Vom Patienten selbst
Syngen, isogen	Von genetisch identischen Individuen
Allogen	Von einem Individuum der gleichen Spezies (Mensch)
Xenogen	Von einer anderen Spezies (z. B. Rind)
Phykogen	Pflanzlichen Ursprungs
Alloplastisch	Synthetische Fremdmaterialien

Tab. 2 Beispiele patientenabhängiger Einflussfaktoren für den Erfolg einer Augmentation

Erweiterte lokale Faktoren	Allgemeinbefund
Raucher	Diabetes mellitus
Erfolgte Bestrahlung im Kopfbereich	Immundefizienz
Pathogene PA-Keime	Kortisontherapie
Schlechte Mundhygiene, mangelnde postoperative Compliance	Bisphosphonat-Therapie
PA-Keime	Parodontitis-assoziierte Keime.

Risikofaktoren beim Einsatz moderner Knochenersatzmaterialien

■ **Tab. 2** erlaubt einen Überblick über lokale und systemische Risikofaktoren einer Therapie mit KEM.

So stellen umfangreichere lokale Infekte und Pathologien eine Kontraindikation für eine knöcherne Augmentation dar. Des Weiteren ist ein intaktes und ausreichend dimensioniertes weichgewebliches Lager eine unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche knöcherne Augmentation. Ein dichter, spannungsfreier ► **weichgeweblicher Wundverschluss** über dem Augmentat ist essenziell. Kritische Durchblutungsverhältnisse, Zustand nach Trauma oder Voroperationen (z. B. Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte) können die Prognose von Augmentationen deutlich verschlechtern [22]. Das Risiko eines Augmentatverlusts scheint bei Rauchern höher als bei Nichtrauchern zu sein [23, 24]. Allgemeinerkrankungen mit Beeinträchtigungen des Knochenstoffwechsels (z. B. schlecht eingestellter Diabetes mellitus), ebenso wie erfolgte Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich, Bisphosphonat-Therapie oder andere antiresorptive Therapien stellen relative Kontraindikationen für Knochenaugmentationen dar [25, 26].

Spezielle Einsatzgebiete in der Implantologie

In der Implantologie haben sich KEM sowohl bei der Augmentation vor der Insertion dentaler ► **enossaler Implantate** (zweizeitiger Ansatz) sowie beim einzeitigen Vorgehen zur Optimierung des Implantatlagers bewährt.

Bei folgenden speziellen implantologischen Indikationen werden moderne KEM eingesetzt:

- Gewinnung von vertikaler Dimension im Bereich des Ober- und Unterkiefers,
- Gewinnung von horizontaler Dimension im Bereich des Ober- und Unterkiefers,
- Versorgung periimplantärer Defekte im Sinne einer Periimplantitis,
- „alveolar socket preservation“ oder „ridge preservation“ nach Zahnextraktion.

Auf die die ersten beiden Punkte im Sinne von Augmentationen vor oder simultan zur dentalen Implantation wird im weiteren Verlauf des Artikels speziell eingegangen; darauf basierend lassen sich prinzipiell folgende Augmentationsstrategien ableiten:

- externer oder interner Sinuslift,
- vertikale und/oder laterale Kieferkammaugmentation.

Sinuslift

Der Einsatz von KEM zum externen Sinuslift ist ein gut beschriebenes Verfahren mit einer geringen Komplikationsrate von etwa 5% (■ **Abb. 1**, [27, 28]). Durch die Verwendung von geeigneten KEM zur Augmentation des Kieferhöhlenbodens lässt sich die Entnahme von körpereigenem Knochen mit assoziierter Entnahmemorbidität umgehen. Für diese Indikation des Sinuslifts untermauern zahlreiche Studien und auch systematische Übersichtsarbeiten die Gleichwertigkeit alloplastischer Subs-

► Weichgeweblicher Wundverschluss

Das Risiko eines Augmentatverlusts scheint bei Rauchern höher als bei Nichtrauchern zu sein

► Enossale Implantate

titution [4, 29, 30, 31]. Die Zugabe von z. B. bei der Lagerpräparation gewonnenen autologen Knochens in unterschiedlichen Mischverhältnissen ist statthaft. Außerdem wird von vielen Autoren ein Vermengen der nativen KEM-Partikel mit Patientenblut empfohlen, was die Applikation erleichtert.

Zu den KEM-assoziierten Komplikationen zählen eine rein weichgewebliche Einheilung mit ausbleibender Verknöcherung sowie Infektionen, die in einer ausgedehnten ▶ **Sinusitis maxillaris** münden und zum Kompletverlust des Augmentates führen können.

In der rezenten Literatur (vor allem größere retrospektive Fallanalysen) über Sinuslift-Operationen mit KEM kamen vor allem xenogene bovine KEM zum Einsatz [32, 33, 34, 35, 36, 37, 38], aber auch pflanzliche, phylogene KEM [39], synthetische β -TCP- (Beta-Trikalziumphosphat; [40, 41]), synthetische Hydroxylapatit- [38], biphasische Kalziumphosphatkeramiken [6] oder auch Biogläser [42] zum Einsatz. Generell lassen sich zwischen den einzelnen KEM keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Einheilverhaltens (histomorphologische Analysen mit Bestimmung des Anteils von neugebildetem Knochen) und Implantatüberlebens unter funktioneller Belastung ausmachen. In der Regel beträgt der Anteil neugebildeten Knochens nach 6 bis 8 Monaten Einheilzeit bei alleiniger Verwendung der oben genannten Materialien im Sinuslift um die 25–35%. Die kumulative ▶ **Implantatüberlebensrate** von über 95% bei langjähriger funktioneller Belastung ähnelt jener von anderen gut etablierten implantologischen Indikationen wie z. B. in der interforaminalen Unterkieferregion. Die transalveoläre bzw. transkrestale Prozedur des (internen) Sinuslifts ist ebenfalls umfangreich beschrieben und stellt eine gute Alternative zum externen Sinuslift dar, insbesondere, wenn das Restknochenangebot eine ausreichende Primärstabilität bietet [27]. Die Frage, ob beim internen Sinuslift obligat ein KEM eingebracht werden muss, ist bisher ungeklärt [27, 43]. Analog zum externen Sinuslift zeigt auch der interne Sinuslift unter Verwendung von KEM gute Implantaterfolgsraten mit einem mittleren Implantatüberleben um die 95% unter funktioneller Belastung.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass die Verwendung von autologem Knochen oder KEM beim internen und externen Sinuslift keinen Unterschied bezüglich der Komplikationsrate und des Implantatlangzeitüberlebens aufzuweisen scheint [27, 28]. Es können somit sowohl autologer Knochen als auch KEM eingesetzt werden. Bei der individuellen Entscheidung für die jeweilige Augmentationstechnik kann und sollte somit unbedingt auch auf den Patientenwunsch eingegangen werden (Vorteile der Ersparnis einer Knochenentnahmestelle vs. mögliche Ressentiments gegen den „Fremdkörpercharakter“ von KEM). Der Aufklärung über alternative Verfahren kommt eine große Bedeutung zu.

Horizontale/vertikale Knochendefekte

Während die Durchführung von externen oder internen Sinuslift-Prozeduren unter Zuhilfenahme von KEM wissenschaftlich ausreichend abgesicherte Prozeduren mit vorhersagbaren hohen Erfolgsraten (s. oben) sind, stellen ausgedehnte horizontale und insbesondere vertikale Knochendefekte immer noch eine Herausforderung an den Behandler dar (■ **Abb. 3, 4**).

Zwar stellt die Augmentation von umschriebenen horizontalen Defekten mit unterschiedlichen Materialien bei simultaner oder zweizeitiger Implantatinsertion ein gut beschriebenes Verfahren [28] dar (■ **Abb. 2 a–c**), auf der anderen Seite belegen die in der Literatur hinterlegten schwankenden Angaben einer vollständigen Defektregeneration von 54–97% die multifaktoriellen Einflüsse auf den Augmentationserfolg [27]. So ist z. B. von großer Bedeutung, ob sich das Augmentat im „envelope“ befindet oder ob auf ebener oder gar konvexer knöcherner Unterlage augmentiert wird. Für die alleinige Rekonstruktion einwandiger (also ebener) Defekte mit KEM liegen bis dato keine aussagekräftigen Studien vor. Als verlässlichste Prozedur gilt hier immer noch ein ▶ **autologer Knochenblock** [27]; die zusätzliche Anlagerung von KEM scheint als Resorptionsschutz zu dienen [44, 45]. Zur Stabilisierung des Augmentationsvolumens scheint der Einsatz einer Membran (resorbierbar oder nicht resorbierbar, ■ **Abb. 2 c**) bzw. auch eines Titangitters (■ **Abb. 3**) sinnvoll zu sein [46]. Des Weiteren weisen konturgebende horizontale Defekte bei der Augmentation höhere Komplikationsraten als nichtkonturgebende „Dehiszenzdefekte“ auf [27].

Bei einzeitigem Vorgehen (Augmentation und Implantation in einer Sitzung) ist einer ▶ **subgingivalen Einheilung** des Implantats unter einem suffizienten, dichten und spannungsfreien Wundverschluss der Vorzug zu geben [47]. Mit zunehmender Defektgröße sollte ein zweizeitiges Vorgehen favorisiert werden [27].

▶ Sinusitis maxillaris

▶ Implantatüberlebensrate

Bei besserem Knochenangebot stellt die transalveoläre bzw. transkrestale Prozedur des internen Sinuslifts eine gute Alternative zum externen Sinuslift dar

Bei der individuellen Entscheidung für die jeweilige Augmentationstechnik sollte unbedingt auf den Patientenwunsch eingegangen werden

Der Augmentationserfolg beruht auf multifaktoriellen Einflüssen

▶ Autologer Knochenblock

▶ Subgingivale Einheilung

Die Wertigkeit von KEM zur Regeneration vertikaler Alveolarkammdefekte ist durch Studien, unabhängig von der angewandten Technik (Onlay- und Inlaytechniken), nur unzureichend dokumentiert [48]. Im Vergleich zu horizontalen Defekten weisen vertikale Alveolarkammdefekte eine deutlich höhere Komplikationsrate im Sinne von Dehiszenzen, Infektionen und Augmentat- bzw. Implantatverlusten auf [48]. Verlässliche Empfehlungen zum Einsatz von KEM für die ausschließliche Kieferkammerhöhung lassen sich – auf der bisherigen Datenlage – nicht erstellen.

Fazit für die Praxis

Unter Vorbehalt des heterogenen Charakters der aktuellen Literatur lässt sich schließen, dass Implantate in lokal mit KEM augmentierten und reizlos abgeheilten Defekten vergleichbare Überlebensraten wie Implantate im originären Knochenlager erreichen können [27, 28, 49]. Trotz der zufriedenstellenden Erfolgsraten von KEM für viele Indikationen existieren Defektmorphologien bzw. kompromittierte Lagerbedingungen (s. oben). Diese können bis dato nur (wenn überhaupt) durch den Einsatz autologen Knochens beherrscht werden, bei dem neben potenten osteoblastären (Vorläufer-)Zellpopulationen vor allem auch Wachstumsfaktoren und Zytokine in physiologischen Konzentrationen vorkommen (Prinzip der „Osteoinduktion“).

Gerade zur Vermeidung einer mit der Verwendung autologen Knochens assoziierten Entnahmemorbidität wäre eine suffiziente „Impfung“ von KEM durch geeignete biologische Liganden wünschenswert. Allerdings existieren bis heute keine allgemein akzeptierten und breit klinisch erprobten Lösungen einer entsprechenden Biofunktionalisierung. Die Etablierung geeigneter Carrier-Systeme ist Gegenstand aktueller intensiver Forschungsbemühungen [50].

Mehr Infos online!

Das Literaturverzeichnis finden Sie in der HTML-Version des Beitrags unter www.SpringerLink.com

Korrespondenzadresse

PD Dr. Dr. M.O. Klein



Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, plastische Operationen,
Universitätsmedizin Mainz
Augustusplatz 2,
55131 Mainz
klein@mkg.klinik.uni-mainz.de

Herr PD Dr. Dr. Klein (Jahrgang 1977) studierte von 1996 bis 2002 Humanmedizin und von 2002 bis 2006 Zahnmedizin an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz. Seit 2003 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie-, plastische Operationen der Universitätsmedizin Mainz (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. W. Wagner), seit 2009 Facharzt für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. 2010 erfolgte die Habilitation und Erlangung der Venia Legendi für das Fach Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Zahlreiche internationale Veröffentlichungen und Fachvorträge, u. a. über dentale Biomaterialien und kompromittierte Knochenlager. Zurzeit ist PD Dr. Dr. Klein kommissarischer Leiter der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums Ludwigshafen am Rhein.

Interessenkonflikt. Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Fragen zur Lernerfolgskontrolle

Bitte beachten Sie:

Es ist immer nur eine Antwort möglich.
 Antwortmöglichkeit nur online unter **CME.springer.de**
 nach vorheriger Registrierung unter www.fvdz.de.
 Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online
 individuell zusammengestellt.

Mit wie viel Prozent wird die Komplikationsrate nach dem Einsatz von KEM zum externen Sinuslift angegeben?

- <5%
- 10%
- 15%
- 20%
- 25%

Was wird von vielen Autoren empfohlen, um die Applikation der nativen KEM-Partikel beim externen Sinuslift zu erleichtern?

- Einbringen der KEM-Partikel mit einer Amalgampistole.
- Vermischung der KEM-Partikel mit NaCl.
- Vermengung der KEM-Partikel mit Patientenblut.
- Vorbehandlung des Empfängerbettes mit H₂O₂.
- Vermengung der KEM-Partikel mit Fibrinkleber.

Welche der folgenden Eigenschaften wird den gängigen KEM zugesprochen?

- Osteogenese.
- Osseokondensation.
- Osseoinduktion.
- Osseokonduktion.
- Osseoregeneration.

Welche der folgenden Aussagen beschreibt den Begriff „Osseokonduktion“?

- Von überlebenden Zellen eines Knochentransplantates (Osteoblasten und Osteoprogenitorzellen) ausgehende Knochenneubildung.

- Einwachsen von Knochengewebe entlang den Leitstrukturen eines KEM.
- Die Knochenneubildung wird aktiv durch im Aufbaumaterial enthaltene Differenzierungsfaktoren angestoßen.
- Knocheninduzierende Substanzen stimulieren die Knochenneubildung.
- Knochenneubildung, die unabhängig vom Lagergewebe von überlebenden Fibroblasten aus dem Regenerat heraus stattfindet.

Welcher Herkunft sind phylogene KEM?

- Von genetisch identischen Individuen.
- Von einem Individuum der gleichen Spezies.
- Von einer anderen Spezies.
- Synthetischer Herkunft.
- Pflanzlichen Ursprungs.

Ein autologer Knochenblock erscheint bei der Augmentation von horizontalen Defekten als verlässlichste Prozedur. Wie kann die Resorption eines Knochentransplantates reduziert werden?

- Durch Verwendung von Fibrinkleber.
- Durch Überschichtung mit KEM.
- Durch großflächige Anfrischung des Empfängerbettes.
- Durch Prothesenkarenz vor der Transplantation.

- Durch vermehrte Einnahme von Kalzium während der Einheilzeit.

Welche Komplikation kann auftreten, wenn sich das KEM nach Sinuslift infiziert?

- Allergische Rhinitis.
- Septumdeviation.
- Sinusitis maxillaris.
- Akute Rhinopharyngitis.
- Nekrotisierende Aspergillose.

Über welches der folgenden Risiken müssen Sie Ihren Patienten nicht aufklären, wenn Sie einen Knochenblock aus der Kieferwinkelregion entnehmen?

- Perforation der Schneider-Membran.
- Limitiertes Entnahmevervolumen aus der Donorregion.
- Schädigung des N. alveolaris inferior.
- Schädigung der hinteren unteren Molaren.
- Zu starke Schwächung des Unterkiefers mit Frakturgefahr.

Welche der folgenden Aussagen über Risikofaktoren beim Einsatz moderner KEM trifft zu?

- Ein intaktes und ausreichendes weichgewebliches Lager ist keine zwingende Voraussetzung für eine erfolgreiche knöcherne Augmentation.
- Kritische Durchblutungsverhältnisse (wie z. B. Zustand nach Trauma oder Voroperationen) können die Prognose von

Augmentationen deutlich verschlechtern.

- Das Risiko eines Augmentatverlusts scheint bei Rauchern genauso hoch wie bei Nichtrauchern zu sein.
- Allgemeinerkrankungen mit Beeinträchtigungen des Knochenstoffwechsels müssen bei einer Knochenaugmentation nicht als Risikofaktor berücksichtigt werden.
- Eine erfolgte Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich stellt eine absolute Kontraindikation für eine Knochenaugmentation dar.

Bei wie viel Prozent liegt das mittlere Implantatüberleben unter funktioneller Belastung nach Verwendung von KEM beim internen Sinuslift?

- Etwa 50%
- Etwa 65%
- Etwa 75%
- Etwa 80%
- Etwa 95%

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf CME.springer.de verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter CME.springer.de

