

Arbeitssicherheit im zahnärztlichen und zahntechnischen Bereich

Hygiene – Technik – Chemie – Ergonomie

Herausgegeben von Karlheinz Kimmel

Mitarbeiter:

K. Albers, K.-J. Dombrowsky, W. Felber, G. Schmalz

mit 98 Abbildungen

Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg

2 Instrumentation

Bezüglich der rotierenden Instrumentenausstattung unterscheiden sich die Gruppen A und B von den übrigen Gruppen C – E. Den Gruppen C – E stehen ca. 30 – 40% weniger Instrumente zur Verfügung. Dies ist wahrscheinlich durch die geringe Arbeitsplatzzahl zu verstehen. Gruppe B besitzt mehr spezielle Instrumente, z.B. Winkelstücke für maschinell betriebene Endodontie-Instrumente (Tabellen 1 und 3).

3 Hygienische Maßnahmen

Die überwiegende Mehrheit der Praxen benutzt für die Desinfektion und Hand- und Winkelstücke ein Spray. Nur Gruppe E bevorzugt ein Flüssigpräparat. Sterilisation wird in sehr geringem Maße durchgeführt. Immerhin werden von Gruppe A 23% der rotierenden Instrumente durch Autoclaven oder Heißluftgeräte sterilisiert. In 12% der Fälle (Gruppen A und B) werden andere Geräte (hauptsächlich Harvey Chemiclaven) benutzt. Die Gruppen B – E gaben auch an, nichts zu unternehmen. Die Gründe dafür: 2,9% unnötig, 0,7% zu wenig Instrumente, 0,7% Maßnahmen bereiten zuviel Arbeit und 2,1% andere Gründe (Tabellen 6 und 7).

Diese Ergebnisse bedürfen jetzt einer eingehenden Diskussion, die mit einem sinnvollen Hygieneplan abgeschlossen werden müßte.

An dieser Stelle sei insbesondere den Kollegen in Frankreich, in Belgien, Südamerika, Schweiz und in der Bundesrepublik Deutschland gedankt, die sich an der Frageaktion beteiligt haben.

Gedankt sei auch der finanziellen Unterstützung bei dieser Aktion durch die Kommission für angewandte Zahnheilkunde SSO (Schweiz), dem Internationalen Institut für Zahnärztliche Praxisführung (Koblenz/BRD) und der Firma Kaltenbach & Voigt DMI (Biberach/BRD), die bei der Ausarbeitung des Fragebogens Hilfestellung geleistet haben.

2.2 Die Toxizität zahnärztlicher Materialien

G. Schmalz

Nach seiner vieldiskutierten und richtungweisenden Arbeit über die Gewebeverträglichkeit zahnärztlicher Materialien und die Möglichkeiten einer standardisierten Prüfung (Thieme-Copythek) hat Privat-Dozent Dr. G. Schmalz (ZMK-Zentrum Tübingen) den folgenden Beitrag speziell für diesen Leitfaden geschrieben. Damit wird ein Komplex in unsere Ganzheitsbetrachtung der Arbeitssicherheitsproblematik einbezogen, der unsere besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich eventueller iatrogenen Schädigungen erfordert. Die von

G. Schmalz geleistete Forschungsarbeit hat bereits eine internationale Anerkennung gefunden, und es ist erfreulich, daß er uns hier seine Erkenntnisse und Erfahrungen auf Grund seiner vielfältigen Untersuchungen mitgeteilt hat.

2.2.1 Definitionen

Als Toxizität (= Giftigkeit) einer chemischen Substanz bezeichnet man ihre ungünstige Wirkung auf biologische Systeme. Nach dem pathologischen Befund kann man folgende ungünstige Wirkungen unterscheiden:

- entzündlich
- allergisierend
- kanzerogen
- teratogen
- mutagen
- fertilitätsbeeinflussend

Die entzündliche Reaktion untergliedert man weiterhin in lokale, am Ort der Applikation auftretende und in systemische Reaktionen, d.h. solche, die an anderen Orten als an dem der Applikation beobachtet werden. Nach dem zeitlichen Verlauf der Gewebereaktion kann man akute, subakute und chronische Prozesse unterscheiden. Analog dazu ist die Toxizität von Biomaterialien durch eine aus diesen herausgelöste chemische Substanz bedingt. Unter dem Begriff „relative Toxizitäts-Analyse“ versteht man die vergleichende Prüfung ähnlicher Werkstoffe auf ihre biologische Wirkung hin. Dies ist besonders im Hinblick auf die Interpretation von biologischen Prüfergebnissen geboten. So kann man z. B. die Toxizität neuer, γ -2-Phasen-freier Amalgame im Vergleich zu konventionellen, im Sinne einer relativen Toxizität-Analyse beschreiben⁴⁷.

Von der Toxizität zu trennen ist die gewebeirritierende Wirkung eines Werkstoffes bei Tier und Mensch, welche zwar in der materialeigenen Toxizität ihre Ursache, jedoch auch andere Gründe haben kann:

- physikalische Vorgänge wie z. B. die Abbindewärme von Kaltpolymerisationen^{18,21}
- verstärkte Plaque-Akkumulation an oberflächlich rauhen Füllungsmaterialien^{37,56}
- Bakterien und Speichel, die durch Perkolation im Randspalt zwischen Füllung und Zahn in Richtung Dentin diffundiert sind^{7,31}
- die Verarbeitung eines Materials, wie z. B. der Kondensationsdruck bei der Applikation einer Amalgamfüllung^{34,53}
- in der Mundhöhle vorhandene Mikroflora, die in der Lage ist, bestimmte zahnärztliche Materialien abzubauen, sie als zusätzliches Nährsubstrat zu

verwenden und durch ein gesteigertes Wachstum eine entzündliche Reaktion hervorzurufen^{11,44}.

2.2.2 Systematik

Um die Vielfalt verschiedener publizierter Methoden überschauen zu können, empfiehlt sich eine Untergliederung in verschiedene Gruppen. In Anlehnung an *Autian*⁴ kann man drei Teststufen unterscheiden:

- Test zur Erfassung der unspezifischen (materialeigenen) Toxizität
- Anwendungstests zu Erfassung der gewebeirritierenden Eigenschaften
- Kontrollierte klinische Tests.

Letztere sind allein dazu geeignet, einen Werkstoff abschließend beurteilen und für den Markt freigeben zu können. Allerdings verbietet die ethische Forschung, dem Patienten nicht zu schaden, die Applikation eines vollkommen neuen Werkstoffes sofort am Menschen, eine Forderung, die auch im neuen Arzneimittelgesetz von 1976³ ihren Niederschlag gefunden hat. Darüber hinaus sind die Methoden der klinischen Beurteilung umstritten, die Reproduzierbarkeit solcher Ergebnisse ist durch subjektive Wertungsmaßstäbe nicht unproblematisch³⁰.

Außerdem kann der histologisch gesicherten Diagnose einer Schädigung von Pulpa und Periapex nur in wenigen Fällen ein eindeutig klinischer Symptomen-Komplex zugeordnet werden^{28,29,42}.

Für eine histologische Überprüfung an Zähnen, die aus kieferorthopädischen Gründen extrahiert werden müssen, stehen jedoch nicht genügend Probanden zur Verfügung. Zudem handelt es sich um jugendliche Zähne, die eine zu denjenigen von Erwachsenen unterschiedliche Anatomie und Physiologie aufweisen.

Klinisch kontrollierte Tests, selbst mit histologischer Beurteilung, reichen als alleinige Methode zur Bestimmung der Gewebeerträglichkeit zahnärztlicher Materialien nicht aus. Unterstützend stehen deshalb die Anwendungstests zur Verfügung. Hierbei wird die klinische Verwendung am Versuchstier imitiert, daher der Name „Anwendungs-Test“. Als Versuchstiere eignen sich vornehmlich Schweine, Hunde und Affen (Bild 2.1). Bei korrekter Durchführung der Experimente verringern sich die ethischen Probleme gegenüber dem klinischen Versuch, und es entfällt eine Vielzahl unkontrollierbarer Faktoren, die bei einer Untersuchung am Patienten in Kauf genommen werden müssen. Im Tierexperiment stehen zudem wesentlich bessere Möglichkeiten einer quantitativen Auswertung histologischer Ergebnisse bei entsprechender Technik zur Verfügung. Eine Übertragbarkeit der erhaltenen Ergebnisse auf den Menschen erscheint bei den genannten Versuchstieren möglich, wenn anatomische und funktionelle Besonderheiten der einzelnen Spezies vom erfahrenen Experimentator berücksichtigt werden^{19,23,48,55}.

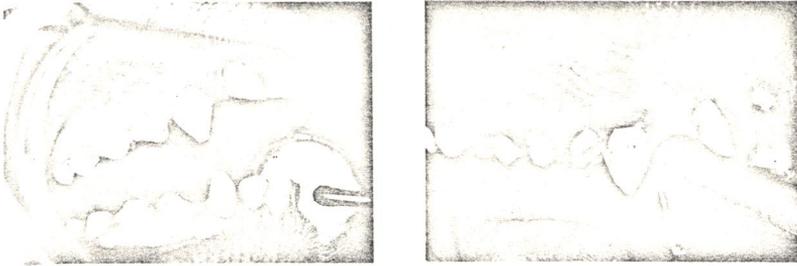


Bild 2.1 a, b

Die Verwendung von Primaten zur Prüfung der Gewebeerträglichkeit von Füllmaterialien

- a) Zahnreihe vor der Füllungstherapie. Die morphologische Ähnlichkeit mit dem menschlichen Gebiß ist erkennbar
- b) Zahnreihe nach Füllungstherapie. Aus technischen Gründen werden Klasse-V-Kavitäten präpariert und mit dem Testmaterial, bzw. den Kontrollmaterialien gefüllt

Ein wesentlicher Nachteil aller Anwendungstests sind die Kosten der Experimente und die Schwierigkeiten bei der Behandlung der Versuchstiere. Außerdem gewinnt man durch solche Versuche zwar einen Eindruck von der gewebeirritierenden Wirkung, über deren Ursache erhält man jedoch keinen Aufschluß. Aus diesen Gründen werden die Tests zur Erfassung der unspezifischen Toxizität (auch „Screening-“ oder „Vor-Tests“ genannt) durchgeführt. Hier bleibt Art und Weise der späteren Anwendung des Materials am Patienten unberücksichtigt. Als Versuchstiere dienen Kaninchen, Ratten, Meer-schweinchen, Mäuse oder Hamster (Bild 2.2). Auch Versuche mit Zell- und Organkulturen sind hier einzuordnen (Bild 2.3). Die biologischen Testsysteme dieser Stufe sind im Vergleich zu den oben beschriebenen einfach, gut über-schau- und kontrollierbar, technisch unkompliziert und in großer Anzahl mit vergleichsweise geringem finanziellem Aufwand durchführbar. Ihre Bedeu-tung liegt darin, daß im Sinne einer allgemeinen Materialkonstanten die Toxi-zität eines Materials beschrieben wird. Man erhält außerdem Vorinformatio-nen zu der Frage, ob ein Material unter Abwägung seines möglichen therapeu-tischen Wertes weiterentwickelt werden sollte. Nicht zuletzt kann die Ursache einer gewebeirritierenden Wirkung gegebenenfalls durch eine Toxizitäts-analyse geklärt werden.

Es wird immer wieder die Frage gestellt, inwieweit Tierversuche durch die Ver-wendung von Zell- bzw. Organkulturen ersetzt werden können. Bisherige Er-gebnisse lassen den Schluß zu, daß zwar die Zahl von Tierversuchen durch den gezielten Einsatz solcher in vitro Verfahren verringert, sie jedoch nicht gänzlich ersetzt werden können^{46,49}.

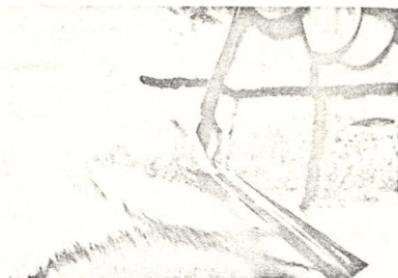


Bild 2.2a – f

Die Verwendung von kleinen Labortieren zur Prüfung der Toxizität

- a) Röntgenaufnahme einer Ratte nach subkutaner Implantation
- b) Implantationstechnik
- c) Histologische Auswertung: Sehr geringes entzündliches Infiltrat nach Implantation von 7 Tage alten Amalgamproben (20: 1)
- d) Röntgenaufnahmen eines Kaninchens nach intramuskulärer Implantation
- e) Implantationstechnik (kein steriles Vorgehen erforderlich)
- f) Histologische Auswertung: Stark entzündliches Infiltrat von lebenden und toten Leukozyten sowie nekrotische Bezirke nach Implantation von 10 Min. alten Amalgamproben (20:1)

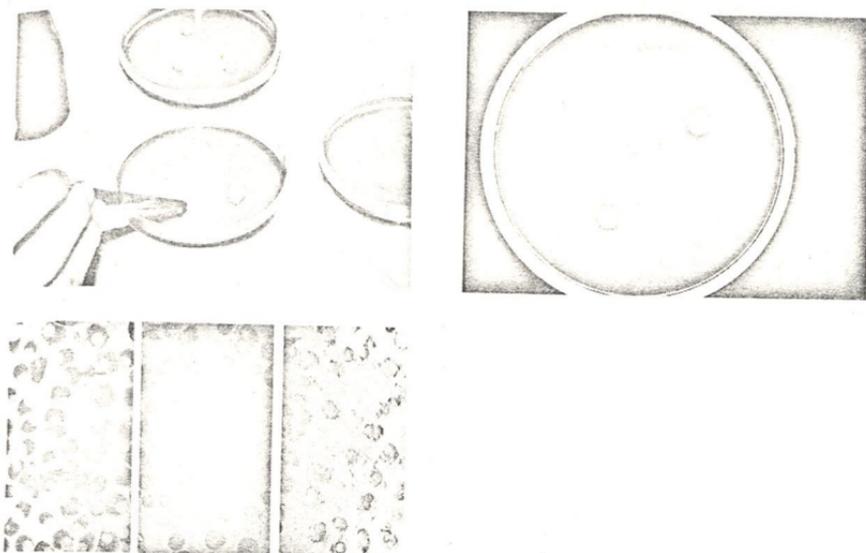


Bild 2.3a, b + c

Die Verwendung von Zellkulturen zur Prüfung der Toxizität

- a) Applikation des Testmaterials auf die Agar-Platte beim Diffusionstest
- b) Auswertung nach 24 Std. Inkubation: Bestimmung der Zone der Zellzerstörung (dunkler Reaktionshof um das Testmaterial)
- c) Auswertung nach 24 Std. Inkubation: Bestimmung des Grades der Zellzerstörung: Links – gesunder Zellrasen; Mitte – Reaktionszone; rechts – entfärbte und z.T. zerstörte Zellen im Reaktionshof (50:1)

2.2.3 Gesetzliche Regelungen

1976 trat in den USA ein Gesetz in Kraft, das die biologische Prüfung von zahnärztlichen Materialien zur Auflage machte und in die Zuständigkeit der Food and Drug Administration (FDA) stellte. Auch in der Bundesrepublik Deutschland sind seit dem 1. 1. 1980 biologische Prüfungen neuer zahnärztlicher Materialien durch das Arzneimittelgesetz vorgeschrieben. Bei den Ausführungsbestimmungen besteht jedoch noch Uneinigkeit.

Die American Dental Association (ADA) hat als erste zahnärztliche Standesorganisation 1972 einen Entwurf für derartige Ausführungsbestimmungen verabschiedet und zur öffentlichen Diskussion gestellt. Eine Weiterentwicklung dieses Entwurfes wurde 1979 als US-Norm¹ herausgegeben. Auf der Ebene der Fédération Dentaire Internationale (FDI) wurde 1980 ein standardisiertes

Testprogramm zur biologischen Prüfung zahnärztlicher Materialien verabschiedet⁵².

In der Bundesrepublik Deutschland arbeitet der Normenausschuß Dental (DIN) an diesen Fragen und hat verschiedene Entwürfe und Stellungnahmen erarbeitet. Für die Zulassung neuer zahnärztlicher Materialien ist dabei das Bundesgesundheitsamt (BGA) zuständig.

2.2.4 Bedeutung der Toxizität eines zahnärztlichen Materials für die tägliche Praxis

Ergebnisse toxikologischer Tests beschreiben nur eine Seite eines zahnärztlichen Materials. Zur Gesamtbeurteilung bedarf es außerdem der Information über die therapeutische Wirkung. Risiko und Nutzen müssen in jedem Fall gegeneinander abgewogen werden. Dabei spielt auch die Frage nach einem Alternativpräparat eine wesentliche Rolle. Der äußerst toxische Silikatzement fand als Füllungsmaterial über lange Zeit Verwendung, da es kein anderes Material mit entsprechenden physikalisch-chemischen Eigenschaften gab. Trotzdem war die toxikologische Information wichtig, denn nur so konnte man sich mit Hilfe eines geeigneten Dentinwundverbandes (Unterfüllung) gegen die unerwünschte Pulpareaktion schützen.

Die Toxizität des Materials spielt somit eine bedeutende Rolle bei der Patientenbehandlung. Dies soll beispielhaft an einigen Werkstoffgruppen veranschaulicht werden.

• Füllungsmaterialien

Der bereits angesprochene Silikatzement wird heute nur noch selten in der Praxis verwandt. Er ist mittlerweile in der Regel durch Composites ersetzt worden. Diese kann man unterteilen in solche mit reinem anorganischem Füller („Makrofiller“) und in solche, die anorganische Füllstoffe enthaltende Splitter-Polymerisate besitzen („Mikrofiller“). Es sind neuerdings auch Materialien auf dem Markt, die beide Füllstoffsysteme enthalten.

Bei konventionellen, also rein anorganisch gefüllten Composites ergab die Toxizitätsanalyse, daß sich diese weniger zellschädigend verhielten als Silikatzement, jedoch in keinem Fall als untoxisch zu bezeichnen waren^{16,17,47}. Edelstahl und Porzellan erwiesen sich als wesentlich gewebefreundlicher (Bild 2.4). Bei manchen Materialien war die Toxizität abhängig von der Alterungszeit, d.h. von der Zeit des Anmischens eines Materials bis zum Versuchsbeginn. In frisch angemischtem Zustand waren diese Materialien giftiger als in abgeundenem.

Ähnliche Beobachtungen konnten auch bei Splitter-Polymerisat-Composites gemacht werden²².



Bild 2.4 a + b

Toxizität von Füllungsmaterial im Kaninchen-Implantationsversuch

- a) Sehr geringes entzündliches Infiltrat, z.T. bindegewebige Einscheidung um Porzellan (20:1)
- b) Mäßiges entzündliches Infiltrat um einen mikrogefüllten Kunststoff. Die Reaktion ist jedoch wesentlich geringer als auf 10 Min. altes Amalgam (vgl. Bild 2.2f) (20:1)

Anwendungstests an Affen, Hunden und Schweinen sowie Untersuchungen am Patienten bestätigen diese Ergebnisse^{13,25,27,38,55}. Wurden Composites ohne Dentinwundverband appliziert, so war die Stärke der Pulpareaktion abhängig von der Kavitätentiefe. Wird auch manchmal von einer reversiblen Pulpaschädigung berichtet^{12,51}, so muß dabei berücksichtigt werden, daß auch eine geringe Giftigkeit bei einer bereits vorhandenen Pulpaalteration (z. B. als Folge einer Karies) kumulativ zu einer irreversiblen Schädigung des Markorgans führen kann²⁶.

Daraus folgt für die Praxis, daß auch unter Composite-Füllungen ein Dentinwundverband (Unterfüllung) erforderlich ist. Dies trifft insbesondere bei Anwendung der Säure-Ätz-Technik zu. Wird die äußerst toxische Säure auf ungeschütztes vitales Dentin gebracht, kommt es in jedem Fall zu einer irreversiblen Pulpaschädigung^{2,14}.

Amalgame sind auch heute noch im Seitenzahnggebiet das am meisten verwandte Füllungsmaterial. Im Hinblick auf ihre ungünstigen biologischen Eigenschaften muß man die lokale von der allgemeinen bzw. systemischen Wirkung trennen. Bei letzterer gilt es zu unterscheiden zwischen einer Gefährdung des Praxisteams und einer solchen des Patienten.

Das Praxisteam wird vornehmlich durch Hg-Dämpfe bei der Verarbeitung des Amalgams geschädigt³². So konnte bei zahnärztlichem Personal eine erhöhte Hg-Konzentration im Blut und Urin nachgewiesen werden, die *jedoch weit unter der als obere Grenze gesetzten Norm lag*²⁰.

Die Hg-Dampf-Konzentration am Arbeitsplatz ist jedoch von Faktoren abhängig, die beeinflussbar sind: So herrschen z. B. in Räumen mit Teppichboden hö-

here Hg-Dampf-Konzentrationen vor als in solchen mit fugenlosem Fußboden²⁰. Vornehmlich beim Polieren einer Amalgamfüllung mit abrasivem Gummipolierer ohne Wasserkühlung entstehen hohe Hg-Dampf-Konzentrationen in der Luft³³. Durch geeignete Gegenmaßnahmen, die u. a. Mayer³² eingehend beschrieben hat, wie z. B. zweckmäßige Einrichtung, fachgerechte Amalgam-Verarbeitung und regelmäßige Lüftung der Arbeitsräume läßt sich die Gefahr für das Praxisteam weitgehend ausschalten.

Eine Gefährdung des Patienten durch Amalgamfüllungen wurde und wird immer wieder postuliert³⁹. So sind u. a., multiple Sklerose sowie allergische Hauterscheinungen und Herderkrankungen immer wieder in Zusammenhang mit Amalgam gebracht worden. Es ist zwar über einige wenige Fälle einer Quecksilberallergie berichtet worden³⁹, für die Anschuldigung, ursächlich andere Krankheiten hervorzurufen, konnten bisher keine allgemein anerkannten Beweise gefunden werden. Aus der Vielzahl der diesbezüglichen Untersuchungen sei die Arbeit von Kröncke et al.²³ zitiert, wonach kein Unterschied in der Hg-Konzentration im Blut und im Urin von Patienten mit und ohne Amalgamfüllungen nachgewiesen wurden. Die Analysenmethode selbst war genügend empfindlich, um mögliche Unterschiede zu entdecken. Inwieweit ein kumulativer Effekt auftritt, d. h. Hg kurz nach der Applikation ins Blut gelangt und in bestimmten Organen, wie z. B. in Haaren, Finger- und Zehennägeln gespeichert wird, ist unseres Erachtens noch nicht endgültig geklärt. Mögliche Gefahren bestehen hierbei eher für das Praxisteam als für den Patienten⁵⁰. Detaillierte Informationen sind der eingehenden Literaturübersicht von Rieth⁴⁰ zu entnehmen.

Die lokale Toxizität, d. h. die Wirkung auf benachbarte Gewebe, ist sofort nach dem Anmischen vergleichsweise groß, nach einer Alterungszeit zwischen 24 Stunden und 7 Tagen nur noch minimal⁴⁷. Ergebnisse aus Anwendungstests unterstreichen dies (Bild 2.5), sowie eine Abhängigkeit der Pulpareaktion von der Kavitätentiefe. Daraus ergibt sich für die Praxis, daß unter Amalgamfüllungen ein Dentinwundverband (Unterfüllung) appliziert werden muß. Bei sehr flachen Kavitäten reicht ein Kavitätenlack, bei mitteltiefen sollte eine klassische Unterfüllung (Phosphatzement) appliziert werden. Da dieser jedoch anfänglich ebenfalls toxisch ist (allerdings in geringerem Ausmaß als Amalgam), sollte bei einer tiefen Kavität pulpanahes Dentin mit einem Zinkoxid-Eugenol-Zement oder einem Kalziumhydroxid-Präparat abgedeckt werden.

Auch die Verwendung des Zinkoxid-Eugenols erfolgt aufgrund seiner biologischen Eigenschaften. In direktem Kontakt mit dem Gewebe, sei es in Zellkulturen, sei es mit der vitalen Pulpa, führt es zu Nekrosen, in letzterem Falle bis hin zum Absterben des gesamten Markorgans^{6,12}. Die Ursache ist einmal in den Zink-Ionen, hauptsächlich jedoch im Eugenol zu suchen. Wird dieses Material in dick angemischtem Zustand auf die geschlossene Dentindecke gebracht, so stellt diese für das Eugenol ein Diffusionshindernis dar, zumal bei



Bild 2.5a + b

Pulpareaktion auf Amalgam am Zahn eines Miniaturschweines (30 Tage Liegezeit)

- a) Die Übersichtsaufnahme zeigt eine geringe Auflockerung des Odontoblastensaumes (20:1)
- b) Die Ausschnittvergrößerung zeigt ebenfalls einen unregelmäßigen Odontoblastensaum, es fehlen jedoch Entzündungszellen; keine oder unsichere Reaktion (260:1)

präpariertem Dentin die Kanälcheneingänge mit einer Schmierschicht verlegt sind³⁵. Da Eugenol in physiologischem Milieu sehr schlecht diffundiert, eine dicke Mixtur zudem wenig freies Eugenol enthält, ist die tatsächliche Konzentration in der Pulpa derart gering, daß keine nachteilige Wirkung, sondern nur noch der erwünschte kalmierende Effekt eintritt⁴¹.

• Endodontische Materialien

Die Toxizität von Materialien, welche im Rahmen der endodontischen Behandlungsmaßnahmen Verwendung finden, ist eingehend untersucht worden. Überträgt man diese Ergebnisse auf die Verhältnisse am Zahn, sollte man berücksichtigen, daß neben der Reaktion des vitalen Gewebes auf das Wurzelkanalfüllmaterial selbst auch die Traumatisierung des Periapex durch vorangegangene Infektionen und Entzündungen, durch zu weitgehende instrumentelle Aufbereitung und durch verbliebene Gewebetrümmer eine Rolle spielen. Hinzu kommen Probleme der Unter-/Überfüllung, des Hinaustreibens von Dentinsplittern in den Periapex und der Bildung leerer Räume im Wurzelkanal, welche die Gewebeantwort auf ein Wurzelkanalfüllmaterial wesentlich beeinflussen können.

Trotzdem sollten nur solche Materialien verwandt werden, die neben anderen unabdingbaren physikalisch-chemischen Eigenschaften biologisch inert sind. Dies gilt mit Einschränkung für temporäre Medikamenteneinlagen, von denen u. a. eine stark desinfizierende Wirkung erwartet wird, was in den meisten Fällen auch mit einer gewissen Gewebeerirritation einhergeht. Beim definitiven Füllungsmaterial sollte jedoch auf die biologische Verträglichkeit großer Wert gelegt werden. Aus diesem Grunde lehnen wir die Verwendung des in

der Literatur vorwiegend als toxisch beschriebenen N-2 als Wurzelkanalfüllmaterial ab. Vor allem bei Überfüllung des Wurzelkanals sind vermehrt klinische Komplikationen⁵ sowie im Unterkiefer-Seitenzahnbereich Parästhesien des N. mandibularis^{10,15,36} beobachtet worden. Wir empfehlen daher Guttapercha. Genormte Stifte können z. B. mit Chloropercha oder AH-26 in das entsprechend aufbereitete Wurzelkanalsystem einzementiert werden. Die gegenüber N-2 eindeutig bessere Gewebeverträglichkeit und die geringere Toxizität wurden wiederholt nachgewiesen⁴⁶.

• Prothesenkunststoffe

Wegen verschiedener physikalischer und chemischer Nachteile der anderen Kunststoffe werden heute hauptsächlich heiß- und kaltpolymerisierende Akrylatverbindungen verwandt. In einer Vielzahl von Publikationen wurde auf die Toxizität von Monomer sowie der zugehörigen Katalysatoren hingewiesen. Auch Monomerdämpfe zerstören Zellkulturen⁸, sie schränken die Magenmotilität bei Versuchstier und Menschen ein in Konzentrationen, wie sie bei der Verarbeitung solcher Materialien auftreten können⁵⁴.

Der vollständig (= heiß) polymerisierte Werkstoff erscheint hingegen nicht oder nur gering toxisch. Die bei unvollständig (= kalt) polymerisierten Materialien beobachtete Gewebereaktion, z. B. diejenige der Pulpa auf entsprechende Füllungsmaterialien, wird der Toxizität des Restmonomers und andere auslaugbarer Substanzen sowie der Polymerisationswärme und der durch Schrumpfung bedingten Bildung von Spalträumen angelastet²⁴. So hat u. a. die Materialtoxizität dazu geführt, daß reine Polymethylakrylatkunststoffe als Füllungsmaterialien heute keine Verwendung mehr finden.

Im Laborbereich hingegen muß bei der Verarbeitung von Methylmethakrylat-Monomer auf eine gute Lüftung und die strikte Einhaltung der maximal zulässigen Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) geachtet werden⁹.

• Abformmaterialien

Stellvertretend sollen Silikon-Abformmassen behandelt werden. Zusammenfassende Stellungnahmen bezeichnen vollständig (= heiß) polymerisiertes Silikon als das am besten verträgliche, inerte, nicht toxische, nicht kanzerogene alloplastische Material.

Konventionelle kaltpolymerisierte Silikone, wie sie als Abformmaterialien verwandt werden, sind jedoch toxisch, bedingt durch die hohe Giftigkeit des Katalysators⁴⁵. Damit läßt sich die häufig bei der Zahnarztthelferin zu beobachtende Hautreaktion erklären, wenn diese die Abdruckmasse ohne Schutz der Hände manuell angeknetet hat.

Daraus folgt, daß, wenn überhaupt Silikon-Abdruckmassen mit den Händen angeknetet werden, diese durch Handschuhe geschützt sein müssen.

Moderne, polyadditionsvernetzende Silikone zeigen dagegen eine wesentlich geringere Toxizität⁴⁵. Aus Gründen der Hygiene und zur Vermeidung von Verunreinigungen empfehlen wir jedoch auch hier die Vermeidung des direkten Hautkontaktes.

2.2.5 Ausblick

Die Toxizität zahnärztlicher Materialien spielt eine wichtige Rolle in der zahnärztlichen Praxis, kann man diese Werkstoffe doch als alloplastische Implantate ansehen und sind diese biologisch keineswegs inert. Die präklinische Bestimmung der Toxizität und der Gewebeerträglichkeit ist somit zum Schutz von Zahnarzt, Zahnarzhelferin, Zahntechniker und nicht zuletzt des Patienten unerlässlich.

In Zukunft werden daher alle neuen Materialien auch einer solchen Prüfung unterzogen, ehe sie für den Markt freigegeben werden. Dabei ist es jedoch abwegig, absolute Sicherheit zu erwarten, da dies weder durch unseren gegenwärtigen Kenntnisstand über die Testverfahren noch den erforderlichen unerhöht hohen Zeit- und Kostenaufwand gerechtfertigt wäre.

Die Abwägung zwischen wohlverstandenerm Sicherheitsbedürfnis auf der einen und Aufwand auf der anderen Seite war Leitmotiv bei der Aufstellung entsprechender Prüfvorschriften. Fraglich bleibt im Augenblick, wo Routineprüfungen durchgeführt werden sollen. Den Universitätseinrichtungen sollte allein die Aufgabe zugeordnet werden, im Rahmen einer systematischen Methodenerforschung neue, zuverlässigere und kostensparendere Prüfverfahren zu entwickeln.

Literatur

- ¹ American Dental Association, ANSI/ADA Document No. 41 for recommended standard practices for biological evaluation of dental materials. — J. Amer. dent. Ass. 99, 637 (1979)
- ² *Amet, E. M. und Sayegh, F. S.*, Pulp response to enamelite restorations in teeth of rhesus monkeys. — J. prosth. Dent. 37, 42 (1977)
- ³ Arzneimittelgesetz, Fassung vom 24. 8. 1976, BGBl. I S. 2445
- ⁴ *Autian, J.*, General toxicity as screening tests for dental materials. — Report, 61st Ann. Sess. of the FDI, Sidney/Austr. 1973
- ⁵ *Bernhöff, J., Albers, H.-K. und Franke, J.*, Vergleichende röntgenologische Untersuchungen von Wurzelfüllungen mit N-2 und Guttapercha. — Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 222 (1981)
- ⁶ *Brännström, M. und Billberg, B.*, Pulp changes beneath temporary fillings with phar-matex and zinc-oxide-eugenol, Comparative histologic study. — Odont. Revy 18, 17 (1967)

- 7 Brännström, M. und Vojinovic, O., Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. – J. dent. Child. 43, 83 (1976)
- 8 Debrunner, H. U., Die Erwärmung von Knochenzement bei der Polymerisation. – Arch. orthop. Unfall-Chir. 78, 309 (1974)
- 9 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen 1976. – H. Boldt-Verlag, Boppard, 1976
- 10 Ehrmann, E. H., Treatment with N2 Root Canal Sealer. – Brit. dent. J. 117, 409 (1964)
- 11 Engelhardt, J. P., Die Beständigkeit zahnärztlicher Kunststoffe gegenüber Mikroorganismen. – Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 83, 656 (1973)
- 12 Fischer, C.-H., Strassburg, M. und Knolle, G., Möglichkeiten und Erfahrungen in der Füllungstherapie mit einem haftfähigen Kunststoff. – Zahnärztl. Welt 79, 183 (1970)(1972)
- 13 Goto, G. und Jordan, R. E., Pulpa response to composite-resin materials. – J. prosth. Dent. 28, 601 (1972)
- 14 Goto, G. und Machida, J., Pulpa effect of nuva seal on dog's teeth. – Bull. Tokyo Dent. Coll. 17, 45 (1976)
- 15 Grossman, L. I., Parasthesia from N2 or N2 substitute. – Report of a case. – Oral Surg. 45, 114 (1978)
- 16 Helgeland, K. und Leirskar, J., A further testing of the effect of dental materials on growth and adhesion of animal cells in vitro. – Scand. J. dent. Res. 80, 206 (1972)
- 17 Henslèn-Pettersen, A. und Hegeland, K., Evaluation of biologic effects of dental materials using four different cell culture techniques. – Scand. J. dent. Res. 85, 291 (1977)
- 18 James, V. E. und Diefenbach, G. B., Early dentinal and pulpa changes following cavity preparations and filling materials in dogs. – J. Canad. dent. Ass. 22, 95 (1956)
- 19 Klötzer, W. T. und Langeland, K., Tierexperimentelle Prüfung von Materialien und Methoden der Kronen- und Brückenprothetik. – Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 83, 163 (1973)
- 20 Kessel, R., Bencze, K., Hamm, M. und Sonnabend, E., Untersuchungen über die Quecksilber-Konzentrationen in der Raumluft, im Blut und im Urin bei zahnärztlicher Tätigkeit in Klinik und freier Praxis. – Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 457 (1980)
- 21 Korthals, E., Einwirkungen der schnellpolymerisierenden Kunststoffe auf die Pulpa beim Abdichten und Aufsetzen der Zahnkronen aus Kunststoff. – Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 718 (1963)
- 22 Kozirowska, J. und Krzywicki, J., Untersuchungen über die Zytotoxizität der Isopasten. – Quintess. zahnärztl. Lit. 29 (H9), Ref. Nr. 5820 (1978)
- 23 Kröncke, A., Ott, K., Petschelt, A., Schaller, K. H., Szecsi, M. und Valentin, H., Über die Quecksilberkonzentration im Blut und Urin von Personen mit und ohne Amalgamfüllungen. – Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 803 (1980)
- 24 Langeland, K., Histologic evaluation of pulp reactions to operative procedures. – Oral Surg. Med. Path. 12, 1357 (1959)
- 25 Langeland, L. K., Guttuso, J., Jerome, D. R. und Langeland, K., Histologic and clinical comparison of Addent with silicate cements and cold-curing materials. – J. Amer. dent. Ass. 72, 373 (1966)
- 26 Langeland, K. und Langeland, L. K., Cutting procedures with minimized trauma. – J. Amer. dent. Ass. 76, 991 (1968)
- 27 Langeland, K., Dogon, I. und Langeland, L. K., Pulp protection requirements for two composite resin restorative materials. – Aust. dent. J. 15, 349 (1970)

- ²⁸ *Langeland, K., Dowden, W. E., Tronstad, L. und Langeland, L. K.*, Human pulp changes of iatrogenic origin. – *Oral Surg.* 32, 943 (1971)
- ²⁹ *Langeland, K., Block, R. M. und Grossmann, L. J.*, A histopathologic and histobacteriologic study of 35 periapical endodontic surgical specimen. – *J. Endodontics* 3, 8 (1977)
- ³⁰ *Lotzkar, S., Johnson, D. W. und Thompson, M. B.*, Experimental program in expanded functions for dental assistants: Phase 3: Experiment with dental teams. – *J. Amer. dent. Ass.* 82, 1067 (1971)
- ³¹ *Lutz, F., Lüscher, B., Ochsenbein, H. und Mühlemann, H. R.*, Adhäsive Zahnheilkunde. – Satz u. Druck: Juris Druck & Verlag, Zürich, 1976, p. 43
- ³² *Mayer, R.*, Gesundheitliche Gefahren durch Quecksilberdämpfe; In: *Eichner, K.*, Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. – A. Hüthig, Heidelberg, 1974
- ³³ *Mayer, R.*, Zur Toxizität von Quecksilber und/oder Amalgam. – *Dtsch. zahnärztl. Z.* 35, 450 (1980)
- ³⁴ *Möller, B. und Granath, L.-E.*, Reaction of the human dental pulp to silver amalgam restorations. – *Acta odont. scand.* 33, 233 (1975)
- ³⁵ *Olavarria, L. und Kröncke, A.*, Oberflächenstruktur des Dentins nach praxisüblicher Bearbeitung. – *Dtsch. zahnärztl. Z.* 34, 178 (1979)
- ³⁶ *Orlay, H.*, Overfilling in root canal treatment. Two accidents with N2. – *Brit. dent. J.* 120, 376 (1966)
- ³⁷ *Renggli, H. H.*, Auswirkungen subgingivaler approximaler Füllungsrän der auf den Entzündungsgrad der benachbarten Gingiva. – *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 84, 1, 181 (1974)
- ³⁸ *Riethe, P., Rotgans, J. und Schmalz, G.*, Tierexperimentelle Prüfungen mit einem neuen Füllungsmaterial (Isocap.). – *Dtsch. zahnärztl. Z.* 33, 609 (1978)
- ³⁹ *Riethe, P.*, Zur geschichtlichen Entwicklung der Amalgame. – *Dtsch. zahnärztl. Z.* 35, 443 (1980)
- ⁴⁰ *Riethe, P.*, Zur Frage der Nebenwirkung bei der Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam. – *Information des Forschungsinstituts für die zahnärztliche Versorgung* Nr. 6/81
- ⁴¹ *Sauerwein, E.*, Zahnerhaltungskunde. – Georg Thieme, Stuttgart 1976, S. 167
- ⁴² *Sauty, J., Conner, Ph. und Baume, L. J.*, Les diagnostics radiographique et clinique comparés à l'aspect histologique de l'état pulpaire au voisinage d'une carie profonde. – *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 82, 1 (1972)
- ⁴³ *Sayegh, F. S. und Reed, A. J.*, Tissue reactions to a new restorative material. – *J. prosth. Dent.* 22, 468 (1969)
- ⁴⁴ *Schmalz, G.*, Der Einfluß von Methylmethacrylat-Monomer und Dimethylparatoluidin auf das in-vitro-Wachstum von *Streptococcus mutans*. – Berichtsheft „Eugen Fröhlich Tagung 1977“, Tübingen, p. 91
- ⁴⁵ *Schmalz, G.*, The cytotoxicity of silicone impression materials. – *J. dent. Res.* 60, 1210 (1981)
- ⁴⁶ *Schmalz, G.*, Die Gewebeerträglichkeit zahnärztlicher Materialien – Möglichkeiten einer standardisierten Prüfung in der Zellkultur. – Georg Thieme, Stuttgart, 1981
- ⁴⁷ *Schmalz, G. und Schmalz, Ch.*, Toxicity tests on dental filling materials. – *Int. dent. J.* 31, 185 (1981)
- ⁴⁸ *Schmalz, G.*, Die biologische Prüfung von Füllungsmaterialien am Göttinger Miniaturschwein – eine Pilotstudie. – *Dtsch. zahnärztl. Z.* 36, 357 (1981)
- ⁴⁹ *Schmalz, G.*, Korrelationsanalysen zwischen Zellkulturen und Tierversuch. –

- Dtsch. zahnärztl. Z. 37, 184 (1982)
- ⁵⁰ Sinclair, P. M., Turner, P. R. C. und Johns, R. B., Mercury levels in dental students and faculty measured by neutron activation analysis. – J. prosth. Dent. 43, 581 (1980)
- ⁵¹ Smekal, V. M., Cecava, J., Hornova, J. und Buresova, N., Die Reaktion der Pulpa auf das Füllungsmaterial Polycap. – Dtsch. Stomat. 26, 648 (1976)
- ⁵² Stanford, J. W., Recommended standard practices for biological evaluation of dental materials. – Int. dent. J. 30, 140 (1980)
- ⁵³ Swerdlow, H. und Stanley, H. R., Response of the human dental pulp to amalgam restorations. – Oral Surg. 15, 499 (1962)
- ⁵⁴ Tansy, M. F., Benhaym, S., Probst, S. und Jordan, J. S., The effects of methyl methacrylate vapor on gastric motor function. – J. Amer. dent. Ass. 89, 372 (1974)
- ⁵⁵ Triadan, K., Kurzzeitige Untersuchung eines neuartigen Befestigungsmittels auf Polyurethanbasis am Affen und Schwein. – Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 90, 419 (1980)
- ⁵⁶ Waerhaug, J. und Zander, H. A., Reaction of the gingival tissues to self-curing acrylic restorations. – J. Amer. dent. Ass. 54, 760 (1957)

2.3 Dental-Kunststoffe und Arbeitssicherheit

Allergien bei Heiß- und Kaltpolymerisaten – Die Handhabung von Methylmethacrylaten und methacrylat-haltigen Zubereitungen

W. Felber

Der wissenschaftliche Mitarbeiter bei Kulzer, der Chemiker Dr. W. Felber (Bad Homburg/Gräfenwiesbach) hat sich einerseits mit der Problematik der Kunststoff-Allergien befaßt und andererseits auch Hinweise für die Handhabung von Methylmethacrylaten zusammengestellt, was beides wichtig für die chemische Arbeitssicherheit im zahnärztlichen und zahntechnischen Bereich ist. Die im Jahre 1976 in der Bundesrepublik Deutschland in Kraft getretene Arbeitsstoffverordnung schreibt eine Sicherheitskennzeichnung für monomeres Methylmethacrylat vor, das ja die Grundlage für die meisten unserer Heiß- und Kaltpolymerisate bildet.

2.3.1 Allergien bei heiß- und kaltpolymerisierbaren Prothesenkunststoffen auf Basis PMMA/MMA

Zahnärzte und Dermatologen äußern den Verdacht, daß die Prothesenwerkstoffe auf PMMA-Basis Allergene enthalten, vornehmlich MMA als Restmonomer, aber auch Peroxide, Amine, Farbstoffe, phenolische Stabilisatoren und mögliche Zersetzungsprodukte wie Formaldehyd werden als Ursache für die beobachteten oder die vermeintlichen Allergien verantwortlich gemacht. Es scheint so, als wäre das Problem Prothesenunverträglichkeit größer gewor-