



IvoBase® – Innovatives Prothetiksysteem mit geringem Restmonomergehalt

Mit dem IvoBase® System steht ein vollautomatisches, schrumpfungskompensierendes Injektionssystem zur Verfügung, welches neben Präzision und gutem Zahnverbund auch definierte Restmonomer oder präziser Rest-MMA-Konzentrationen (nach ISO 20795-1:2008) in den Prothesenkunststoffen liefert (MMA: Methylmethacrylat). Der Anwender kann zwischen einem Rest-MMA Gehalt von <1.5% bei Standardprogramm und <1.0 Rest MMA bei der Zuschaltung der RMR-Funktion (RMR: Restmonomer Reduktion) wählen. Dies wird dank Mikroprozessor gesteuerter Regeltechnik möglich, und dies gleich mit einer ganzen Fülle an verschiedenen Materialtypen.



Thema: **IvoBase – Innovatives Prothetiksysteem mit geringem Restmonomergehalt**

Autor: Wolfgang Wachter, Projektleiter und wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschung und Entwicklung, Ivoclar Vivadent AG, Bendererstrasse 2, 9494 Schaan/Liechtenstein

Prothesenkunststoffe auf Basis von MMA/PMMA

Der mit über 90% überragende Anteil an weltweit verwendeten Werkstoffen für Prothesenkunststoffe ist PMMA (Polymethylmethacrylat) (11). Die herausragenden klinischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften sowie preisgünstige Verfügbarkeit lassen den Erfolg dieser Materialklasse seit nunmehr 75 Jahren andauern (1,2,3,13). Andere Werkstoffklassen wie Composite oder UDMA-Derivate (UDMA: Urethandimethacrylat) mit unterschiedlichen Polymerisationsmechanismen (Lichthärtung, Mikrowellenhärtung, etc.) konnten sich aufgrund von auftretenden Problemen wie Sprödigkeit, Plaqueanfälligkeit, aufwendiger Verarbeitung und nicht zuletzt dem höheren

Preis in der abnehmbaren Prothetik bis heute nicht flächendeckend durchsetzen. Eine echte werkstoffliche Alternative zu PMMA ist derzeit nicht verfügbar.

„Veredelung“ von PMMA

Eine dentale Kunststoffprothese besteht nie aus reinem MMA/PMMA, sondern beinhaltet eine Vielzahl von Zusatz- und Hilfsstoffen sowie Pigmenten für die Farbgebung. Um eine Vernetzung der Polymermatrix zu erreichen wird der flüssigen Komponente ein Dimethacrylat – z.B. 4-8% Ethylen- oder Butylenglycoldimethacrylat – zugesetzt. Dies führt zu einer verbesserten chemischen Beständigkeit und erhöht auch die physikalischen Eigenschaften wie E-Modul und Biegefestigkeit. Zur Beeinflussung der verarbeitungstechnischen Eigenschaften eines Prothesensystems werden in der Pulverphase auch PMMA-Copolymere eingesetzt. Als Initiatorsystem hat sich bei den Heisspolymerisationen das Dibenzoylperoxid (BPO) als Radikalbildner seit Jahrzehnten durchgesetzt. Für moderne, farbstabile autopolymerisierende PMMA-Prothesenkunststoffe werden heute BPO/Barbitursäurederivate als Redoxsystem verwendet (2, 4, 5,13).



Bild 1: Analyseproben im Gaschromatographen

Was bedeutet Restmonomer?

Als Monomer bezeichnet man reaktionsfähige, niedermolekulare Moleküle. Im Falle von Prothesenkunststoffen ist vor allem das Methylmethacrylat (MMA) gemeint, welches über eine Autopolymerisation oder Heisspolymerisation radikalisch polymerisiert werden kann. MMA ist bei allen Pulver-Flüssigkeit-Systemen für Prothesenbasismaterialien die reaktive Hauptkomponente der flüssigen Phase. Eine chemische Reaktion wie die der radikalischen Polymerisation von MMA zu PMMA läuft nie zu 100% ab (8). Dies bedeutet, dass in allen PMMA-haltigen Werkstoffen geringe Mengen an unpolymertem MMA im Material vorhanden sind. Dies gilt auch für industriell polymerisiertes PMMA oder Composite mit PMMA-Füllstoffen, darunter auch viele sog. hypoallergene Prothesenkunststoffe (6)!

In dentalen Werkstoffen kommen eine ganze Fülle unterschiedlicher Monomere zum Einsatz (UDMA: Urethandimethacrylat, TEGDMA: Tetraethylenglycoldimethacrylat, EGDMA: Ethylenglycoldimethacrylat, u.v.m.), welche nach der Polymerisation ebenfalls noch als Restmonomer im Werkstück vorliegen. In der Diskussion um die Biokompatibilität von dentalen Werkstoffen wird dies aber oft ignoriert, obwohl diese ebenfalls eine sensibilisierende, also Allergie auslösende Wirkung über die Aufnahme durch die Haut ausüben können (7).

Toxikologie von MMA

MMA ist ein leicht flüchtiger Stoff mit ausgezeichneten Lösemitteleigenschaften, welcher auf der Haut und an Schleimhäuten irritierend wirkt und leicht vom Körper aufgenommen werden kann. Ausserdem reizt MMA die Atemwege. Schädigend wirkt es allerdings nur in hohen Dosen, welche bei normaler Verarbeitung nicht erreicht oder aber durch den starken Geruch verhindert werden (8). Die grösste Gefahr besteht demnach für den Verarbeiter, also für den Zahntechniker. Hautkontakt mit unpolymertem Material ist zu vermeiden und die Verarbeitung hat unter einer Absauganlage zu erfolgen. Handelsübliche Handschuhe schützen nicht vor MMA. Ivocap- und IvoBase-Material werden bereits vordosiert in Kapseln angeboten – dadurch wird Hautkontakt mit Monomer praktisch ausgeschlossen und der Zahntechniker ist geschützt.

Ob Rest-MMA bei Schleimhautgetragenen Prothesen tatsächlich eine allergene Potenz besitzt ist laut gängiger Literatur eher fraglich (7,8). Um das Risiko für den Patienten trotzdem gering zu halten, müssen moderne Prothetiksysteme darauf getrimmt sein, einen möglichst tiefen Rest-MMA-Gehalt im Prothesenkörper zu erzeugen.

Polymerisiertes MMA hingegen, das PMMA, ist toxikologisch gesehen völlig unbedenklich und besitzt zu den hervorragenden klinischen Eigenschaften wie z.B. geringe Neigung zu Anlagerung von Plaque oder Besiedlung durch Mikroorganismen auch gute chemische Beständigkeit und geringe Verfärbungsneigung. Deshalb wird PMMA oft als Vergleich bei Belagsstudien von dentalen Werkstoffen herangezogen.

Was sagt die Norm EN ISO 20795-1:2008?

Der Monomerumsatz bei einer radikalischen Polymerisation wird durch äussere Faktoren stark beeinflusst. So bestimmen sowohl die Reaktionstemperatur als auch Oberflächeneinflüsse (Sauerstoffinhibierung) oder geometrische Faktoren wie etwa die Dicke des Prothesenkörpers den Rest-MMA-Gehalt massgeblich. Es ist also durchaus normal, dass der Restmonomergehalt innerhalb von Prothesen schwankt. Aus diesem Grund wird in der aktuellen Norm für Prothesenkunststoffe (EN ISO 20795-1:2008) mit Normkörpern (Rondellen mit 50 mm Durchmesser und 3 mm Höhe) gearbeitet.

Bei Injektionsverfahren wie Ivocap oder IvoBase können die in der Norm unter 8.8.2.1.1 beschriebenen Stahlformen nicht verwendet werden, weil diese durch die Wärmeleitfähigkeit des Stahls die Schrumpfungskompensation nicht erlauben. Zudem sind sie generell für eine Injektion nicht geeignet. Deshalb müssen Silikon-Rondellen in den geforderten Massen mit diesen Stahlformen hergestellt und diese direkt in die Küvetten von IvoBase und Ivocap eingebettet werden. Laut Punkt 8.8.2.1.2 derselben Norm ist diese Abweichung für Kapselmaterial erlaubt.



Bild 2: Einbettung der Silikonform zur Bestimmung des Restmonomergehaltes



Bild 3: Links polymerisierter und rechtes beschliffener Rohling

Die Polymerisation erfolgt gemäss Verarbeitungsanleitung. Nach dem Ausbetten müssen die Prüfkörper innerhalb der vorgegebenen Lagerbedingungen und Zeiten gelagert und dann mittels einer Schleifmaschine unter Verwendung eines metallographischen Schleifpapiers auf eine Dicke von 2.0 ± 0.1 mm unter Kühlung beidseitig abgeschliffen werden. Nach der Beschleifung und erneuter Lagerung erfolgen das Zerkleinern



Bild 4: Zerkleinern des Probekörpers für die Einwaage

und anschliessend die Extraktion des MMA aus dem Prothesenkunststoff mittels Aceton. Nach 72 Stunden Rühren bei Raumtemperatur wird der Gehalt des extrahierten MMA entweder mittels Gaschromatographie (GC) oder High Performance Liquid Chromatographie (HPLC) analytisch bestimmt und auf die Einwaage zurückgerechnet. Die so erhaltenen Werte entsprechen einem Durchschnittswert der gesamten Rondelle.



Bild 5: Extraktion des Methylmethacrylates durch Rühren in Aceton während 72 Std.



Bild 6: Bestückung des Gaschromatographen

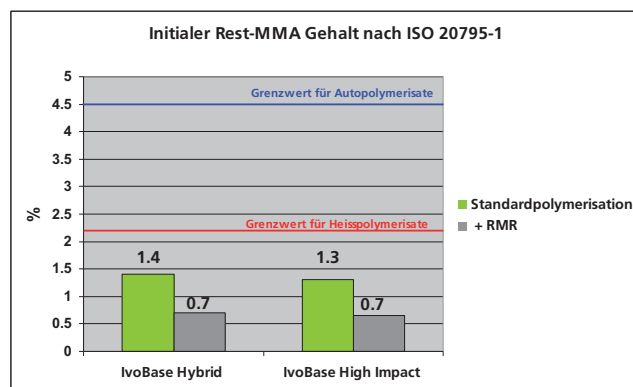
Wie kann man den Restmonomergehalt beeinflussen?

Es ist einschlägig bekannt, dass durch eine Verlängerung der Polymerisationszeit bei der Herstellung von Prothesenkunststoffen eine Verringerung des Restmonomergehaltes erzielt werden kann (9, 10). Dabei sind Temperaturen von über 80°C besonders wirksam. Diese Bedingungen treten üblicherweise bei der Verarbeitung von Heisspolymerisaten auf. Der Rest-MMA-Gehalt von Heisspolymerisaten wird in der Norm deshalb auch deutlich tiefer angelegt (<2.2%) als bei Autopolymerisaten (<4.5%) mit typischen Polymerisationstemperaturen von < 60°C. Bei optimal heiss polymerisiertem PMMA für Prothesenkunststoffe können stabile Rest-MMA-Gehalte von 0.5% erreicht werden. Ein Wert unterhalb 1% Rest-MMA gilt aber schon als sehr gut auspolymerisiertes System.

Möchte man bei klassischen Autopolymerisaten den initialen Restmonomergehalt unter 1% drücken, muss dies durch eine thermische Nachbehandlung bei Temperaturen >80°C erfolgen. Allerdings müssen die Prothesen dabei in Gips eingebettet werden, da sich sonst durch die thermische Behandlung Spannungen lösen und sich die Prothesen verformen können (12). Da bei Ivobase dieser Prozessschritt einfach an die reguläre Prozesszeit dazugeschaltet werden kann, ist kein zusätzlicher Aufwand nötig.



Bild 7: Einfaches Zuschalten der RMR-Funktion vor dem Programmstart



Tab 1: Initialer Restmonomergehalt von Ivobase-Prothesenkunststoffen (Ivoclar Vivadent AG)

Die Bedeutung von RMR im Ivobase System

Ivobase Prothesenkunststoffe erreichen nach Norm geprüfte initiale Rest-MMA-Gehalte, welche obwohl chemisch gesehen Autopolymerisate deutlich unter dem geforderten Normwert für Heisspolymerisate liegen und mit diesen vergleichbar sind (Tab 1).

Bei Standardabläufen werden reproduzierbar Werte von <1.5% erreicht. Durch die zusätzliche Wahl der RMR-Funktion kann dieser Wert durch eine Verlängerung der Polymerisationszeit (ca. 10–15 Minuten) auf <1.0% gesenkt werden. Typischerweise liegen die Gehalte für Ivobase Hybrid und High Impact bei 0.7% Rest MMA. Dies ist für ein Autopolymerisat ein aussergewöhnlich tiefer initialer Wert. Klassische Autopolymerisate erreichen diese Werte initial nicht. Demzufolge kann mit dem Ivobase System die potentielle Belastung für den Patienten auf ein äusserst tiefes Niveau gesenkt werden.

Literatur

1. Deutsches Reichspatent DRP 737058 (8. September 1936, Kulzer & Co. GmbH)
2. Materialien und Werkstoffkunde, Dr. Albert Gross, QZ 7/1977 678 - 685
3. Zur Geschichte der Prothetik Teil III und IV Dental Labor 1979 1035 / 1197
4. Prothesenmaterial, Teil I, harte Kunststoffe, Dr. R. Strauch, Dr. S. Tai, ZahnPrax 6, 678-699(2003)
5. Prothesenkunststoffe – Chemie, Technologie und klinische Bewährung Welker/Lenz, QZ 23,5, 649-660 (1997)
6. Residual methyl methacrylate monomer, water sorbtion and water solubility of hypoallergenic denture base materials, Pfeiffer/Rosenbauer, J.Prosth.Dent. 2004;92:72-8
7. Zum toxikologischen und allergologischen Risiko von Dentalwerkstoffen für Zahntechniker und Patienten, Prof. D. Welker, QZ 27, 1, 57-62 (2001)
8. Haut und Schleimhaut in Konfrontation mit Prothesenkunststoffen, Welker/Gebhard, QZ 22, 493-502 (1996)
9. Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of denture base polymers, Vallitu/Ruyter/Buykuilmaz, Eur J Oral Sci 1998;106: 588-593
10. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer, mechanical properties and water absorbtion, Dogan/Bek/Cevik/ Usanmaz, J. Dent. 1995; 23: 313-318
11. Die Formstabilität von Prothesenbasiskunststoffen bei der Nachpolymerisation, Boeckler/Kebernik/Dette, DZZ 2006; 61: 667-673
12. Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung (Band 1), Eichner/Kappert, 8. Auflage 2005

special
update
equipment



Dies ist ein Produkt aus unserem Kompetenzbereich „Implant Esthetics“.
Produkte aus diesem Bereich sind jeweils optimal aufeinander abgestimmt.