

Umwelt-ZahnMedizin

Autoimmunität, Allergie, Diabetes und Herz-Kreislaufkrankungen – Gibt es einen Zusammenhang zu Zahnersatzmaterialien?

V. von Baehr
Berlin

Erkrankungen, die mit chronischen Entzündungszuständen einhergehen, nehmen einen immer höheren Stellenwert, vor allem in den höher entwickelten Industrienationen, ein. Dazu zählen Allergien, Diabetes, Rheuma, Magen-, Darm- oder Schilddrüsenerkrankungen, Osteoporose, Herz-Kreislaufkrankungen sowie Parodontitis und andere chronische Infektionen, um nur die wichtigsten zu nennen. Die Fortschritte der Medizin haben die Komplikationen dieser Erkrankungen gemindert, nicht aber die Zahl der Patienten, bei denen die Diagnosen gestellt werden. Besorgniserregend ist vor allem der Anstieg auch bei jüngeren Patienten. Die Allergierate in Deutschland hat sich in den letzten 20 Jahren nahezu verdoppelt [7, 8]. Die Multiple Sklerose [1] wird 3-mal, der Morbus Crohn [2, 4] sogar 4-mal so häufig diagnostiziert wie noch vor 50 Jahren. Beim insulinabhängigen Diabetes mellitus rechnet man mit einem Anstieg um 70% in den kommenden 10–15 Jahren [6]. Das sind nur Beispiele, die den bedrohlichen Trend demonstrieren sollen.

Diese Entwicklungen bleiben auch für die moderne Zahnmedizin nicht folgenlos. Zum einen haben es die Zahnärzte immer seltener mit Patienten zu tun, die frei von jeder chronischen Erkrankung in ihrem Zahnarztstuhl Platz nehmen. Zum anderen sind aber gerade die Zahnmediziner gezwungen, Fremdmaterialien in den Körper ihrer Patienten dauerhaft einzubringen. Da bis heute keine biokompatiblen körperfremden Materialien zur Verfügung stehen, müssen sie davon ausgehen, dass im individuellen Fall jedes Material einen Trigger für chronische Entzündungen darstellen kann.

Auch wenn bis heute in der Praxis die zahnmedizinischen Krankheitsbilder nicht selten isoliert vom übrigen systemischen Inflammationsprozess diagnostiziert und behandelt werden, ist es unbestritten, dass hier direkte Beziehungen bestehen. Die bekannte, letztlich auf einer genetisch bedingten Entzündungsneigung beruhende Assoziation zwischen Herz-Kreislaufkrankungen und Parodontitis ist sicherlich nur ein Beispiel [10]. Der Tatsache, dass eine allergisch bedingte Materialunverträglichkeit oder ein chronischer Entzündungsprozess im Bereich der Zähne oder des Zahnhalteapparates eine Im-

mun- oder Entzündungserkrankung auch an entfernten Organen fördern kann, wird bis heute von Medizinern und Zahnmedizinern zu wenig Beachtung geschenkt. Eine Ausnahme stellt hier allenfalls die Urtikaria dar, bei der die Fokussuche durch den Zahnarzt in die diagnostischen Leitlinien aufgenommen wurde. Bei vielen anderen entzündlichen Systemerkrankungen wird zwar in Einzelfällen interdisziplinär gehandelt, nur selten wird dabei aber systematisiert vorgegangen.

Warum werden chronisch entzündliche Erkrankungen häufiger?

Die chronische Entzündung, das heißt die dauerhafte Aktivierung unseres Immunsystems, stellt den Schlüssel nahezu aller systemischer Erkrankungen dar. Im Gegensatz zur akuten Entzündung, die eine notwendige Reaktion unseres Organismus auf pathogene Eindringlinge, wie Bakterien, Viren oder Pilze, darstellt, ist die chronische Entzündung so gut wie immer Folge einer gestörten Immunregulation und Immuntoleranz. Ein gesundes Immunsystem ist in der Lage, eine ausgelöste Entzündung dem Ausmaß der Bedrohung anzupassen. Bei der großen Mehrzahl der chronischen Entzündungserkrankungen handelt es sich um eine andauernde Überreaktion des Immunsystems auf ein an sich harmloses Agens (Antigen). Dieses können Autoantigene sein (dem Immunsystem fremd erscheinende körpereigene Proteine), Allergene oder auch mehr oder weniger pathogene Bakterien, Viren und Pilze.

Genetische Veränderungen können den rasanten Anstieg entzündlicher Erkrankungen innerhalb weniger Generationen nicht allein erklären. Zwar ist die Neigung, die eine oder andere Erkrankung zu entwickeln, genetisch vorgegeben, es bedarf jedoch immer einer Auslösung von außen durch in der Regel mehrere Triggerfaktoren.

Nicht die Stärke unseres Immunsystems, sondern dessen Regulation ist entscheidend

Als Immunsystem wird das biologische Abwehrsystem höherer Lebewesen bezeichnet, das Gewebeschädigungen durch Krankheitserreger und Fremdeinflüsse verhindert. Es entfernt in den Körper eingedrungene Mikroorganismen und fremde Agenzien und ist außerdem in der Lage, entartete oder gealterte körpereigene Zellen zu zerstören. Das Immunsystem ist ein komplexes Netzwerk aus verschiedenen (Immun-)Organen, Zelltypen und im Blut gelösten Molekülen, welche im unmittelbaren Zusammenspiel mit anderen Organsystemen agieren.

Die Aufgaben des Immunsystems sind:

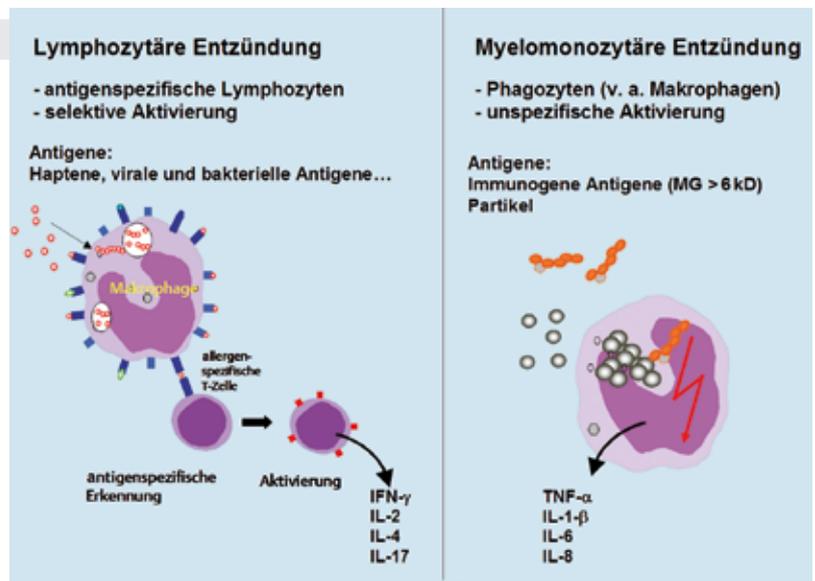
1. auf jeden „Eindringling“ in unserem Organismus kraftvoll mit einer Immunantwort zu reagieren, um die Infektabwehr und Infektüberwindung zu gewährleisten,
2. ein immunologisches Gedächtnis aufzubauen, welches es dem Immunsystem erlaubt, bei einem Zweitkontakt effektiv mit einer Immunabwehr zu reagieren,
3. sehr empfindlich die Tumorüberwachung zu gewährleisten, indem entartete, überalterte und veränderte körpereigene Zellen vollständig eliminiert werden,

dabei aber:

4. eine Immuntoleranz gegenüber körpereigenen Antigenen zu realisieren, um Autoimmunität zu verhindern,
5. der jeweiligen Situation angepasst zu reagieren, d.h. keine überschießende Entzündung zuzulassen und diese zeitlich so zu limitieren, wie es biologisch sinnvoll ist,
6. nur selektiv, d.h. nur auf tatsächlich für den Organismus gefährliche Agenzien zu reagieren, um allergische Reaktionen nicht zuzulassen.

Bei Betrachtung der Aufgaben wird das entscheidende Problem deutlich, welches die Grundlage für viele entzündliche Erkrankungen und unerwünschte Effekte der Immunantwort darstellt. Für die Aufgaben 1–3 kann das Immunsystem gar nicht stark genug sein und es darf keine „Lücke“ zulassen. Für die Punkte 4–6 dagegen wird von den gleichen Zellsystemen eine eher gezügelte Immunreaktion verlangt. Sie sollen zudem unterscheiden zwischen gefährlich und harmlos, nicht überschießend reagieren und körpereigene Strukturen unbedingt schonen.

Wenn man bedenkt, dass die selben Zellen und Immunmechanismen sowohl für die positiven (gewollten) Immunantworten (z.B. Infektabwehr) als auch für die krankmachenden Abwehrreaktionen (Allergie, Autoimmunität, chronische Entzündung) verantwortlich sind, wird



deutlich, dass Regulation und Kontrolle die letztendlich wichtigste Aufgabe eines gesunden Immunsystems darstellen.

In diesem Regulationsprozess darf man sich das Immunsystem nicht isoliert vorstellen. Es arbeitet im Zusammenspiel mit den endokrinen Organen und auch dem zentralen Nervensystem. Immunzellen tragen Rezeptoren für Hormone und Neurotransmitter genau wie z.B. nahezu jede Körperzelle Erkennungsstrukturen für Zytokine trägt. Damit erklärt sich das bisher nur zu Bruchteilen verstandene komplexe Zusammenspiel dieser 3 „Organsysteme“ und es wird verständlich, warum jedes Eingreifen in das Regulationssystem Auswirkungen auf den gesamten Organismus haben kann.

Was sind die Ursachen für das vermehrte Auftreten chronischer Entzündungen?

Es war ein Irrweg vergangener Jahre, hier nach einer isolierten Ursache zu suchen. Ansätze, wie z.B. die Annahme, dass bestimmte, nur auf Bauernhöfen vorkommende Bakterien als Ursache einer geringeren Allergiezinzidenz bei Kindern auf dem Land allein verantwortlich sind, konnten erwartungsgemäß nicht belegt werden. Auch monokausal angelegte Studien, welche Impfungen, die Amalgamproblematik oder Belastungen mit speziellen Umweltgiften in den Fokus gesetzt haben, konnten keine signifikanten Beziehungen belegen.

Man weiß heute, dass eine Vielzahl, meist in Kombination auftretender individueller Trigger- und Kofaktoren als Auslöser chronisch entzündlicher Krankheiten bedeutsam sind. In unserer modernen Gesellschaft müssen wir uns immer häufiger und mit immer komplexeren Einflüssen und Fremdstoffen auseinandersetzen, die in der Summe den häufig benannten „Umweltfaktor“

Abb. 1 Die lymphozytäre Entzündung (links) ist Träger der Virusabwehr und der spezifischen Immunität, vermittelt aber auch Allergien und Autoimmunreaktionen. Die rechts dargestellte unspezifische Entzündung stellt die Grundlage der Immunabwehr gegen Bakterien dar, spielt aber auch bei der Titanunverträglichkeit eine wichtige Rolle.

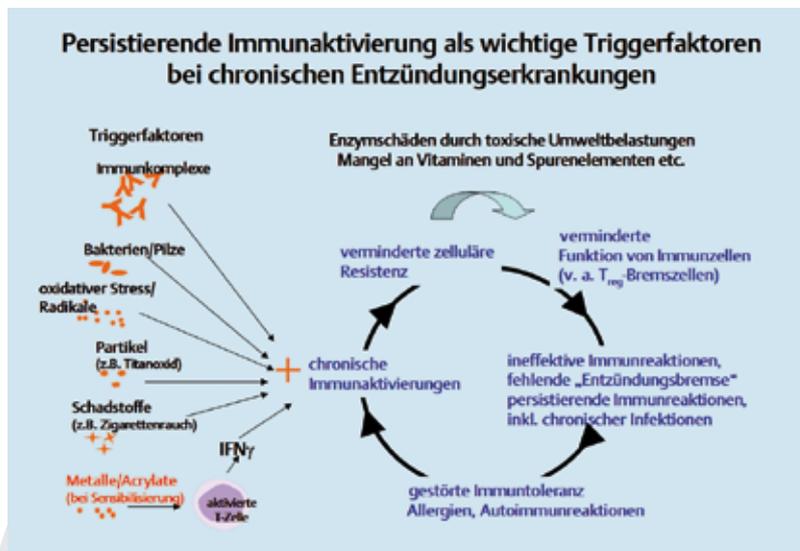


Abb. 2 Immunologische Triggerfaktoren, die eine Störung der Immunbalance bedingen. Folge sind einerseits ineffektive Immunantworten mit der Konsequenz, dass Fremdantigene, wie Bakterien und Viren, nicht mehr effektiv eliminiert werden. Andererseits wird aber auch die wichtige „Bremsfunktion“ des Immunsystems durch regulatorische T-Zellen reduziert, was die Entwicklung chronischer Entzündungen, Allergien und Autoimmunreaktionen bedingt.

darstellen und somit auf dem Boden genetischer Prädispositionen und biochemischer Veränderungen die Erkrankungen bedingen.

Die Liste der möglicherweise beitragenden Einflussfaktoren auf unseren Organismus ist lang, wenn wir uns überlegen, was sich in den letzten 50 Jahren in unserer Umwelt und unserem Umfeld verändert hat. In der Tat werden viele der nachfolgend genannten Problemfelder derzeit diskutiert und untersucht.

Eine wichtige Rolle spielt sicherlich die Limitierung des Kontakts zu Infektionserregern, insbesondere im Kindesalter. Die in unseren Breiten verbesserten hygienischen Bedingungen sowie die zweifelsohne wichtigen und erfolgreichen Impfprogramme, haben zur Folge, dass das Immunsystem vor allem im Kindesalter eine zu geringe Stimulation erfährt. Diese „Hygienehypothese“ wird heute aber längst nicht mehr allein für den Anstieg der Allergieinzidenz verantwortlich gemacht, sondern auch mit zahlreichen Autoimmunerkrankungen in Zusammenhang gebracht.

Nahrungsergänzungsmittel und Medikamente, aber auch Schadstoffe, wie Pestizide, Herbizide, Weichmacher, Lösungs- oder Flammenschutzmittel, können für sich selbst Allergien auslösen. In verschiedenen umwelttoxikologischen Studien über Innenraumschadstoffe wurde aber auch bewiesen, dass sie durch zelltoxische und biochemische Effekte Einfluss auf die Immunregulation nehmen. Unser moderner Wohnungsbau, der mit einer nachgewiesenermaßen geringeren Luftwechselrate einhergeht, trägt neben dem ohnehin breiteren Einsatz dieser Innenraumschadstoffe zusätzlich zum Anstieg der Exposition von Patienten bei.

Weitere in den vergangenen 50 Jahren hinzugekommene Einflussfaktoren, wie eine erhöhte Antigenvielfalt durch den weltweiten Nahrungsmitteltransfer, der verstärkte individuelle Gebrauch von Kosmetik und chemischen Verbin-

dungen (Kleidung, Möbel etc.) oder potenziell belastendere Arbeitsbedingungen (z. B. Kopierer, Laserdrucker etc.), tragen ohne Zweifel zur Problematik bei, ohne dass sie isoliert als kausaler Faktor verantwortlich gemacht werden könnten. Sehr emotional wird der Einfluss der Gentechnik, des psychischen Stresses, die Ozonbelastung oder der Einfluss der uns alle zunehmend umgebenden elektromagnetischen Felder diskutiert. Hierzu stehen bisher keine qualitativ ausreichenden be- oder entlastenden Studien zur Verfügung, was aber nicht dazu führen darf, diese Problematiken zu vernachlässigen oder gar als unproblematisch darzustellen.

Moderne Medizin trägt ihren Teil bei

Medizinische Eingriffe in die biologische Integrität der Menschen sind in unserer Gesellschaft zur beinahe täglichen Routine geworden. Nicht nur in der Zahnmedizin, sondern auch in der Chirurgie, Orthopädie, Gynäkologie (Spiralen), Radiologie (Kontrastmittel) oder in der interventionellen Inneren Medizin (z. B. Koronarstents) werden Fremdmaterialien in den Organismus dauerhaft oder vorübergehend eingebracht.

Die medikamentösen, hormonellen, immunstimulierenden oder immunsuppressiven Therapien haben nicht zu überschaubare Interaktionen, die aufgrund individueller genetischer Variationen zudem kaum durch Studien zu untersuchen sind. Häufig vergisst man, dass jedes Eingreifen in den Organismus Auswirkungen auf den gesamten Körper hat. Die Spezialisierung in der Medizin bedingt leider, dass Nebenwirkungen und Folgeerkrankungen oft nicht erkannt werden, wenn diese nicht in unmittelbarem Zusammenhang zum spezifischen Organsystem der eigenen Disziplin stehen.

Zahnersatzmaterialien als Triggerfaktor chronischer Erkrankungen?

Es steht außer Frage, dass die Zahnmedizin nicht ohne den Einsatz von Fremdmaterialien auskommt. Durch zahlreiche Entwicklungen vor allem auf den Gebieten der Materialien und der Materialverarbeitungen haben wir heute eine perfekte ästhetische und mastikatorisch funktionierende Zahnheilkunde für den gesunden Patienten. Allerdings darf nicht verkannt werden, dass sich auch die Zahnmedizin in den letzten 50 Jahren verändert hat, das heißt in der Zeit, in der wir den oben diskutierten Anstieg chronisch entzündlicher Erkrankungen zu verzeichnen hatten. Die Vielfalt der zur Verfügung stehenden Zahnersatzmaterialien ist beinahe unüberschaubar geworden. Im aktuellen Vademecum sind Legierungen in unüberschaubarer Menge mit individuellen Zusammensetzungen aufgeführt. Monatlich werden neue Füllungs- und Befestigungskomposite auf den Markt gebracht. Die In-

haltsstoffe sind oft ungenügend deklariert. Unkontrollierte Polymerisationen lassen unbekannte Zwischen- und Endprodukte entstehen. Die zunehmende Zahl durchgeführter Implantationen, Versiegelungen, Fluoridierungen sowie endodontische Versorgungen erhalten langfristig die Kaufähigkeit, sind allerdings ebenfalls immer mit der Einbringung von Fremdmaterialien verbunden.

Nachfolgend sollen nur 3 Beispiele verdeutlichen, dass diese Fremdmaterialien durchaus die Fähigkeit zur Auslösung und Unterhaltung von Entzündungen haben.

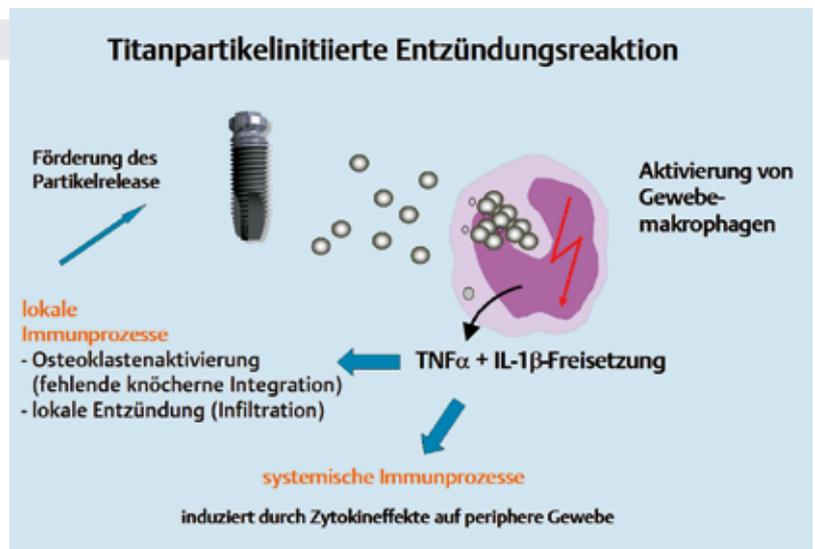
Metalle und Kunststoffe

Vor allem Metalle und Acrylate, aber prinzipiell alle zahnärztlichen Werkstoffe mit Ausnahme der Dentalkeramiken, können zellulär vermittelte, allergisch bedingte Entzündungsreaktionen hervorrufen (Typ-IV-Allergien) [5]. Freie Metallionen sowie auch Kunststoffmonomere wirken dabei als Haptene (Halballergene). Das heißt, sie verändern körpereigene Eiweiße so, dass diese vom Immunsystem als fremd erkannt werden. Die Symptomatik bei allergisch bedingten Unverträglichkeitsreaktionen auf Zahnersatzmaterialien ist in der Regel unspezifisch, d.h. ein ursächlicher Zusammenhang zum auslösenden Fremdstoff lässt sich zu meist nicht sicher belegen. Lokale Zeichen können Stomatitiden, Lichen ruber planus, Gingivitis oder Parodontitis sein, wobei diese durch die geringe Immunreaktivität der Mundschleimhaut häufig nur schwach oder gar nicht ausgeprägt sind. Bedingt durch die bei chronischer Allergenstimulation auftretende systemische Immunaktivierung treten neben einer Lokalsymptomatik auch Allgemeinsymptome, wie Kopfschmerzen, Migräne, Neuralgien, Muskelschmerzen, Arthralgien, Fibromyalgien, Parästhesien, gesteigerte Müdigkeit, Schlafstörungen und depressive Verstimmungen, auf. Diese Krankheitsbilder werden oft fälschlich dem psychosomatischen Formenkreis zugeordnet, vor allem wenn Entzündungszeichen an der Mundschleimhaut fehlen.

Für zahlreiche Metalle wurde schon in den späten 80er-Jahren nachgewiesen, dass sie Autoimmunität auslösen können. Gezeigt ist dieses zum Beispiel für Quecksilber, Silber, Gold und Cadmium [3]. Da man heute weiß, dass sich alle Metalle mit Ausnahme von Titan (siehe unten) an körpereigene Eiweiße binden und diese so verändern, dass sie vom Immunsystem als fremd erkannt werden, verwundert es nicht, dass die Palette der betroffenen Metalle viel breiter ist und inzwischen auch Acrylate diskutiert werden.

Titanimplantate als Triggerfaktor

Dass ausgewählte Patienten auf Titanimplantate Unverträglichkeitsreaktionen zeigen, ist durch orthopädische aber auch zahnmedizinische Fall-



beispiele belegt. Die Diagnosestellung ist vor allem deshalb schwierig, weil sich die Immunpathogenese der Titanüberempfindlichkeit deutlich von der anderer Metalle unterscheidet. Titan liegt im Gegensatz zu Metallen, wie Gold, Quecksilber oder Nickel, nicht in freier ionisierter Form

Abb. 3 Die titanoxidinduzierte Entzündung basiert auf einer gesteigerten Induktion der proentzündlichen Zytokine TNF- α und Interleukin-1, die sowohl lokale (Knochenabbau) als auch systemische Effekte bedingen.



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
UMWELT-ZAHNMEDIZIN

2. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Umwelt-ZahnMedizin –
29.–30. Mai 2010
Kongresszentrum Frankenthal/Pfalz

Multisystemerkrankungen – Eine Herausforderung für die ZahnMedizin der Zukunft

u. a. mit Vorträgen zu den Themen:

- Metall- und Schadstoffinduzierte Entzündungsreaktionen
- Effekte von Metallen und Nanopartikeln auf den oxidativen Stress
- Multisystemerkrankungen als Folge systemischer Entzündungsprozesse
- Histaminintoleranz unter Berücksichtigung zahnärztlicher Materialien
- Mechanismen und Risikobewertung metallinduzierter Autoimmunreaktionen
- Materialwirkungen im biologischen Medium
- Strategien bei Titanunverträglichkeit in der implantologischen Praxis
- Kieferostitis (NICO) als Ursache von Systemerkrankungen

sowie diversen Beiträgen aus der Rubrik „Praktizierte Umwelt-ZahnMedizin“.

Veranstalter: Deutsche Gesellschaft für Umwelt-ZahnMedizin – DGUZ e. V.
Siemensstraße 26a, 12247 Berlin, Tel.: 030/7715484, Fax: 030/7715937
E-Mail: info@dguz.de

Anmeldeunterlagen auf www.dguz.de

vor, da es in physiologisch vorkommenden pH-Wert-Bereichen in wässriger Lösung unmittelbar nach seiner Freisetzung oxidiert wird und somit, anders als die übrigen Metalle, nicht in der Lage ist, körpereigene Proteine zu modifizieren und als Hapten (Halballergen) zu fungieren.

Die titaninduzierte Implantitis beruht demnach nicht auf einer Allergie, sondern wird durch eine verstärkte Entzündungsreaktion der Gewebsmakrophagen auf die freiwerdenden phagozytischen Titanoxidpartikel bedingt [9].

Folgerichtig zielen entsprechende Testverfahren darauf ab, Blutmonozyten des Patienten mit Titanpartikeln zu provozieren und den Grad der dabei induzierten Entzündungsantwort anhand der inflammatorischen Schlüsselzytokine TNF- α und IL1- β zu messen. Die Korrelation dieser Methodik zu genetischen Polymorphismen in den Promotorregionen der genannten proentzündlichen Zytokine konnte gezeigt werden. Allergietests, wie der Lymphozytentransformationstest (LTT) oder auch der Epikutantest, können diese häufigste Form der immunologischen Titanüberempfindlichkeit nicht nachweisen.

Immunaktivierung durch Wurzelfüllmaterialien

Die Endodontie ist sicherlich mit mehreren Problemen behaftet, die im individuellen Fall für chronisch entzündliche Immunaktivierungen und toxische Prozesse kausal bedeutsam sein können. Aus allergologischer Sicht fällt auf, dass Wurzelfüllmaterialien häufig ausgesprochen potente Allergene enthalten. Ohne an dieser Stelle Produktnamen nennen zu müssen, zählen dazu folgende in gängigen Materialien enthaltene Substanzen: Perubalsam, Eugenol, Terpentinöl, Epoxidharze, Silikonöl, Silber, Kolophonium, Polydimethylsiloxan, Erdnussöl und Paraformaldehyd. Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass bei Entzündungen an wurzelgefüllten Zähnen zu selten an die Möglichkeit eines allergisch bedingten Immunprozesses gedacht wird. Abzugrenzen von allergischen Unverträglichkeiten sind hier die individuell möglichen Entzündungsreaktionen auf Eiweißzerfallsprodukte, die vom toten Zahn ausgehen können. Hierbei handelt es sich im Grunde um Autoimmunreaktionen, da veränderte körpereigene Proteine Auslöser der Immunreaktion sind.

Zusammenfassung

Ob sich eine chronisch entzündliche Krankheit entwickelt und welchen Verlauf sie nimmt, hängt von zahlreichen Einflussfaktoren ab. Dazu können im individuellen Fall auch Sensibilisierungen und Überempfindlichkeitsreaktionen auf Zahnersatzmaterialien, chronisch entzündliche Prozesse im Mundraum sowie mögliche toxische Effekte der eingesetzten Materialien beitragen.

Die Umwelt-Zahnmedizin ist eine neue interdisziplinär ausgerichtete Subspezialisierung für Zahnärzte, Mediziner und Zahntechniker. Im Fokus der Umwelt-Zahnmedizin steht die ganzheitlich ausgerichtete zahnärztliche Behandlung chronisch kranker Patienten sowie die Anwendung individueller präventiver Behandlungskonzepte mit dem Ziel, chronisch entzündliche Krankheiten zu verhindern. Die Deutsche Gesellschaft für Umwelt-ZahnMedizin verfolgt das Ziel, der interdisziplinären Kooperation zwischen Medizin, Zahnmedizin und auch Zahntechnik ein Forum zu geben und dabei diagnostische und therapeutische Konzepte auf wissenschaftlicher Basis zu entwickeln.

Literatur

- 1 Alonso A, Hernán MA. Temporal trends in the incidence of multiple sclerosis: a systematic review. *Neurology* 2008; 71: 129–135
- 2 Baumgart DC. The diagnosis and treatment of Crohn's disease and ulcerative colitis. *Dtsch Arztebl Int* 2009; 106: 123–133
- 3 Griem P, Gleichmann E. Metal ion induced autoimmunity. *Curr Opin Immunol* 1995; 7: 831–838
- 4 Jacobsen BA et al. Increase in incidence and prevalence of inflammatory bowel disease in northern Denmark: a population-based study, 1978–2002. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2006; 18: 601–606
- 5 Lawrence DA, McCabe MJ Jr. Immunomodulation by metals. *Int Immunopharmacol* 2002; 2: 293–302
- 6 Neu A, Willasch A, Ehehalt S et al. Häufigkeit des Diabetes mellitus im Kindesalter in Deutschland. Ein epidemiologischer Überblick. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2001; 149: 636–640
- 7 Ring J, Fuchs T, Schultze-Wernighaus G (Hrsg.). *Weißbuch Allergie in Deutschland*. München: Urban & Vogel; 2004
- 8 Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W. Allergische Erkrankungen – Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 2008; 50: 701–710
- 9 Sterner T, Schütze N, Saxler G et al. Effects of clinically relevant alumina ceramic, zirconia ceramic and titanium particles of different sizes and concentrations on TNF-alpha release in a human macrophage cell line. *Biomed Tech* 2004; 49: 340–344
- 10 Tonetti MS. Periodontitis and risk for atherosclerosis: an update on intervention trials. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 15–19

Korrespondenzadresse

Dr. Volker von Baehr
 Ärztlicher Leiter der Abteilungen Immunologie und Allergologie am Institut für Medizinische Diagnostik Berlin
 Nicolaistraße 22
 12247 Berlin
 E-Mail: v.baehr@imd-berlin.de