Titan – biokompatibel oder eine potentielle Gesundheitsgefahr?

In den vergangenen dreißig Jahren sind wir, kaum daß wir es bemerkt haben, von Titan umgeben und "befallen" worden. Wir verwenden es, tragen es, essen es und, ohne zu fragen, akzeptieren wir es als Ersatzteile in unserem Körper! Aber ist es bei einer langfristigen Exposition wirklich harmlos?

von Monica Kauppi

Als ein silbrig graues, glänzendes Metall, das nichtrostendem Stahl gleicht, hat Titan im 20. Jahrhundert eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten gefunden, wie in Flugzeugen, Bratpfannen, Schmuck und Implantaten. Nachdem sie seit den 70er Jahren in größerem Maße eingesetzt werden, sind Titanimplantate ein großer Erfolg geworden. In späteren Jahren jedoch ist von gesundheitlichen Nebenwirkungen berichtet worden, besonders bei Patienten mit einer „Amalgam-Vorgeschichte". Es wird nicht empfohlen, Titan mit anderen Metallen, wie zum Beispiel Gold, zu kombinieren.

Titandioxyd, das hauptsächlich als Pigment in Farben, Papier und Plastikmaterialien verwendet wird, wird auch in pharmazeutischen Produkten, Kosmetikartikeln, Dentalmaterialien und Nahrungsmitteln eingesetzt. Es ist ein Halbleiter und bei der Exposition gegenüber Licht wird es reaktiv und kann Wasser sterilisieren. Obwohl es als ein harmloses Zusatzmittel aufgeführt wird, unterstellt man dem Titandioxyd nun, Nebenwirkungen zu verursachen. Im Jahre 1998 entschloß sich die Federation of County Councils in Schweden, auf ein Verbot der Verwendung von Titandioxyd in pharmazeutischen Produkten hinzuarbeiten.

Magnetischer Sand

Im Jahre 1790 fand ein britischer Priester das, was er magnetischen Sand nannte. Das Element Titan (Ti) war entdeckt worden, aber erst im Jahre 1948 erlangte es kommerzielle Bedeutung. Die ersten Eisenlegierungen, die Titan enthielten, wurden 1906 hergestellt, und Mitte der 30er Jahre fand die Verwendung von titanhaltigen Materialien in Schweißstabummantelungen Anerkennung.

Wegen der Bedeutung von Titan für Verteidigungszwecke erhielt die Titanindustrie während ihrer frühen Expansion praktisch jede Form der finanziellen Unterstützung.

Farbstoff aus Titandioxyd (TiO_2) wird in den Vereinigten Staaten seit 1918 erzeugt. Es ist auf dem Markt für Farben (50 %), Papier (12 %), Plastik (20-22 %), Gummi, Schutzanstriche, Keramik, Kunstfaser und in der pharmazeutischen und Nahrungsmittelindustrie* der vorherrschende weiße Farbstoff geworden. Seit vielen Jahren hat sein Produktionsumfang denjenigen aller anderen weißen Farbstoffe zusammengenommen weit überschritten. TiO_2 wird auch zur Deckfähigkeit in anderen Farben (außer rot und schwarz, die nicht durchsichtig sind) verwendet.

Nicht rein in der Natur

Titan kommt in der Natur nur in chemischen Verbindungen vor, gewöhnlich mit Sauerstoff und Eisen oder Kalzium. Es macht etwa 0,6 % der Erdkruste aus und steht in bezug auf den Umfang der Elemente an neunter Stelle.

Die hauptsächlichen Mineralvorkommen von Titan sind Rutil (93–96 % TiO_2), Ilmenit (44–77 % TiO_2) und Leukoxen (bis zu 90 % TiO_2). Große Vorkommen von Anatas (kristallines TiO_2) in Brasilien und von Perovshit (ein Kalziumtitanit) in Colorado werden erschlossen.

Titanminen sind anzutreffen in

Australien
Kanada
Norwegen
Republik Südafrika
Vereinigte Staaten
UdSSR
Sierra Leone.

Das Metall Titan wird in hochentwickelten chemischen Prozessen hergestellt und ist teurer als Aluminium und Stahl. Nur etwa 5 % der jährlichen weltweiten Förderung von Titanerzen gehen in die Herstellung von Titanmetallen. Die anderen 95 % werden in erster Linie für die Herstellung von Titandioxyd-Farbstoffen verwendet.

Titan wird hauptsächlich hergestellt von

den UdSSR
den Vereinigten Staaten
Japan
Großbritannien
China.

Größere Titanvorkommen in den USA gehören NL Industries Inc. und Du Pont.

TiO_2 wird hauptsächlich hergestellt von

den Vereinigten Staaten
Deutschland
Großbritannien
Japan
Frankreich.

Du Pont ist der weltweit größte Hersteller von TiO_2 (33 % des Weltmarktes 1998). Die Erze werden hauptsächlich in der eigenen Mine in Florida und in Australien gewonnen.

*z. B. in der Herstellung von Käse; Mozzarella und Edamer (WHO1982)

Ansteigende Nachfrage

Die weltweite Produktion von TiO_2 ist von 3.907,8 t im Jahre 1988 auf 4.346 t im Jahre 1998 angestiegen. Im Jahre 1997 holte die Nachfrage schließlich mit der Produktionskapazität auf, und es ist eine durchschnittliche jährliche Zuwachsrate von 5,5 % für Titanmetall und 3 % für TiO_2 zu erwarten. TiO_2 ist verhältnismäßig teuer und kann sich bis auf etwa ein Drittel des Farbenpreises belaufen.

Kein größeres Umweltproblem

Nach Aussage von Lars Asplund von der Schwedischen Umweltschutz-Agentur stellt Titan bei der Abfallbeseitigung keinen Grund zu großer Sorge dar.
„Wir sind über die größeren Umweltschadstoffe, wie die Schwermetalle Blei, Kadmium und Quecksilber beunruhigt. Was Titan anbelangt, so wird es als gewebefreundlich angesehen, nur gewisse organische Bestandteile, wie z.B. Titansalze, sind toxisch. Titan ist in geringem Maße löslich und hitzebeständig. Die Siedetemperatur liegt bei 3260° C und die Schmelztemperatur bei 1675° C, und was TiO_2 anbelangt, so liegt sie sogar noch höher bei 1855° C. Daher geht es gewöhnlich ganz durch die Müllverbrennungsanlagen hindurch und kommt intakt heraus."

Das größere Umweltproblem in der Titanindustrie ist die Beseitigung von Abwässern aus dem Sulfatpigmentprozeß, die Schwefelsäure und Eisensulfat enthalten. Um dieses Problem zu minimieren, werden Anlagen zur Abwässerbehandlung eingesetzt, die solche Abwässer mit Kalkstein und Kalk neutralisieren und Gips und Eisenoxyd-Nebenprodukte erzeugen.

Wird in der Lunge gespeichert

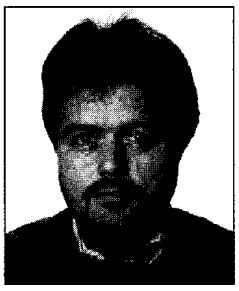
In den 60er Jahren wurde die tägliche Einnahme von TiO_2 bis 300 µg gemessen. (WHO 1982). Im Jahre 1980 wurde veranschlagt, daß die durchschnittliche Aufnahme des Menschen an Titan zwischen 0,3 und 1 mg/Tag liegt, von dem das meiste über den Stuhl ausgeschieden wird[1]. Es kann sich auch in der Lunge und dem lymphatischen System anreichern[2].

Der Körper eines Erwachsenen enthält etwa 15 mg Titan hauptsächlich in der Lunge (1985). Höhere Konzentrationen können bei Personen mit berufsmäßiger Exposition gegenüber Titan festgestellt werden[3]. Die Urinwerte liegen normalerweise unterhalb der Nachweisgrenze von 1,5 µg/l[3].

Anstreicherarbeiten mit TiO_2-haltiger Farbe können einen Lungenschaden verursachen. Eine Alveolarproteinose ist bei einem Anstreicher beschrieben worden[4].

Hohe Werte in der Gallenflüssigkeit

In den letzten Jahren scheint die Exposition des Menschen gegenüber Titan beträchtlich angestiegen zu sein. Das Labor Schiwara in Bremen, Deutschland, hat sich auf die Analyse von Chemikalien in der Umwelt und im Menschen spezialisiert. Die Titan-Werte (TiO_2), gemessen im Hausstaub in normalen Häusern (ohne irgend eine besondere Exposition), betragen 113 mg/kg (1993).


Dr Köster

Nach Aussage von Dr. Köster wird nach dem Titan-Wert im Stuhl relativ selten gefragt.
– *„Aber immer, wenn wir ihn messen, finden wir sehr hohe Werte, etwa 700 µg/kg – 5300 µg/kg. Titan wird oft im Speichel gemessen. In Haaranalysen und vor allem im Blut haben wir äußerst hohe Werte festgestellt, 50–60 µg/l bei Menschen, die Probleme mit Titan haben* Aus irgendeinem Grund ist der normale Titan-Wert im Serum höher als der anderer Metalle"*[7].

Hohe Titan-Werte in Fingernägeln sind auch beschrieben worden, siehe Seite 13.

Titan und Brustkrebs?

Die meisten Studien konnten keinen Zusammenhang zwischen Krebs und Titanverbindungen nachweisen[3]. Jedoch wurde im Zentrum für Metallbiologie in Uppsala, Schweden, das Vorhandensein von Titan in menschlichen Makrophagen in der Nuklear-Mikroskopie, im PIXE** test[5] und in Blutzellen von Patienten mit akuter myeloischer Leukämie beobachtet[6].

Ulf Lindh

Prof. Lindh betont, daß dies einzelne Beobachtungen sind und daß keine meßbaren Titanmengen in Blutzellen – mit einer Ausnahme – gefunden worden sind. Bei Patienten mit Brustkrebs ist Titan in den roten Blutkörperchen und im Tumorgewebe[7] festgestellt worden. Das letztere ist auch eine einzige Beobachtung.

Ein Übergangsmetall

Titan ist ein Übergangsmetall*, was bedeutet, daß es leicht Elektronen abgibt und feste Komplexe sowohl mit organischen wie anorganischen Verbindungen bildet [8].

Abgesehen von künstlichen Situationen, wie Metallimplantaten, kommen Übergangsmetalle niemals in sehr großen Mengen im Organismus vor [8]. Die meisten von ihnen haben keine biologische Funktion und in Konzentrationen über den natürlich vorkommenden binden sie sich an die Aktivitätszentren der Enzyme, unterbrechen die Membranfunktion und stören das Gleichgewicht, das andere Metalle steuert [8] [9].

Entfernen unmöglich

In den frühen 50er Jahren setzte der junge schwedische Forscher Per-Ingvar Brånemark einem Kaninchen ein Titanröhrchen ein, um zu untersuchen, wie Gewebeschäden den Heilvorgang beeinträchtigen.

Als er einige Zeit später versuchte, das Implantat zu entfernen, stellte er zu

---

*Das gesamte Titan wurde gemessen, d.h. einschließlich Titandioxyd.
**Teilchen-induzierte Röntgenbestrahlung, eine etablierte, fortschrittliche Methode für die Messung von Spurenelementen in kleinen Objekten (wie Zellen)

*Übergangsmetalle nehmen den mittleren Block des Periodensystems ein, der drei Reihen von Skandium bis Kupfer, Zirkonium bis Silber und Hafnium bis Gold umfaßt. Quecksilber ist ebenfalls ein Übergangsmetall.

seiner großen Verwunderung fest, daß es vollständig festsaß. Fremdmaterialien werden normalerweise vom Körper abgestoßen, aber hier hatte sich das Titan in dem Knochengewebe des Tieres integriert.

Das war der Anfang von langjährigen Forschungen in der oralen Implantologie. Er fand heraus, daß Titanschrauben neue Zähne aus Porzellan oder Kunststoff tragen können. Der erste Patient wurde im Jahre 1965 behandelt. Seitdem sind mehr als 600.000 Patienten weltweit mit dieser Methode behandelt worden. Insgesamt werden jährlich 800.000 orale Implantate (alle Hersteller eingeschlossen) eingebracht.

Titankonstruktionen werden auch in Hörhilfen, Ohrprothesen, in der plastischen Gesichtschirurgie und in Hüft- und Knieimplantaten verwendet. Titanschrauben können dazu eingesetzt werden, ganze Armprothesen zu befestigen.

Nach Aussage von Nobel Biocare, ein Hersteller nach der Brånemark-Methode, berichten viele Patienten, daß ein Empfindungsvermögen zwischen dem Körper und dem Implantat übertragen wird. Patienten mit oralen Implantaten fühlen, wenn sie kauen, und Patienten mit einer künstlichen Hand, die mit Titanschrauben befestigt ist, geben an, den Gegenstand, den sie berühren, zu fühlen (!!).

Freunde von mir erzählen, daß sie im Bereich des Implantats eine gewisse Wetterfühligkeit entwickelt haben – der etwas anschwillt, wenn das Wetter kälter wird.

Mißerfolg bei 8 % der Implantate

Viele Leute berichten, daß ihr Titanimplantat ihr Leben zum Besseren verändert hat. Jedoch leben nicht alle Implantate und ihre Gastgeber anschließend glücklich miteinander. Die meisten verfügbaren Daten über mißlungene Implantationen basieren auf der Brånemark-Methode.

Annähernd 8 % aller Zahnimplantate mit Titanschrauben versagten während der ersten fünf Jahre. Dies wurde von Forschern an der Universität von Göteborg im Jahre 1997 festgestellt[10, 11].

Dr. Esposito, Chef des Forschungsteam, sagt: *„Die meisten Titanimplantate sind ein Erfolg – wir untersuchen die Fehlschläge, um die Methode weiter zu verbessern."*

Man glaubt, daß der Grund für die Mißerfolge entweder niedrige Knochendichte, da wo die Schrauben eingesetzt werden, ist oder Infektionen im Gewebe, das die Implantate umgibt[10, 11]. Mißlungene Implantate sind charakterisiert durch eine chronische entzündliche Reaktion des umgebenden Gewebes[10, 11].

Der Gesundheitszustand des Patienten ist offensichtlich ein wichtiger Faktor. Es wurde festgestellt, daß eine beeinträchtigte Gesundheit mit dem Verlust der oralen Implantate einhergeht[11]. Das gleiche gilt für das Rauchen und die Strahlentherapie[12].

Nicht nur Titan

Nach Aussage von Rickard Brånemark, Orthopäde, werden Brånemark-Implantate aus reinem Titan hergestellt.
– „Aber das Brånemark System scheint auch Gold zu beinhalten. Warum?"
– *„Die aus eine Goldlegierung hergestellte Stutzschraube steht nicht im direkten Kontakt mit dem Gewebe, nur mit Speichel und Titan."*

Die Titanverbindungen für Hüften und Knie können bis zu 7 % Aluminium oder andere Metalle und andere Substanzen enthalten. Es wurde von hohen Titanwerten und erhöhten Aluminiumwerten bei Titanimplantaten für Hüften berichtet [13].

Andere Untersuchungen zeigen, daß die Korrosion die Form, Größe und chemische Komposition der implantierten Metallegierungen, die aus Titan-Aluminium-Vanadium bestehen, ständig verändert [14].

Selbst wenn kein Verschleiß vorliegt, werden von den Implantaten auch Metallteilchen freigesetzt. Bei einem Tierversuch wurden Titanwerte im Knochen und Muskelgewebe in der Nähe des Implantats ermittelt[15].

Neben Implantaten wurden häufig starke Farbveränderungen des Gewebes beobachtet[16) 17) 18].

Hüftimplantate aus Chrom-Kobalt, die mit Titanschrauben befestigt waren, verursachten abnutzende Korrosion der letzten[18]. Es wurde vermutet, daß das Lösen der Prothese durch immunologische Reaktionen (Typ IV – Sensibilität gegenüber Titan) ausgelöst worden war[18].

Implantate verursachten Probleme

Christer Malmström

Im Jahre 1997 veröffentlichte Christer Malmström, schwedischer Zahnarzt, in der Schrift der Patienten-Initiative eine Warnung vor der Verwendung von Titan bei metallempfindlichen Patienten[19]. Er erhielt etwa 40 Telefonanrufe und Briefe von Personen, die nach der Eingliederung von Titanimplantaten Symptome entwickelt hatten. Einige von ihnen hatten vorher noch keine Probleme mit Zahnfüllungen gehabt, andere wurden nach dem Einsatz von Titanimplantaten wieder krank, nachdem sie nach der Entfernung des Zahnamalgams wenigstens teilweise genesen waren.

Titan kann erhöhte Freisetzung von im Körper gelagerten Schwermetallen auslösen, was Symptome verschlechtern kann[18].

Die meisten dieser Patienten hatten große Schwierigkeiten, ihre Titankonstruktionen wieder loszuwerden, da sie für sicher gehalten werden. Einige Zahntechniker berichteten, daß sie in ihren Labors sensibel auf Titan geworden sind.

Eine von Dr. Malmströms eigenen Patienten erholte sich, nachdem das ganze Titan aus ihrem Mund entfernt worden war. Nach etwa einem Jahr kamen alle ihre Symptome wieder zurück. Nach einer gewissen Zeit fruchtloser detektivischer Arbeit fand

sie schließlich die Ursache – eine Titanklammer war bei einer Sterilisationsoperation in einen ihrer Eileiter implantiert worden. Sie wurde entfernt, und alles war wieder in Ordnung.

Elektrische Ströme

Das Vorhandensein von verschiedenen Metallen im Mund wird unvermeidlich elektrische Ströme zwischen den Metallen verursachen. Dieses Phänomen wird gewöhnlich als starker Metallgeschmack wahrgenommen [18].

Eine Person ohne eine Amalgam-Vorgeschichte wird normalerweise Titan tolerieren, aber im Falle von voraufgegangenen metallbezogenen Problemen ist es wahrscheinlich besser, es zu meiden, besonders in Verbindung mit Gold.

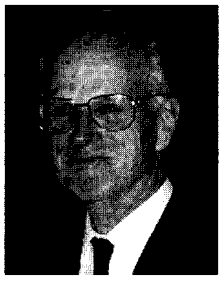
Gelbe Fingernägel

Das Gelbe-Fingernägel-Syndrom wird durch dicke, gelbe Nägel, die oft abfallen, und Brust- und Rippenfellentzündung oder einen anhaltenden Husten charakterisiert[19].

Zwei Fallstudien mit Patienten mit dem Gelbe-Fingernägel-Syndrom und Husten wurden auf der Medizinischen Messe in Schweden im November 1998 vorgestellt[20].

In einem Fall hatte sich das seltene Syndrom sechs Monate nach dem Einsatz eines Titan-Knie-Implantates entwickelt – die Frau hatte bereits Goldinlays. Der andere Patient wurde nach dem Einsatz von Titanschrauben krank, die in seinem Unterkiefer mit Goldstiften verbunden waren.

Erhöhte Titanwerte – 120 und 170 µg/g – wurden in Nagelproben vorgefunden, während Kontrollpersonen weniger als 5 µg/g aufwiesen.


Fredrik Berglund

Prof. Berglund ist der Meinung, daß Titanimplantate grundsätzlich eine gute Idee sind, aber andere Metalle müßten vermieden werden, wahrscheinlich auch in Form von Schmuck.

– *„Der Grund ist, daß, wenn verschiedene Metalle entweder in direktem Kontakt oder in verschiedenen Teilen im Körper vorhanden sind, eine erhöhte Korrosion der weniger reinen Bestandteile auftreten wird, abhängig von der Position der Metalle in der elektrochemischen Spannungskette, d.h. wenn Gold und Titan im Körper vorhanden sind, wird eine erhöhte Titanfreisetzung die Folge sein."*

Erhöhte Aufnahme durch Natriumlaurylsulfat?

Ein anderer in Zahnpasten, Schampoos und Seifen gewöhnlich vorkommender Bestandteil ist *Natriumlaurylsulfat*, eine Substanz, die eingesetzt wird, um die Haut von Versuchstieren zu sensibilisieren, damit sie auf Toxine schneller reagieren. Wird Natriumlaurylsulfat auch die Absorption anderer Bestandteile, wie TiO_2 aus Zahnpasten oder oralen Implantaten, erhöhen?

Das bedeutet auch, daß in Verbindung mit Titan Dentalamalgam schneller korrodieren wird, d.h. mehr Quecksilber, Silber und Kupfer wird freigesetzt werden18).

Prof. Berglund erwähnte einen jungen Mann mit einem Titanimplantat und einem Goldring im Ohr, der keine Probleme hatte, außer wenn er eine Zeitlang eine Coca-Cola-Dose in seiner Hand hielt – dann nahm er immer ein summendes Geräusch in seinem Ohr wahr (in demjenigen mit dem Goldring).

Es ist wahrscheinlich leichter, das Gold herausnehmen und das Titanimplantat intakt zu lassen. Wie vorher bereits erwähnt, läßt sich Titan sehr schwer und fast unmöglich entfernen, und viele Zahnärzte sträuben sich, es überhaupt zu versuchen.

Eine Patientin erzählte mir, daß sie an einen Kieferchirurgen verwiesen wurde, der das Implantat mit einem speziellen Vibrator herausnahm. Umfangsreiche Vorsichtsmaßnahmen sind notwendig, sonst kann sich der Zustand wesentlich verschlechtern. Im Falle der Beseitung von Titanimplantaten aus dem übrigen Körper werden wahrscheinlich umfangreiche chirurgische Maßnahmen erforderlich sein.

Titan und Fluorid

Die meisten der auf dem Markt befindlichen Zahnpasten und Zahngele enthalten Fluorid. Fluorid erhöht die Korrosionsrate von Titan beträchtlich[21].

Eine französische Studie zeigt, daß der Korrosionsprozeß bei Titanlegierungen in einem fluoridbehandelten sauren Milieu erheblich verstärkt wird [22].

Die Mehrzahl der Zahnpasten enthält auch Titandioxyd. Wie beeinflußt diese Verbindung die Mundflora?

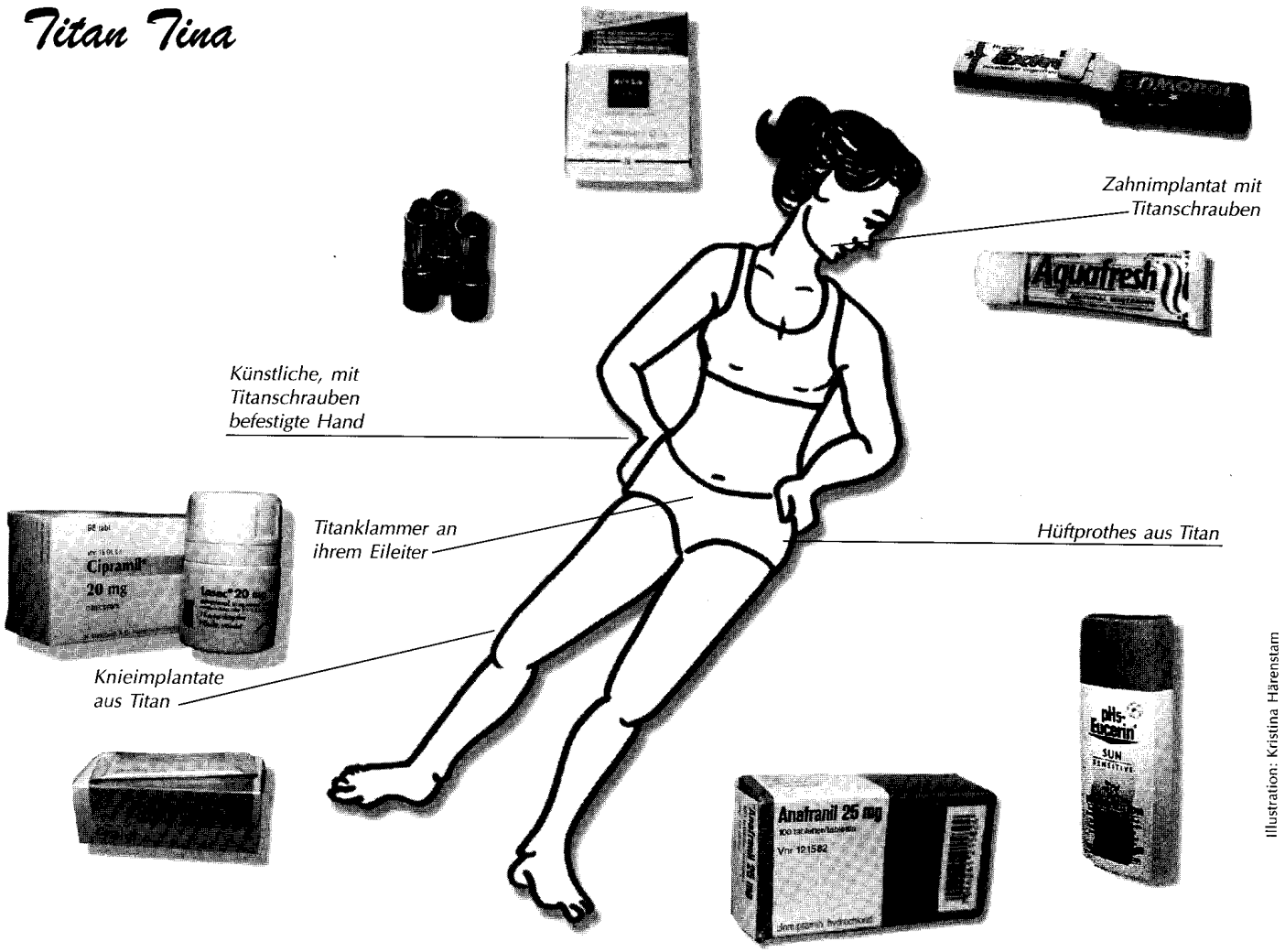
Halbleiter

Wenn Titanimplantate Sauerstoff ausgesetzt werden, wird auf der Oberfläche TiO_2 gebildet. Titandioxyd ist ein Halbleiter. Es wird biologisch aktiviert, wenn es ultraviolettem Licht (UV) ausgesetzt wird, und hat die Fähigkeit, Wasser zu sterilisieren und Krebszellen zu töten [23].

Diese photokatalytische Eigenschaft von TiO_2 ist auf dem Gebiet der Zerlegung von organischen Schadstoffen im Wasser von größerem Interesse [24].

In einer Studie wurde menschliche Haut mit TiO_2 im Brutschrank behandelt und dann UV-bestrahlt. Die Ergebnisse lassen vermuten, daß diese Kombination Schäden an den Nukleinsäuren verursachen kann, die Träger des genetischen Materials, DNA und RNA, das in jeder Zelle vorliegt [23].

In diesem Licht gesehen ist es verwunderlich festzustellen, daß die meisten Marken von Sonnenschutzlotionen TiO_2 enthalten. In einer Zeitschrift über Sonnenschutzlotionen von 1990 wurde die folgende Erklärung gefunden:
"Eine wirkliche Neuerung auf dem Markt ist das Erscheinen von Titandioxyd (TiO_2) von sehr kleiner Partikelgröße, das in der Lage ist, UV-Wellenlängen zu absorbieren, während es



sichtbare (längere) Wellenlängen ungehindert durchläßt..."

In einer schwedischen Studie von 1998 hieß es, daß *"Sonnenschutzmittel für die Haut von Vorteil sind, weil sie durch UV-Strahlen bedingte DNA-Schäden verringern* [25]*."*

Ihre Antibabypillen, Antidepressiva, Kosmetika, Vitamine und Zahnpasten können Titandioxyd enthalten!

Hat die Partikelgröße etwas damit zu tun, daß dieses paradox erscheint? Die Partikelgröße von TiO_2 in Sonnenschutzmitteln beträgt 0,01–0,03 µ.

TiO_2 als ein Pestizid?

Es gab kürzlich Gerüchte über Experimente, bei denen eine dünne Filmschicht TiO_2 über Autoglasscheiben gelegt worden war. Das TiO_2 fängt das UV-Licht auf, und es werden freie Radikale gebildet, die das Fenster von Öl und Schmutz freihalten und auch jedes Insekt töten, das nicht klug genug ist wegzubleiben.
Ian Edwards von DuPont, Schweiz, bestätigt, daß die oben genannte Forschungsart in Japan stattfindet, obwohl er keine Einzelheiten dazu kennt, aber er betont, daß jegliche Anwendung, bei der die Photoreaktivität von TiO_2 verwendet wird, wie z.B. die Sterilisation von Wasser, unbedeutend ist.
– *„Sie ist kommerziell unbedeutend – das meiste TiO_2 wird als Farbpigment verwendet."*

Vorsicht vor E 171!

Es sollte zur Kenntnis genommen werden, daß Titandioxyd oft nur als E171 aufgeführt wird, wenigstens in Europa.

„Die Leute fühlen sich schlecht"

Obwohl es dazu keine offiziellen Empfehlungen gibt, meiden viele schwedische Amalgam-Patienten E 171 wie die Pest. Wir fragten Mats Hanson, Wissenschaftlicher Direktor der Patienten-Initiative , warum es so wichtig ist, TiO_2 zu meiden.
– *„Die Leute fühlen sich danach schlecht. Sie bekommen ihre Symptome zurück."*
– „Wieso?"
– *„TiO_2 ist eine katalytisch aktive Verbindung. Es verwandelt Licht in chemische Energie. TiO_2 wird von den weißen Blutkörperchen aufgenommen, die in den Blutgefäßen, die vom Licht leicht erreicht werden können, unter der Haut zirkulieren. Immunzellen reagieren ... dies ist eine mögliche Erklärung."*
– „Kann TiO_2 auch Elektrosensibilität

verursachen oder verstärken, wenn es im Körper angereichert wird?"
– *„Es kann nicht ausgeschlossen werden."*

Immunreaktionen

Vom Titan glaubte man, daß es immunologisch inaktiv sei, möglicherweise weil eine Titanallergie durch einen Hauttest nicht nachgewiesen werden kann[26], aber die moderne Immunologie hält die technischen Mittel für das Messen solcher Reaktionen bereit[26].

In einer schwedischen Studie sprachen auf TiO_2* 11,9 % von 649 getesteten schwedischen Patienten im MELISA-Test** an[26]. Mehrere Patienten mit einer positiven Reaktion hatten Titanimplantate oder reagierten mit Nebenwirkungen, wie gastrointestinalen Störungen, auf die Verdauung von mit Titan überzogenen Medikamenten. Dieselben Pillen ohne Titanüberzug wurden toleriert[26].

In einer deutschen Studie von 1996 wurde festgestellt, daß 25 von 617 Patienten (4 %) mit unklaren Symptomen auf Titansalz (in vitro) reagierten, 50 % mehr Frauen als Männer[27].

Insgesamt wurden 2.924 schwedische und deutsche Patienten auf Titansensitivität getestet. 14,4 % reagierten positiv, und bei 5,6 % war die Reaktion stark [28].

Jedoch bleibt die klinische Relevanz dieser Ergebnisse unbekannt. Weitere Forschung ist erforderlich.
Prof. Stejskal, die den MELISA-Test entwickelte, sagte:
– *„Anders als im Fall von Gold haben wir nicht untersucht, wie es den Patienten ergeht, wenn das Titan herausgenommen wird."*

Freie Radikale

Menschliche Immunzellen (Leukozyten) werden durch TiO_2 aktiviert, wodurch sie freie Radikale produzieren[29].

Japanische Forscher haben bei der Anwesenheit von TiO_2 von Veränderungen in der Kalziumkonzentration (Ca_2+) berichtet[30].

Antibiotikaresistenz

Titan und Nickel aus prothetischen Implantaten können eine Antibiotikaresistenz von höherem Ausmaß als alle anderen Metalle verursachen[31]. Dies ist interessant, da praktisch alle Antibiotika TiO_2 enthalten – macht sie das weniger wirkungsvoll?

Prosac enthält TiO_2

Seit seiner Freigabe in den Vereinigten Staaten im Jahre 1988 ist Prosac, die Mutter der neuen "Wundermittel", das bestverkaufte Antidepressivum der Welt (an mehr als 15 Millionen Menschen im Jahre 1996) geworden. Andere Medikamente, die auf derselben Substanz (Fluoxenhydrochlorid) basieren, werden auch in großem Umfang verwendet. Obwohl wir sehr genau nachgeforscht haben, konnten wir keine dieser Pillen ohne TiO_2 finden. (Könnten vielleicht einige der berichteten Nebenwirkungen von zum Beispiel Prosac auf TiO_2 zurückzuführen sein?) Es gibt jedoch ältere Arten von Antidepressiva auf dem Markt, die titanfrei sind, aber keine Antibabypillen ohne TiO_2. Die neue Abmagerungspille, Xenical, enthält auch TiO_2.

Wir hatten es auch sehr schwer, titanfreie Kosmetika zu finden. Sogar sogenannte allergiegetestete Produkte, wie Clinics von Ester Lauder, enthalten TiO_2 und ebenso einige der Make-ups aus dem umwelt- und tierfreundlichen Body Shop. Kaugummi und Süßigkeiten enthalten TiO_2.

Verbot in Schweden vorgeschlagen

Eine in der Literatur erschienene Reihe von Berichten hinterfragt streng die "Inaktivität" von Titandioxyd und seine weitere Verwendung als Farbmittel in der pharmazeutischen und Nahrungsmittelindustrie[26].

Da man zur Stützung der angenommenen Biokompatibilität von TiO_2 keine Dokumentation finden konnte außer toxikologischer Tierforschung aus den 20er, 50er und 60er Jahren, schlug die Swedish Federation of County Councils kürzlich ein Verbot gegen die Verwendung von TiO_2 als Farbmittel in Pharmazeutika vor.

– *„Der Vorteil von farbigen* Pharmazeutika ist, daß sie leichter unterschieden werden können, besonders*

*ebenso wie Titan in den Tests.
**Memory Lymphocyte Immuno Stimulation Assay (Lymphozytentransformationstest)

*Hier wird TiO_2 als Undurchsichtigkeitswirkstoff beigefügt, um die Farbe nicht-transparent zu machen.

von Leuten mit beeinträchtigtem Sehvermögen und/oder älteren Personen, jedoch sollte die Gefahr der Sensibilisierung von größerem Gewicht sein... Es ist sehr wichtig, daß Medikamente soweit wie möglich frei von Zusätzen sind. Anderenfalls wird es sehr schwierig sein, den Grund für mögliche Nebenwirkungen zu bestimmen – ist es die aktive Substanz oder irgendein Zusatz... Die Verwendung von unnötigen und risikoreichen Farbgebern und pharmazeutischen Zusätzen sollte minimiert werden."

Der Vorschlag wurde am 26.–28. Mai 1998 angenommen, und die Behörde für Medizinprodukte wurde beauftragt, im *Sinne des Vorschlages tätig zu werden.*

Die größeren pharmazeutischen Gesellschaften in Schweden, *Astra* und *Pharmacia Upjohn*, sind von der Botschaft noch nicht erreicht worden. *Losec*, Astras größter Verkaufsrenner gegen Magengeschwüre, enthält immer noch TiO_2.

Vorteile können Nebenwirkungen überwiegen

In ihrer erfolgreichen Behandlung von MS-Patienten verwendet Dr. Birgitta Brunes, Schweden, Medikamente mit TiO_2. Nachdem sie selbst symptomfrei (von MS) geworden ist, sagt sie:
– „Unglücklicherweise enthalten fast alle Medikamente TiO_2. Ich hatte immer Lymphozyten gegen Titan im MELISA-Test, aber trotz dieser Tatsache reagierte ich vorwiegend positiv auf die Medikation. Oft überwiegen die Vorteile die Nachteile."

TiO_2-freie Zahnmaterialien

Viele Dentalkomposite und die meisten Zahnzemente und Wurzelfüllmaterialien enthalten Titandioxyd als Farbwirkstoff. Es ist verständlich, daß für Füllungen eine Farbgebung nötig ist, aber rätselhaft, warum Zemente, die gewöhnlich unter den Füllungen verborgen sind, einen Farbgeber erfordern.

Auf Anfrage der „Amalgam-Klinik" in Uppsala in Schweden, wo viele empfindliche Patienten behandelt werden, stimmte Vivadent zu, einen farbfreien, sogenanten Dual-Zement herzustellen.

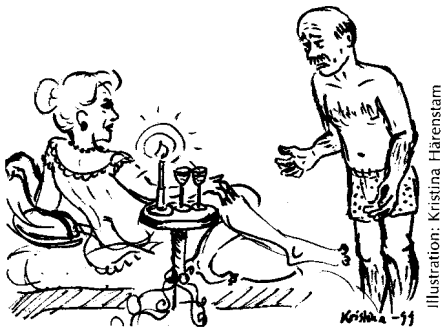
Aufgrund der fehlenden Nachfrage ist das Produkt nicht mehr erhältlich (gemäß Vivadent wird ein Mindestauftrag über 3 kg gefordert). Jedoch ist der farbfreie Zement nicht sehr wirksam vermarktet worden. Wie können Zahnärzte und Patienten ihn bestellen, wenn sie von seiner Existenz nichts wissen?

Es gibt andere TiO_2-freie Zemente auf dem Markt, zum Beispiel *Superbond C&B* aus Japan (Sun Medical Co., LTD*, der noch einen anderen Vorteil hat: er benötigt keine Licht-Polymerisation, und *Lut-It* von Unident in Schweden (muß mit UV-Licht gehärtet werden). Es gibt jedoch keinen Zement, der zu allen Patienten paßt.

Eine TiO_2-freie Version des Composites *Heliomolar* (von Vivadent) ist auf dem Markt erhältlich. *Sculpt-it* von Jeneric Pentron ist frei von TiO_2 und ebenso Glacier und *Metafill*. Die beiden zuerst erwähnten sind diejenigen, die unter den Patienten der „Amalgam-Klinik" am besten toleriert wurden. Im Falle von Unverträglichkeit gegenüber beiden funktioniert Alpha-Dent im allgemeinen.

*Importeur in der EU: P.J. Morita Europe GmbH, Dietzenbach, Deutschland

VIAGRA Probleme...



– Hast Du das genommen, Liebchen?
– Schade, das enthält Titanium dioxyd, und Du weisst ja wie allergisch Ich bin...!

Was geschieht mit TiO_2 in dentalen Compositen und Zementen, wenn sie licht-polymerisiert (UV-Licht ausgehärtet) werden?

TiO_2 wird auch im Porzellanüberzug von Keramikmaterialien verwendet, um ihnen Lichtundurchlässigkeit zu verleihen, aber nach den bisher geäußerten Meinungen von Experten, die im SMB Nr. 1 1997 veröffentlicht wurden, haben Keramikmaterialien eine viel stabilere Struktur als zum Beispiel dentale Composite und Zemente und werden sogar von empfindlichen Patienten toleriert.

In einer Pilotstudie von 1997[33] wurde aufgezeigt, daß es aus In-ceram-Keramiken (aber nicht aus anderen Keramiken) eine gewisse Aluminiumfreisetzung gibt. Wir fragten Agneta Oden, Expertin in Keramikmaterialien, die an der Entwicklung von Procera-Kronen und -Brücken arbeitet, wie das möglich ist.
„Die Aluminiumfreisetzung kam wahrscheinlich aus dem Porzellananteil der Keramikkonstruktion."
– Ist es möglich, daß auch TiO_2 herauskommen kann?
– *„Es ist sehr unwahrscheinlich, aber soweit ich weiß, ist es nicht getestet*

Lymphozytenreaktionen bei Phenylquecksilber, Thimerosal und Titandioxyd.[27]

Antigen in Kultur	Tests mit SI ≤ 3 #	%	Tests mit SI >3 #	%	Tests mit SI > 5 #	%	insgesamt
Phenyl-Hg	473	71,6	188	28,4	91	13,8	661
Thimerosal	443	89	55	11	36	7,2	497
TiO_2	572	68,1	77	11,9	22	3,4	649

1) Die Lymphozytenreaktionen mit Stimulationsindizes (SI) gleich oder niedriger als 3 werden als negativ gewertet.

worden. Andererseits kann man niemals sagen, daß nichts herauskommt..."

Im Falle einer Sensibilisierung gegenüber Dentalmaterialien ist es sehr schwierig, unter all den verschiedenen inhaltlichen Substanzen den „schwarzen Peter" herauszufinden. Eine begründete Vermutung ist, daß aus irgendeinem Grund TiO_2 in vollkeramischen Restaurationen weniger reaktiv und für den Organismus weniger zugänglich ist als in Zementen und gewissen dentalen Compositen.

Übersetzung aus dem Englischen:
Gesine Weinert

Weiterführende Forschung über Schwermetalle

am Karolinska Institutet Nationales Institut für Umweltmedizin, Abteilung Metalle und Gesundheit

Methodik der Expositionsbestimmung: Spurenelementanalyse und analytische Qualitätskontrolle.

Die die Biotransformation von anorganischem Arsen beeinflussenden Faktoren.

Giftige und essentielle Spurenelemente bei Kindern und die damit assoziierten Gesundheitsstörungen.

Bioverfügbarkeit und interne Dosis toxischer Metalle in Beziehung zu Schwangerschaft, Ernährungsstatus und Nahrungszusammensetzung

Toxische Metalle und das Altern

Biomarker interner Dosen, Körperbelastung und toxische Auswirkungen von Quecksilber aus Amalgamfüllungen

Mechanismus metall-induzierter Neurotoxizität, Veränderungen in der Signalüberleitung und die Auswirkungen auf die Zellteilung und den programmierten Zelltod

Proteinbindung von Metallen und Nephrotoxizität. ●

Kein Amalgam bei Schwangeren und Kindern in Australien!

Die Australischen Gesundheitsbehörden sind mit einer öffentlichen Stellungnahme zum Amalgam herausgekommen. Die Zahnheilkunde hat sich für immer verändert!

Pressverlautbarung: (22 März) von NHMRC, fax: 6126289-1254
Weiter Informationen von ASOMAT siehe Seite 35. ●

Quellen und Referenzen zu den Titan-Artikeln:

Brånemark System
Mineral Facts and Problems, US Bureau of Mines 1985. Titanium, Langtry E. Lynd.
Motion 1998:74. Utbyte av onödiga och riskabla tillsatser i läkemedel och vacciner. The Federation of County Councils 1998-04-27.
Sunscreen Formulation: So What's New? Ken Klein, (Cosmetics Labs Inc.) Cosmetics & Toileteries/91. Vol. 105, December 1990.
Titan, der Universalstoff zur Herstellung von protetischem Zahnersatz, 1995, Fachvereinigung Edelmetalle E.V. in der Wirtschaftsvereinigung Metalle E.V.
Tänder, Nr. 2-96. En tidning från tandvärnet.
Umweltmedizinische Analysen. 1998. 5. Uberarbeitete Auflage. Schiwara Laboratory (Artze fur Laboratoriumsmedizin u. Umweltmedizin. Haferwende 12, D-28357 Bremen.
WHO Criteria document, Ttanium, 1982, Berlin, Friberg

1. Vallentin and Schaller, Human Biological Monitoring of Industrial Chemicals., Ind Health and Safety, 1980, p.1-16.
2. Nordman & Berlin, Handbook of Metal Toxicology 1986. Editors: Friberg, Nordberg and Vouk
3. Toxicology of Metals, Louis W. Chang, 1996. ISBN 1-56670-803-6.
4. Keller CA, Frost A, Cagle PT, Abraham JI. Pulmonary alveolar proteinosis in a painter with elevated pulmonary concentrations of titanium. Chest 1995;108:277-280.
5. O'brien et al., Australas. Phys. Engn. Sci. Med. 5 (1982) 30)
6. Johansson & Lindh, Nucl. Instr. And Meth.B3 (1984) 637).
7. Johansson et al., Nucl. Instr. And Meth. B22 (1987) 179).
8. Stejskal et al. MELISA – An in vitro tool for the study of metal hypersensitivity. Tox in Vitro Vol 8, No. 5; 991-1000,1994.
9. Clark G.C.F. Low molecular weight complexes of transition metal ions in biological fluids. Systemic Aspects of Biocompatibility, V. 1, Edited by Williams D.F. pp. 7-21. CRC Press Ltd, Boca Raton, Florida, 1981
10. Dagens Medicin, Nr. 22, 16 Sept 1997. Tandimplantat lossnar.
11. Esposito et al. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (I) Success criteria and epidemiology. Eur J Oral Sci 1998, 106:527-551.
12. Esposito et al. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (II) Ethiopathogenesis. Eur J Oral Sci 1998, 106:527-551.
13. Acta Orthopaedica Scandinavica; 65 (6) p 599-604, Dec 1994).
14. B. Journal of Bone and Joint Surgery 77 B (6) p 962-966, Nov 1995).
15. Journal of Biomedical Materials Research; 31 (2) p 227–234, June 1996
16. Williams DF. Titanium: epitope of biocompatibility or cause for concern? J Bone and Joint Surg. 1994;76-B:348-359.
17. Scales JT. Black staining around titanium alloy protheses-an orthopeadic enigma. J Bone Joint Surg 1991;73-B:534-536.
18. Lalor et al. Sensitivity to Titanium. A cause of implant failure? J Bone Joint Surg, 1991; 73-B:25-8.
19. TF-Bladet Nr. 1/1997.
20. Emerson PA. Yellow nails and pleural effusions. Thorax 1966:21-247.
21. Berglund F. Carlmark B. (Scandlab, Sollentuna) Yellow-nail syndrome in two women with titanium implants and gold. Poster exhibition at the Medical Fair in Gothenburg, Sweden, november 24-26, 1998.
22. Siirillä et al. Intern Journal of Oral and Maxillofacial Implants, Vol 6, No. 1, 1991, p 50-54.
23. Toumelin-Chemla F. et al. J Dent, 24 (1-2): 109-15, 1996 Jan-Mar.
24. Warner WG et al. Oxidative damage to nucleic acids photosensitized by titanium dioxide. Free Radic Biol Med, 23 (6):851-8,1997.
25. Photocatalytic effects of Ti02 during the breakdown of organic pollutants in water. GOFT Report Announcement and Index KRA &1,21. Waschington DC, Dep. of Energy;1990.
26. Bykov J. Marcusson J.A, Hemmiki K. Ultraviolet B-induced DNA Damage in Human Skin and Its Modulation by a Sun Screen. Cancer Research 58, 2961-2964, July 15, 1998.
27. V. Stejskal et al. Human Hapten-Specific Lymphocytes: Biomarkers of allergy in man. Drug Information Journal. Vol 31, No 2, 1997, 1379-1382.
28. Bieger WP. Meyer W. Individuelle Verträglichkeit von Dentalmetallen. GZM Praxis und Wissenschaft. Jahrgang 2, 1997:1-;12.
29. Stejskal V. et al . Metal-Specific Lymfocytes: Biomarkers of Sensitivity in Man. Presented at the 4rth seminar of the Swedish Council for Planning and Coordination of Research. I Decenber 1997.
30. Hedenborg M. Titanium dioxide induced chemiluminescence of human polymorphomaclear leukocytes. Int Arch Environ Health. 1988; 61:1-6.
31. Sakai H, Ito E, Cai RX, Yoshida T. Intracellular Ca2+ concentration change of T24 cell under irradiation in the presence of Ti02 ultrafine particles. Biochem Biophys Acta. 1994;1201:259-265.
32. Cenny E, Anaolina A, Arcola M. Variations in the antibiotic sensitivity of bacterial strains after contact with the metals used for the constructions of prosthetic implants. J Chirurgy 1994;15:422-428.
33. Adamszek E. Huddinge Department of Odontology. Abstract IADR 1996. ●