

# Zirkonia, zirkoni, zirkoniumoksidi, zirkoniumdioksidi vai zirkonium?

Hammastetiikan uusi ja lupaava keraami, zirkoniumdioksidi eli zirkonia, on tullut jäädäkseen. Zirkoniasta kirjoitettaessa siitä ei kuitenkaan aina käytetä sen oikeaa, täsmällistä nimeä, vaan julkaisuissa ja kielenkäytössä vallitsee hallitsematon tilanne. Tämän materiaaliopillisen artikkelin tarkoituksena on valottaa, mitä asiallisesti ottaen tarkoittavat zirkonia, zirkoni, zirkoniumoksidi, zirkoniumdioksidi ja zirkonium. Näiden keskenään valitettavan helposti sekoittuvien termien viidakko ei ole aivan yksinkertainen. Olemassa oleville materiaaleille ei saa antaa uusia, jo olemassa olevien materiaalien nimityksiä, edes ammattislanginimienä.

## Zirkoniumista uudet metalliset sil- lat, implantit ja kruunut?

Ruotsalaisessa hammasteknikkolehdes-  
sä (Tandteknikern 4/2006) oli taannoin  
tuoteuutinen, jossa kerrottiin zirkoni-  
umin tulemisesta kruunu-, ja silta- ja  
implanttimateriaaliksi. Oli yllättävää ja  
hyvin mielenkiintoista päästä lukemaan,  
miten tämä poikkeuksellisen korroosi-  
onkestävä metalli on löytänyt tiensä  
hammastetiikkaan, varsinkin kun  
hammastekniikassa eletään kuitenkin  
nousujohteista kokokeraamien aika-  
kautta. Tätä ennen on zirkoniumia on  
käytetty lähinnä ydinvoimaloiden polt-  
toainesauvoissa ja eräissä kirurgisissa  
instrumenteissa. Olisiko zirkonium  
metallisena biomateriaalina titaania  
kestävämpi ja lujempi?

Uutinen olisi joka tapauksessa uu-  
tuusarvoltaan hyvinkin suuri, onhan  
zirkonium inertti metalli ja ainakin pe-  
riaatteessa biomateriaaliksi soveltuva,  
esimerkiksi korvaamaan titaania imp-  
lantologiassa. Lehtiartikkelin edetessä  
loppuaan kohden tuli ilmi pettymys ja  
hämmästyks: zirkoniumia ei olekaan ke-  
hitetty protetiikan materiaaliksi, vaikka

kirjoitus näin oli antanut ymmärtää.

Jälleen kerran ammattikirjallisuudes-  
samme, kyseinen kirjoittaja sekoitti  
keskenään materiaalit 'zirkonium' ja  
'zirkoniumdioksidi'. Virhe on samaa  
vakavuusluokkaa, jos kirjoittaja käyt-  
täisi hohkaluuta, dentiiniä ja kiillettä  
merkitsemään samaa asiaa. Tekniikan  
puolella vastaavanlainen vakava asia-  
virhe olisi käyttää termejä rauta, teräs  
ja ruoste synonyymeinä. Miltä kuul-  
lostaisi: "Korjautin juuri valurautaisen  
autoni alustan ja etukoteloiden vakavat  
teräsvauriot uudella ruostepellillä ja ne  
käsiteltiin samointein teräksenestomaai-  
lilla". Tai uutisotsakkeena: "Maanteiden  
suolaaminen aiheuttaa autoihin teräs-  
vaurioita".

Mistä sitten on oikein kysymys? Eikö  
zirkonium ole sama asia kuin zirkonia?

## Zirkonium

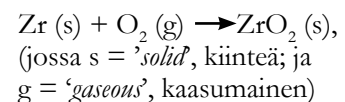
Hammastekniikassa materiaalit jaetaan  
kolmeen pääryhmään niiden kemiallis-  
fysikaalisten ominaisuuksien mukaan:  
metallit, keraamit ja polymeerit. Al-  
kuaineiden jaksollisessa järjestelmässä  
metallien nimet suomenkielisinäkin

usein päättyvät päätteeseen -um, esim.  
natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca)  
ja magnesium (Mg). Zirkonium, teräk-  
senhohtoinen alkuaine [1], kemialliselta  
merkiltään Zr, on tyypillinen metalli,  
kiderakenteeltaan heksagonaalinen ja  
jokseenkin yleinen maankuoren alku-  
aine (Kuva 1). Zirkonium valmistetaan  
pääasiassa silikaattimineraalista nimel-  
tään zirkoni,  $ZrSiO_4$ , sitä pelkistämällä.  
Zirkoniumin hapetusluvut (valenssit)  
ovat +II, +III ja +IV.

Tavallisimmalla hapetusluvullaan  
+IV se muodostaa zirkoniumdioksi-  
din,  $ZrO_2$ . Zirkonium kuuluu samaan  
alkuaineiden pääryhmään kuin titaani  
(Ti) ja sen kemialliset ominaisuudet  
muistuttavatkin titaania. Zirkonium on  
metallinkiiltainen, harmahtava, terästä  
kevyempi, titaania pehmeämpi (suunnit-  
teen kuparin kovuinen), sähköä ja läm-  
pöä hyvin johtava metalli. Zirkonium ei  
ole siis keraami.

## Mikä on zirkoniumdioksidi?

Zirkoniumdioksidi, myös nimellä 'zir-  
kononia' kutsuttu, on kemialliselta mer-  
kiltään  $ZrO_2$ . Zirkoniumdioksidi on  
täydellisesti hapettunutta zirkoniumme-  
tallia ja se syntyy oheisen kemiallisen  
reaktion mukaisesti:



Hammastekniikan kannalta ajatel-  
tuna zirkoniumdioksidikeraami on  
valkoisesta  $ZrO_2$ -jauheesta puristettu  
blokki, jossa on jonkin verran esim. di-  
yttriumtrioksidia ( $Y_2O_3$ ) stabiloimassa  
kiderakenteen faasimuutoksia. Muutoin  
silta tai kruunu tms. murtuisi lämpölaa-  
jenemisen yhteydessä [2].



**Kuva 1.** Vasemmalla: zirkonium (Zr, metalli) ja oikealla zirkonia l. zirkoniumdioksidi ( $ZrO_2$  keraami).  
Kuva: Ketil Kvam, NIOM.

Nykyään hammasproteettiset zirkoniakappaleet valmistetaan tavallisesti laboratoriossa CAD/CAM-tekniikalla. Zirkonia sintrataan eli käsitellään korkeassa lämpötilassa, jossa prosessissa zirkoniumdioksidijauhepartikkelit alkavat pintaosiltaan sulaa ja sintrautua yhteen muodostaen rakeita (Kuva 2). Täten saadaan hyvin lujaa ja kestävä keraamia.

Englanninkielisessä kirjallisuudessa zirkoniakeraamin yhteydessä usein mainitaan termit PSZ (*partially stabilized zirconia*) eli osittain stabiloitu zirkonia ja Y-TZP (*yttriumtrioxide-stabilized tetragonal zirconia polycrystal*), ts. diyttriumtrioksidilla,  $Y_2O_3$ , stabiloitu tetragonaalinen polykristallinen (monikiteinen) zirkonia [3,4].

Zirkoniasidostus on tällä hetkellä ajankohtainen ja aktiivinen tutkimusaihe mm. Turun yliopiston hammaslääketieteen laitoksella ja NIOMissa Oslolla.

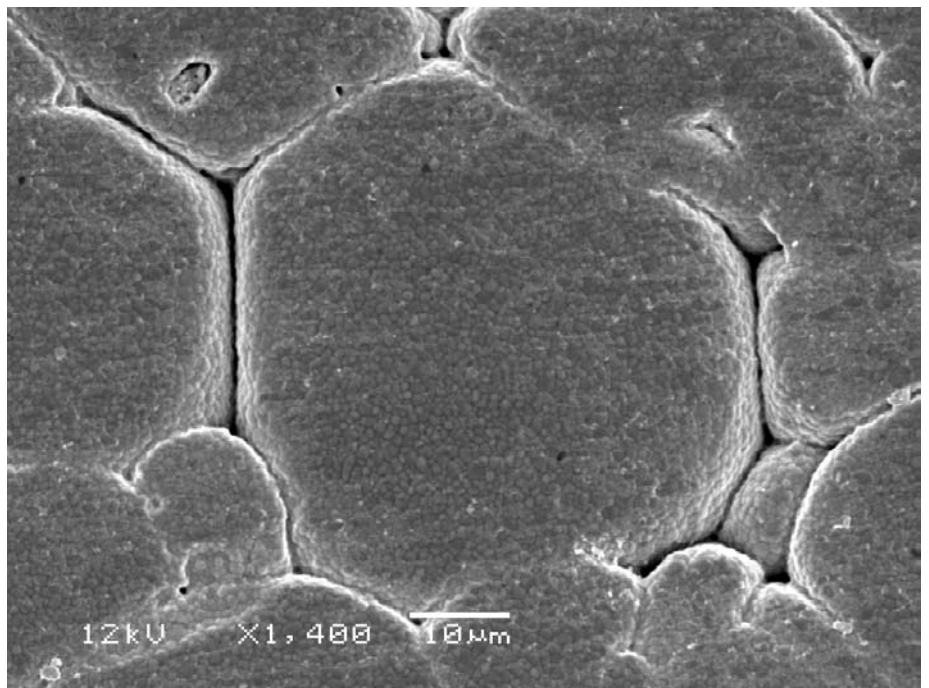
#### Entä sitten zirkonia?

Voidaan heti alkuun todeta, että zirkoniumdioksidi = zirkonia (Kuva 3). Proteetiikan ja implantologian keskuuteen on juurtunut englanninkielestä peräisin oleva nimi 'zirkonia' (engl. *zirconia*,

ruots. *zirkonia*) 'zirkoniumdioksidin',  $ZrO_2$ , synonyymiksi.

Zirkonia on hyväksyttävissä oleva synonyymi zirkoniumdioksidille ja se löytänyt paikkansa kaikissa pohjois-

maisissakin kielissä. Toisinaan näkyy zirkoniasta säännöllisesti käytettävän myös kemiallisesti virheellistä termiä 'zirkoniumoksidi', joka taas on tarkkaan ottaen kemiallisesti  $ZrO$ , eli +II



**Kuva 2.** Zirkonian pintaa, suurennos 1400 (SEM), valkoinen palkki kuvassa = 10  $\mu m$ . Kuva: Lippo Lassila, Turun yliopisto, hammaslääketieteen laitos.

arvoisen zirkoniumionin muodostama happiyhdiste (oksidi). On syytä käyttää kuitenkin kemiallisesti eksaktia nimeä 'zirkoniumdioksidi' ja välttää kemiallisesti virheellistä nimeä 'zirkoniumoksidi.'

Tällä kertaa tässä artikkelissa ei kuitenkaan puututa syvällisesti itse zirkoniumkeraamin valmistukseen, työstämiseen, sementointiin tai muihin ominaisuuksiin, vaan lukijaa kehoitetaan tutustumaan kirjallisuuteen [5]. Voidaan todeta, että zirkoniaa käytetään myös pigmenttinä maaliteollisuudessa ja lasiteollisuudessa valmistettavan lasin refraktio-ominaisuuksien parantamiseen.

Suomenkielisessä kirjoituksessa ja opetuksessa on virheellistä käyttää nimitystä 'zirconia', onhan itse metallikin virallisesti suomeksi 'zirkonium'. Emme vastaavasti tietenkään suomeksi kirjoita 'cromi', 'calsium' emmekä 'coboltti'.

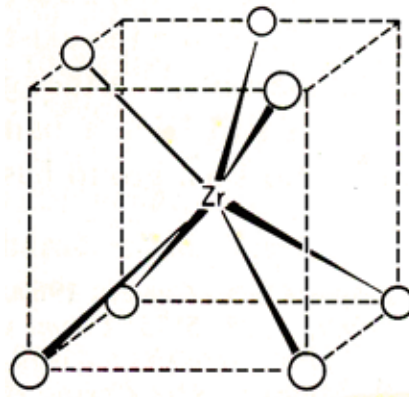
Valitettavasti sanan 'zirkonia' käyttöön liittyy kuitenkin eräs väärinkäsitelyksen vaara. Zirkonia tarkoittaa nimittäin myös ns. synteettistä timanttia [6], joka valmistetaan mineraalista nimeltä baddeleüitti. Tämä läpikuultava tai väriellinen zirkonia myös on kemialliselta koostumukseltaan  $ZrO_2$  ja sen kiderakenteessa on myös usein mm. diytriumtrioksidia.

### Onko zirkoni olemassa?

Varsin lukijaa hämmentävä ja kaoottinen tilanne terminologian kannalta on, kun samassa lehden numerossa zirkoniakeraamin (zirkoniumdioksidin) nimityksinä vilahtavat tekstissä ja mainoksissa sanat 'zirkoniumoksi', 'zirkon', 'zirkonium', 'zircon' ja 'zirkoniumoksidi'. Zirkoni (engl. *zircon*, ruots. *zirkon*) on kuitenkin olemassa oleva materiaali [7], nimittäin silikaattiryhmän mineraali, zirkoniumsilikaatti,  $ZrSiO_4$ , joka luetaan jalokiviin. Zirkoni voi olla väritön, tai väriellinen (Kuva 4).

### Täsmällisyys tarpeen materiaalterminologiassa!

Miten tämä vallitseva materiaalinimien sekoittuminen keskenään on syntynyt ja lähtenyt liikkeelle hammastekniikan ja -protetiikan alan mainoksissa ja lehtikirjoituksissa? Eräissä keskusteluissa hammasteknikkokunnan, opettajien ja tutkijoiden kanssa huomio kiinnittyy hammastekniikan materiaalien jälleenmyyjiin, markkinoijuihin ja maahantuojaan, joiden markkinointimateriaali ei ole alamme termien suhteen aina moitteetonta.



**Kuva 3.** Zirkonia (zirkoniumdioksidi): Zr koordinoituu seitsemään happiatomiin zirkonian kidehilassa [1].

Mikäli käännöstyötä vieraskielisestä kirjallisesta materiaalista suomeksi tekee hammastekniikan materiaalioppiin ja kemiaan perehtymätön, on sekaannuksien ja virheellisyyksien riski suuri.

### Etsautuvat ja etsautumattomat keraamit

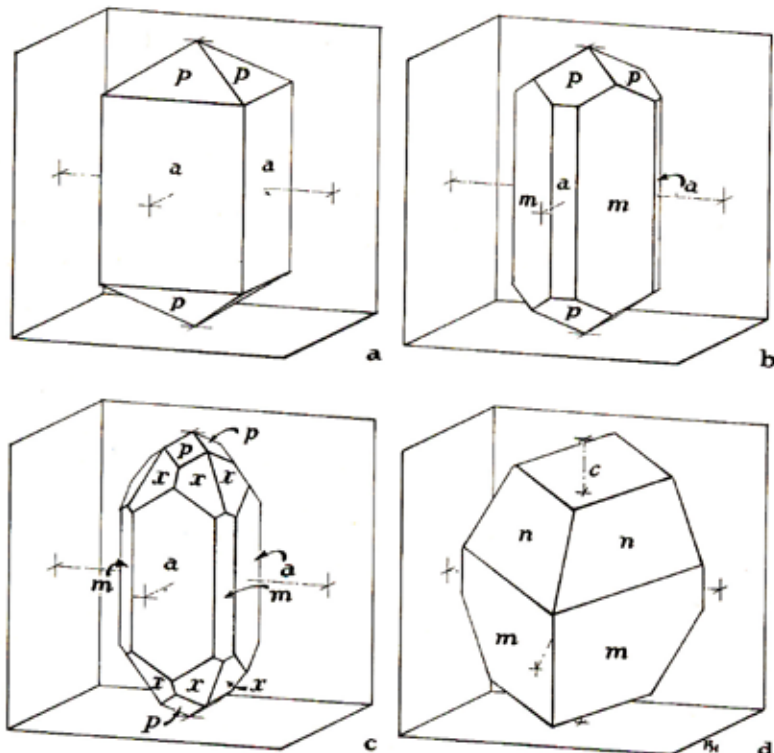
Hammastekniikan alalla on kielenkäyttöön on pesiytynyt ainakin virallisesti suomenkielen kuulumaton, jotenkin epäsuomalaisen oloinen sana 'keramia'. Hammastekniikassa olisikin syytä välttää usein esitelmissä tai kirjoituksissa vilahdavaa käsitettä 'keramia', sillä se ei ole suomenkieltä, ainakaan Kotimais-

ten kielten tutkimuskeskuksen mukaan. Emme myöskään sano 'amalgamia', vaan 'amalgami'. 'Keramia'-sanaa ei tunneta tekniikan eikä luonnontieteiden alalla. Tosiasiallisesti tulisi sanoa esimerkiksi 'kokokeraami' tai monikossa 'kokokeraamit' tai toisaalta, 'etsautumaton keraami' (monikossa: 'etsautumattomat keraamit'). 'Keraamin' synonyyminä voidaan toisaalta myös käyttää termiä 'keraaminen materiaali'.

Sanaa 'keramiikka' ei saa missään nimessä käyttää yo. materiaaleista puhuttaessa, sillä 'keramiikka' viittaa vain ja ainoastaan saviteollisuuteen, saventalantaan, maalattuihin ja lasitettuihin savitavaroihin, -tuotteisiin ja -taidesineisiin (kuten keramiikkamuki, keramiikkareliefi yms.).

### Metallit metalleina ja keraamit keraameina

Julkaistuissa alamme kirjoituksissa haipuileva termien käyttö pistää silmään ja vie pohjaa itse mainoksen, kirjoituksen tai raportin uskottavuudelta - ja hämää lukijaa. Ei anna kovin uskottavaa kuvaa zirkonian jälleenmyyjästä tai maahantuojasta, mikäli mainoksessa keraami esitellään metallina. Vaarallista myös on virheellisten termien käytön iskostuminen ja juurtuminen messuilla, jatkokoulutuskursseilla ja kollegakeskusteluissa. Näin syntyneet virheelliset, harhaanjoh-



**Kuva 4.** Zirkonin (zirkoniumsilikaatti) kidehällejä [7].



# Termit pähkinänkuoressa:

**Zirkonia** = hyväksyttävä, käytössä oleva synonyymi zirkoniumdioksidille ( $ZrO_2$ ). Suomenkieleen verrattain äskettäin kotiutunut termi (huom. Ei 'zirconia'), jota voidaan käyttää selkeyden merkittävästi siitä kärsimättä. Samantyyppisiä rinnakkaisia triviaalitermejä metallioksidoista ovat englanninkielisessä ammattikirjallisuudessa esim. 'alumina' (dialumiinitrioksidi), 'magnesia' (magnesiumoksidi), 'yttria' (ditytriumtrioksidi), 'silika' (piidioksidi). On syytä huomata, että zirkonia tarkoittaa myös ns. synteettistä timanttia, jota on etenkin halvoissa koruissa käytetty korvaamaan aito timantti ja näin ollen on zirkonia myös puolijalokiven nimi.

**Zirkoniumdioksidi** = zirkonia, eräs metallioksidi, nimittäin zirkoniumin täydellisesti hapettuuessa syntyvä oksidi,  $ZrO_2$  (ruots. *zirkoniumdioxid*, engl. *zirconium dioxide*). Tyypilliset keraamin ominaisuudet sintrattuna, biomekaanisilta ominaisuuksiltaan oivallinen hammasprotetiikan materiaali.

**Zirkoni** = zirkoniumsilikaatti,  $ZrSiO_4$ , on eräs ulkoisesti timanttia muistuttava korujalokivi (ruots. *zirkon*, engl. *zircon*). Usein väritön tai heikosti värillinen.

**Zirkonium** = kemialliselta merkiltään Zr. Zirkonium (ruots. *zirkonium*, engl. *zirconium*), on metallinen alkuaine tyypillisine metallisine ominaisuuksineen. Zirkonium on metalli kuten esim. titaani (Ti), kromi (Cr), koboltti (Co), natrium (Na), kulta (Au), kalsium (Ca), litium (Li), hopea (Ag) ja elohopea (Hg).

**Jukka Pekka Matinlinna**

**Dosentti**

**Turun yliopisto, Hammaslääketieteen laitos**

Vieraileva tutkija

NIOM, Oslo, Norja

E-mail: jumatin@utu.fi

Puh. +47 67512242 (suora)

www.niom.no

NIOM (www.niom.no), norjaksi 'Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer' on pohjoismainen hammaslääketieteen materiaalien tutkimusinstituutti. Se on osa pohjoismaiden ministerineuvoston (www.norden.org) yhteistyömuotoja ja eräs sen suurimmista pohjoismaisista tutkimusinstituuteista. NIOM perustettiin yhteispohjoismaisella päätöksellä Osloon vuonna 1972.

tavat slangisanat vakiintuvat luvattoman helposti ammatti-termeiksi sekä pahimmillaan siirtyvät hammasteknikko- ja hammaslaboranttiperusopetukseen.

Materiaaliopin ja hammastekniikan alan opetushenkilökunnalla Suomessa suuri vastuu ja haaste, nimittäin pysyä johdonmukaisessa terminologiassa. Ei ole mitään syytä luoda uutta, 'slanginomaisen rentoa', näennäisesti uutta ja samalla ristiriitaista terminologiaa, kun vanhassa olemassa olevassa eksaktissa terminologiassa on vara parempi.

## Kirjallisuusviitteet:

[1] Cotton FA, Wilkinson G. Advanced Inorganic Chemistry. 3rd ed. New York: John Wiley Interscience, 1972.

[2] Karsslon S. Helkeramiska broar. Kirjassa: Odontologi 2003 Nordisk odontologisk årbok (Toim. Holmstrup P), Munksgaard, Kööpenhamina 2003, s. 135-147.

[3] Ardlin B. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surface structure. Dent Mater 2002; 18: 590-5.

[4] Kvam K, Karlsson S. Täyskeraamiset proteettiset rakenteet. Suom Hammaslääkäril 2004; 9: 42-9.

[5] Karlsson S. Orala zirkoniumdioxidimplantat; aktuellt kunskapsläge. Kunskapsdokument från KDM – XI. Kunskapscenter för dentala material (KDM), Socialstyrelsen, Tukholma, maaliskuu 2006. www.socialstyrelsen.se/kdm/

[6] Deer WA, Howie RA, Zussman J. An introduction to the rock-forming minerals. 8th ed. London: Longman, 1975.

[7] Mason B, Berry LG. Elements of Mineralogy. 1st ed. San Francisco: Freeman, 1968.

## Muuta kirjallisuutta zirkoniasta:

Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations: Part II: Zirconia veneering ceramics. Dent Mater 2006; 22: 857-863.

Guazzato M, Proos K, Quach L, Swain M. Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics. Biomaterials 2004; 25: 5045-5052.

Heikkinen TT, Lassila LVJ, Matinlinna JP, Vallittu PK. Effect of air pressure on tribochemical silica-coating. Acta Odont Scand 2007; 65: 241-248.

Matinlinna JP, Lassila LVJ, Vallittu PK. Pilot evaluation of resin composite cement adhesion to zirconia using a novel silane system. Acta Odont Scand 2007; 65: 44-51.

Matinlinna JP, Heikkinen T, Özcan M, Lassila LVJ, Vallittu PK. Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes. Dent Mater 2006; 22: 824-831.

Milleding P, Molin M, Karlsson S. Dentala helkeramer i teori och klinik. Gothia, Tukholma 2005. ISBN 91-7205-444-1.