

ABSTRACT

Dentale keramer – Typer og egenskaber

Udviklingen inden for dentale keramer har været formidabel i de senere år. Vi har nu fået en række forskellige produkter til rådighed. Materialerne er temmelig avancerede, og det kræver indsigt at håndtere dem rigtigt og ikke mindst vælge, hvilket materiale der er bedst egnet i forskellige situationer. Denne artikel giver en oversigt over forskellige typer dentale keramer samt en beskrivelse af klassificering, mekaniske egenskaber og fremstillingsmetoder. De nye zirkoniamaterialer er beskrevet særskilt.

Dentale keramer – Typer og egenskaber

Marit Øilo, førsteamanuansis, ph.d., specialist i oral protetik, Institutt for klinisk odontologi, Det medisinsk-odontologiske fakultet, Universitetet i Bergen, Norge

Ketil Kvam, senioringeniør, MSc, NIOM - Nordisk institut for odontologiske materialer as, Oslo, Norge

Accepteret til publikation den 1. juli 2016

Udviklingen af odontologiske materialer går stærkt, og det er vanskeligt at følge med i udviklingen. I dag gælder dette måske allermost for dentale keramer, som er undergået en særlig hastig udvikling de seneste årtier. Udviklingen styres i udstrakt grad af materialeproducenterne. Produktinformationen er ikke altid lige let at forstå, og man kan få det indtryk, at alle nye produkter er "universalprodukter". Det kan være svært at overskue, hvilke produkter der skal benyttes i de forskellige situationer. Denne artikel giver en oversigt over de moderne keramer, som er tilgængelige i dag, hvad de kan bruges til, og hvad de ikke bør bruges til.

Keramer generelt

Keramer er stive og sprøde materialer, som består af forbindelser af metal- eller halvmetal-atomer og ikke-metal-atomer, almindeligvis oxygen (1,2). Disse atomer danner ved kemiske bindinger med hinanden molekyler, som er bundet sammen ved elektroniske tiltrækningskræfter (ioniske bindinger), eller ved at dele elektroner imellem sig (kovalente bindinger). Dette bliver til stærke, faste stoffer med forskellige gitterstrukturer af molekyler, som står indbyrdes låst (Fig. 1). Dette gør materialerne meget modstandsdygtige mod kompression. Derimod er de mindre modstandsdygtige mod trækkræfter. De tåler normalt 10-15 gange større kraftbelastning ved tryk end ved træk. De er også modstandsdygtige mod kemisk påvirkning og har lav tilbøjelighed til korrosion.

Keramer består ofte af en blanding af en sammenbindende glasfase, som har en uregelmæssig, såkaldt amorf gitterstruktur, og krystaller som har en regelmæssig,

altså krystallinsk struktur. Andre keramer er helt krystallinske, det vil sige uden glasfase, som fx zirkoniumdioxidbaserede keramer eller ren aluminiumoxid. Forskellige keramer har forskellig grad af systematiseret

EMNEORD

Ceramics;
dental crowns;
dental prostheses;
zirconium oxide;
dental materials



Henvendelse til forfatter:
Marit Øilo,
email: marit.oilo@uib.no

Gitterstruktur

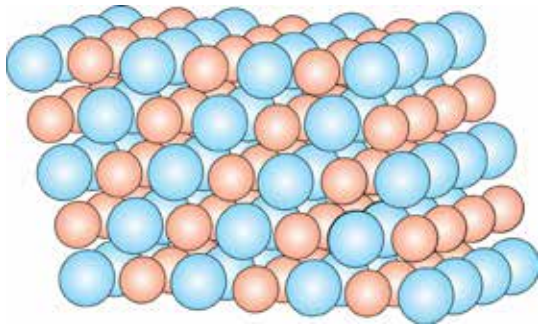


Fig. 1. Eksempel på et keramisk stof i gitterstruktur. De forskellige atomer står låst i forhold til hinanden i en bestemt krystalstruktur, her som kubisk rumcentreret struktur.

Fig. 1. Examples of ceramic materials in lattice structures. The different atoms are locked in relation to each other in specific crystalline structures as exemplified in a room centered cubic structure.

gitterstruktur. En velorganiseret krystallinsk gitterstruktur er stærkere og mere stabil end en uregelmæssig og mere tilfældig, amorf gitterstruktur (Fig. 2). Dentale keramer begyndes af begge typer gitterstrukturer, eftersom begge har specifikke egenskaber, som er nyttige. Materialegruppen dentale keramer kan variere fra materialer med så at sige ren amorf struktur til materialer med udelukkende krystallinsk struktur.

Klassificering

Navngivning og klassificering af dentale keramer er forvirrende og uoverskuelig (3). Inddeling og begreber kan ofte være forskellig i videnskabelig litteratur, lærebøger og produktinformation. Inddelingen kan følge forskellige klassificeringer, efter indholdsstoffer, fremstillingsmetode, styrke eller anvendelsesområde. Inddeling efter indholdsstoffer er historisk betinget og hverken særlig indlysende eller aktuell i dag (Fig. 3). Inddeling efter, hvilken produktionsmetode de er beregnet for, er også historisk, eftersom samtlige keramtyper nu kan fremstilles digitalt ved hjælp af dataassisteret konstruktion og produktionsstyring, DAK/DAP, eller det hyppigere anvendte engelske begreb, CAD/CAM-teknik (4). Andelen af krystalstruktur giver en indikation på styrke og dermed anvendelsesområde. Inddelingen efter krystalstruktur og anvendelsesområde står dermed tilbage som den mest hensigtsmæssige inddeling i klinisk sammenhæng, hvilket fremgår af den internationale standard for dentale keramer, ISO 6872:2015 Dentistry – Ceramic materials (5). Materialer med overvejende amorf struktur benyttes til højæstetiske overfladelag og kaldes også dækkeramer. Disse kan ud over at dække kernekeram eller metalkerner i kroner eller broer også benyttes som facadematerialer ved direkte bonding til tænder. Påbrændingskeramer, feldspatkeramer, porcelæn og

Keramtyper

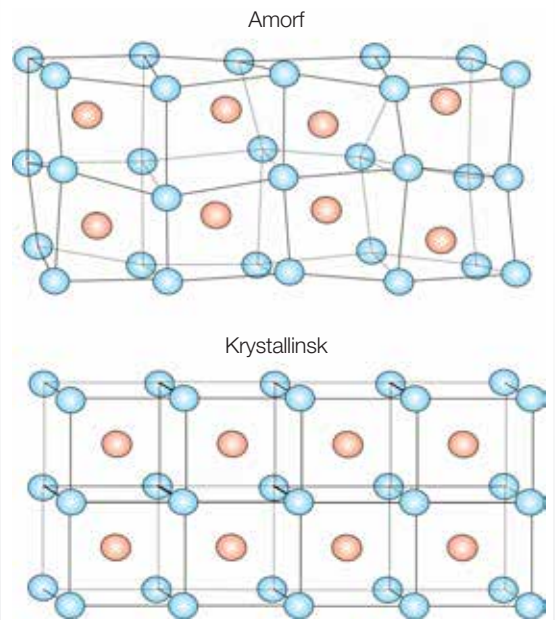


Fig. 2. Samme kemiske sammensætning kan få helt forskellige egenskaber afhængig af gitterstrukturen i materialet. Amorf og ustruktureret gitterstruktur giver et meget svagere materiale end et struktureret og ordnet krystallinsk gitter.

Fig. 2. The same chemical composition can achieve completely different properties depending on the lattice structure. Amorphous (glassy) and unregulated structures are weaker than the ordered crystalline structure.

silikatkeramer hører under denne materialegruppe. Keramer med overvejende krystallinsk struktur (polykrystalline) benyttes som kernematerialer til erstatning for metaller og kaldes kernekeramer (alumina og zirkonia). "Oxid-keramer" benyttes også ofte som navn på denne materialegruppe. Dette er imidlertid lidt misvisende, da samtlige dentale keramer indeholder oxider i større eller mindre grad. Betegnelserne polykrystalline keramer eller højstyrkekeramer benyttes også hyppigt i videnskabelig litteratur for disse keramer. Endvidere findes der en del materialer med både amorf og krystallinsk struktur, som kan benyttes både som kernematerialer beregnet for tolagsrestaureringer og som monolitiske restaureringer, som fremstilles til fuldkontur uden yderlag. Disse kaldes ofte for blandingsfasekeramer, forstærkede keramer eller hybridkeramer. I den videre beskrivelse vil begreberne dækkeramer blive brugt om keramer som anvendes til at dække kerner af metal eller keram samt til adhæsivretinerede amorf keramer uden kernestruktur. For kernekeramerne benyttes navnene polykrystalline og blandingsfasekeramer. Disse keramer har en del forskellige egenskaber, som indikerer forskellig anvendelse (Tabel 1). →

Tidslinje

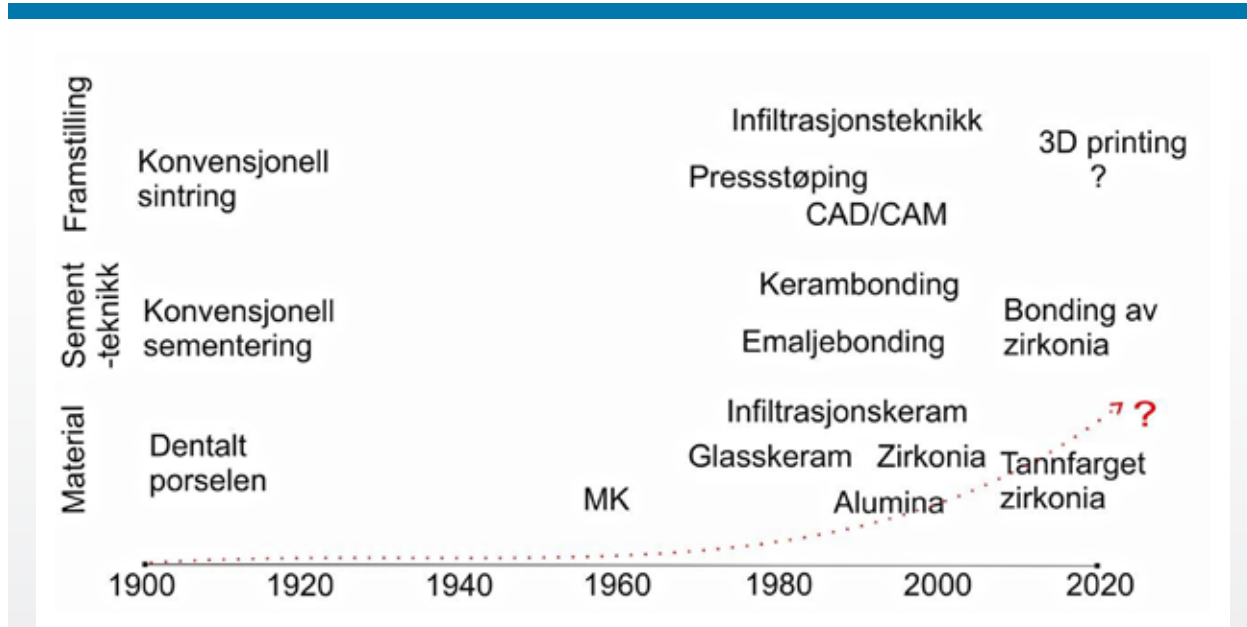


Fig. 3. Oversigt over udviklingen og brugen af dentale keramer fra 1900 og til dagens situation. Den stiplede røde linje indikerer brugen.

Fig. 3. Overview of the development of dental ceramics from 1900 until today. The dotted red line indicates the number of all-ceramic restorations that are being used with a projection of the future aspects.

Dækkeramerne er meget sprøde og skøre, men kan fuldt ud imitere udseendet af både human emalje og dentin, når det gælder de æstetiske egenskaber som farve, refleksion, translucens og fluorescens. Kernekeramerne er stærke og stive, men har til gengæld begrænsninger med hensyn til fremstilling af højæstetiske restaureringer. Blandingsfasekeramerne ligger et

sted imellem de to andre både med hensyn til styrke og æstetik, afhængig af andelen af krystallinske partikler i blandingen.

I den senere tid har en del materialeproducenter lanceret produkter, som ofte benævnes resinbaserede keramer, Resin Nano Ceramic, RNC, og som påstås at være velegnede til kroner. Disse materialer har en polymerbaseret matrix med et højt indhold af keramiske fyldpartikler (nanopartikler). I styrke adskiller de sig ikke væsentligt fra andre kompositmaterialer, og de må derfor behandles og benyttes som kompositmaterialer. LAVA Ultimate er et sådant eksempel, som har vist sig alligevel ikke at være egnet som kronemateriale, og producenten 3M anbefaler det nu kun til indlæg og midlertidige kroner (Producentens egen hjemmeside) (6).

Dækkeramer

Dagens dækkeramer er en videreudvikling af de første odontologiske keramiske restaureringer. De var fremstillet af et materiale, der lignede husholdningsporcelæn, altså som en blanding af feldspat, kvarts og kaolin (ler) (7). Dette er fortsat hovedindholdet i de fleste dækkeramer i dag, men materialet er dog videreudviklet, så det ikke indeholder ler. Dækkeramer er i hovedsagen amorfe, men indeholder en del krystallinske partikler, som giver farve, opacitet og fluorescens, hvorved man lettere opnår korrekt farve og translucens. De har en brudstyrke, som ligger under normalt tyggetryk, og er dermed ikke stærke nok

Materialeegenskaber

	Flexural strength [MPa]	E-modul [GPa]
Dækkeramer	70 - 450	66
Blandingsfasekeramer	350 - 700	100 - 200
Alumina	Ca. 700	350
Zirkonia Hårdtmaskineret	1.000	210
Zirkonia Blødtmaskineret	800 - 1.000	210
Translucent/tandfarvet zirkonia Blødtmaskineret	Ca. 700	210

Tabel 1. Oversigt over de mekaniske egenskaber ved forskellige dentale keramer (19,30-32).

Table 1. Overview of the mechanical properties of the different ceramics (19,30-32).



til at kunne benyttes alene. Dersom de bindes til et fast underlag, vil de opnå meget højere styrke, da disse to komponenter vil optræde som en enhed. Der dannes en kemisk binding mellem kerne- og dækkeram i tolagskroner som mellem metal og dækkeram i MK-kroner (8,9). Vi opnår en tilsvarende effekt med adhæsiv cementering af facetter og skalkroner til tandsubstans.

For at opnå tilstrækkelig god binding mellem keram og adhæsivcement må den indre overflade af restaureringen ætsets med flussyre. Dette vil skabe en overflade, som ligner ætset emalje, eftersom glasfasen opløses, og dermed opnås god mikromekanisk retention samt en større overflade for kemisk binding mellem keram og polymer. For at opnå maksimal kemisk binding må keramet forbehandles med silanisering. Silanet binder sig kemisk til hydrofile OH-grupper i overfladen på keramet og vender dermed sin hydrofobe del udad (10). Denne del bindes kemisk til den hydrofobe cement. Desuden vil silaniseringen sænke overfladespændingen, så cementen flyder bedre ud over overfladen og ned i ujævnheder og på den måde giver bedre mekanisk retention.

Kernekeramer

Blandingsfasekeramerne består af 50-70 % krystallinske partikler indlejret i en amorf fase (11). Den amorf fase er en type glas og materialegruppen kaldes glaskeram eller infiltrationskeram, baseret på hvilken fremstillingsproces, der benyttes. Glaskeramerne fremstilles ved, at en glasmasse opvarmes til høj temperatur, så den bliver flydende (lav viskositet), og nedkøles til en temperatur, som er gunstig for stærk kimdannelse (kim er udfældninger af partikler, som vil vokse til krystaller). Efter at kimene er dannet i tilstrækkelig mængde, hæves temperaturen til den mest gunstige temperatur for krystalvækst. Derved opnås en glasmasse med mange små og fint fordelte krystaller. Hvis man ønsker at opnå en bestemt styrke eller termisk ekspansionskoefficient på glaskeramet, kan man afslutte krystalliseringen på et bestemt tidspunkt og nedkøle massen

Krystalstrukturer

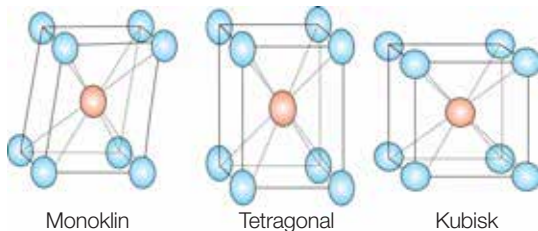


Fig. 4. Zirkonia kan optræde i forskellige former baseret på, hvordan atomerne placerer sig i forhold til hinanden i atomgitteret.

Fig. 4. Zirconia can appear in different crystalline structures depending on how the different atoms are situated in relation to the other atoms.

KLINISK RELEVANS

Forskellige keramiske materialer egner sig til forskellige kliniske situationer. Kendskab til de forskellige materials

muligheder og begrænsninger vil øge sandsynligheden for at gøre patienterne tilfredse med deres restaureringer.

til rumtemperatur. Massen knuses så til pulver, presses sammen og sintres til blokke eller barrer til presformning eller CAD/CAM-teknik. Sintring er en varmebehandling, hvor en pulverblanding fortættes over tid ved en høj temperatur. Infiltrationskeramer formes i et porøst polykrystallinsk materiale af aluminiumoxid, zirkoniumdioxid eller en blanding af disse. Formningen udføres ved CAD/CAM-teknik og porerne i restaureringen efterfyldes med flydende glas (infiltrering).

Der findes en række forskellige produkter på markedet. Forskellene mellem dem ligger i andelen af krystallinsk fase, typen af krystaller som benyttes, og hvordan de fremstilles. De mest almindelige blandingsfasekeramer på det skandinaviske marked i dag er glaskeramerne IPS e.max® og Vita Suprinity® samt infiltrationskeramet InCeram® (12). Eftersom blandingsfasekeramerne indeholder en del glasfase, kan disse også ætsets med flussyre og cementseres med adhæsiv cement lige som dækkeramerne. Glaskeramerne kan også presses uden på polykrystalline kernekeramer som aluminiumoxid og zirkoniumdioxidbaserede materialer med «lost-wax» presformningsteknik. Bindingen til det krystallinske kernemateriale kan være svagere end bindingen af dækkeram til metal. Materialerne er imidlertid meget stærkere i sig selv, og restaureringerne kan også cementseres med konventionelle cemen-

Monolitisk zirkoniakrone



Fig. 5. Kronen på +6 har påmalet glasur bukkalt for optimal æstetik, men højglanspoleret overflade okklusalt for at reducere slid fra antagonist.

Fig. 5. The crown on tooth no 26 is made in monolithic (full-contour) zirconia. It has been glazed for aesthetic appearance on the buccal surface, but is highly polished on the occlusal surface to avoid wear of the antagonist.

ter, hvis man ønsker det.

De polykrystalline keramer består hovedsagelig af én type krystalpartikler gennem hele materialet (3,4,13,14). Alumina (ren aluminiumoxid) og zirkoniabaserede materialer (zirko-

Kronekanter



Fig. 6. Eksempel på en 2-lags zirkoniakrone, fraktureret under klinisk brug efter mindre end tre år. Det ses tydeligt, at der er flere mindre afskalningsdefekter i kronekanten. En af disse er udgangspunkt for den totale fraktur, som har delt kronen i to.

Fig. 6. Example of a bi-layer zirconia crown that has fractured during clinical use after less than 3 years in function. Several marginal chips can be seen. One of these functioned as fracture initiator for the complete fracture.

Zirkoniamaterialer

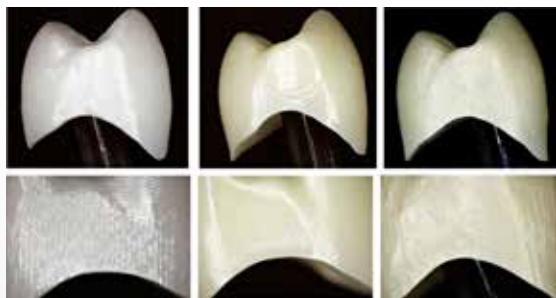


Fig. 7. Forskellige typer fuldkontur zirkoniakroner før polering eller glasering. De forskellige fremstillingsprocesser resulterer i forskellige overflader og kantkvalitet. Nogle af produkterne kan justeres i farve, mens andre kun kan fremstilles i den hvide farve. Sporene efter maskineringsprocessen viser tydeligt boret's gang under formgivingen.

Fig. 7. Different types of zirconia crowns before polishing and glazing. The different production methods give differences in surface structures and margin quality. Only some of the product can alter colour and translucency. The markings from the machining process are clearly visible.

niumdioxid med tilsætning af andre oxider som yttriumoxid, magnesiumoxid eller ceriumoxid) er alternativer som anvendes i dag. Zirkoniabaserede materialer er stærkere og har mange flere valgmuligheder med hensyn til farve og translucens end alumina, og sidstnævnte er under udfasning fra kommercielt odontologisk brug (15).

Det er blevet sædvane at benævne metaloxidbaserede materialer med endelsen -ia som fx magnesia, yttria, ceria og altså zirkonia. Zirkonia er oxidet af metallet zirkonium, i form af zirkoniumdioxid, ZrO_2 . Det kan forekomme i tre forskellige faser ved forskellige temperaturintervaller (Fig. 4) (13). Ved lave temperaturer, under $1.167^\circ C$, er den stabile form monoklin struktur. Denne ser ud som en skæv terning, hvor to af vinklerne er 90° og en er $\neq 90^\circ$. I temperaturer mellem $1.167^\circ C$ og $2.367^\circ C$ er strukturen tetragonal, hvor alle vinklerne i enhedscellen er 90° , men afstanden mellem to planer er længere end de to andre i en terning. Over $2.367^\circ C$ bliver strukturen kubisk, hvor alle vinkler er 90° og med ens afstand mellem planerne (16).

Ved nedkøling fra en sintringstemperatur i det tetragonale faseområde til rumtemperatur vil ren zirkonia ændre volumen ved faseovergangen og sandsynligvis sprække. Ved at tilsætte varierende mængder stabiliserende oxider som fx yttriumoxid vil materialet forblive i tetragonal tilstand også efter nedkøling. Dentalt zirkonia tilsættes traditionelt ca. 3 volumenprocent yttriumoxid for at kunne forblive stabilt tetragonalt også ved anvendelsestemperatur (13,17). Produktet siges da at være i en metastabil tilstand. Det vil sige, at det kan ændre sig over tid, ved at den tetragonale fase gradvis ændres til monoklin struktur. Dette kaldes for aldring. Aldringsprocessen vil kunne fremskynnes af fugtighed og energi i form af varme eller fysiske kræfter.

På det seneste er man begyndt at tilsætte større mængder stabilisator for at forøge andelen af kubiske krystaller, hvilket vil gøre materialet mere gennemskinneligt (transluent) (17). Disse materialer omtales ofte som «anteriort zirkonia» eller «kubisk zirkonia». Derudover vil kornstørrelse og andre tilsætningsstoffer kunne påvirke farve og gennemskinnelighed. Ændret kornstørrelse opnås ved at manipulere sintringstid og sintringstemperatur. Det er usikkert, i hvilken grad dette vil påvirke aldringsprocessen og klinisk succes i odontologisk sammenhæng; men brudstyrken bliver betydeligt reduceret i forhold til traditionelt zirkonia (Tabel 1). Tandfarvet og translucent zirkonia kan også benyttes uden et æstetisk dækkeram i monolitiske restaureringer, også kaldet fuldkonturzirkonia (18-20). Dette giver stærke restaureringer med moderat æstetik uden stort behov for præpareringsdybder (altså minimalt invasivt) og ringe sandsynlighed for afskalning (Fig. 5). De kan også fremstilles med et tyndt lag dækkeram i synlige partier. Dette giver god æstetik, uden at man behøver bortslibe unødvendigt meget tandsubstans i ikke-synlige partier som palatalt og okklusalt.

Traditionel ætsning med flussyre har ingen effekt på alumina og zirkonia, eftersom de ikke indeholder glasfase. Det er imidlertid ifølge enkelte undersøgelser muligt at opnå kemisk binding til zirkonia ved hjælp af MPD-holdige resiner (metakry-

loyloxydekyl-dihydrogenfosfat monomer) som kan binde sig kemisk til oxygenet på overfladen (21-24). Dette kræver ifølge studierne, at keramet er helt rent, og at det er sandblæst ved lavt tryk og med små korn, så cementen flyder godt ud over overfladen. Andre undersøgelser tyder også på, at det er muligt at forbedre bindingen mellem resinbaseret cement og zirkonia ved at varmætte overfladen (Ruyter et al, upublicerede data). Dette er imidlertid et område med stort forskningsfokus for tiden, og vi kan forvente, at nye metoder vil kunne give stærkere og mere permanent binding mellem cement og zirkonia i fremtiden.

Fremstilling af dentale keramer

Keramiske dentale erstatninger kan fremstilles på mange forskellige måder; men digitale teknikker bliver stadig mere udbredte for alle typer materialer (25,26). For at opnå højæstetiske og individuelle restaureringer må tandteknikeren også i fremtiden være en «designkunstner», som lægger forskellige lag med dækkeram op, så de imiterer dentin og emalje. Varmpresning af glaskeramer er fortsat en hyppigt anvendt metode. Dette giver ensfarvede restaureringer, som må individualiseres efter behov ved påmaling af farvet glasur eller pålægning af et æstetisk yderlag.

Zirkonia og alumina må altid formes maskinelt. Dette kan gøres på to måder. Det almindeligste er at tage udgangspunkt i et delvis sintret keram, som fræses ud i en forstørret version og så fuldsintres efter slibning, «soft machining». Dette er hurtigt og enkelt, men kan give et materiale med ufuldstændig sintring

(fortætning). Eventuelle sprækker, som opstår under fræsningen vil ikke altid lukkes under slutsintringen (Fig. 6). Det andet alternativ er ved industrielle metoder at sintre blokke af zirkonia ved meget højt og jævnt tryk og høj temperatur «hot isostatic pressing» (HIP). Disse blokke kan så fræses ud til kroner og broer i specialdesignede maskiner, «hard machining». Fræsningen er omfattende og tidskrævende og dermed kostbar, men til gengæld er produktet færdigt og klar til brug efter fræsning. Mikrosprækker kan imidlertid introduceres i overfladen og dermed reducere restaureringens levetid (27). Intens forskning pågår for at muliggøre brug af additive teknikker for alumina og zirkonia til dentale restaureringer, som fx lasersintring for 3D-print (28,29).

Alle momenter ved fremstillingen, fra krystalstruktur, kornstørrelse og fremstillingsmetode er med til at bestemme styrken og kvaliteten på slutproduktet. Der er store forskelle mellem de forskellige systemer, som er tilgængelige på markedet i dag (Fig. 7).

Konklusion

Der findes en række forskellige keramer til odontologisk anvendelse. Alle har styrker og svagheder; men ingen produkter kan benyttes til alle formål. Zirkonia findes i mange forskellige kvaliteter. Kendskab til materialerne er vigtigt for at kunne anvende det rette materiale på rette tid og sted og for at håndtere dem korrekt. Både tandlæger og tandteknikere må kontinuerligt holde sig opdateret for at kunne give patienterne den bedst mulige behandling.

ABSTRACT (ENGLISH)

Dental ceramics – Classification and properties

Development within dental ceramics has been formidable in recent years. We have a whole range of materials available. Some of these are highly advanced materials and requires knowledge

and competence in order to use them correctly. This paper describes the different dental ceramics available today including a classification, mechanical properties and a description of processing techniques with emphasis on the new zirconia materials.

Litteratur

1. Wachtman JB, Cannon WR, Matthewson MJ. Mechanical Properties of Ceramics. 2nd. ed. Hoboken N.J.: Wiley, 2009.
2. Sakaguchi RL, Powers J. Craig's restorative dental materials. 13th ed. St. Louis: Elsevier/Mosby, 2012.
3. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. Int J Prosthodont 2015;28:227-35.
4. Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. J Prosthodont Res 2014;58:208-16.
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Tilgængelig fra: URL: <http://www.iso.org/iso/home.html>.
6. 3M. Dental.(Set 2016 september). Tilgængelig fra: URL: [http://www.3m.com/3M/en_US/Dental/Products/Lava-Ultimate/..](http://www.3m.com/3M/en_US/Dental/Products/Lava-Ultimate/)
7. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. J Prosthet Dent 1996;75:18-32.
8. Naylor WP, King AH. Introduction to metal-ceramic technology. 2nd ed. Chicago: Quintessence Pub, 2009.
9. Buonocore MG. Principles of Adhesive Retention and Adhesive Restorative Materials. J Am Dent Assoc 1963;67:382-91.
10. Matinlinna JP, Vallittu PK. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces - an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. J Oral Rehabil 2007;34:622-30.
11. Øilo M, Strand GV, Tvinnereim HM. Keramer som tannrestaureringsmateriale. Nor Tannlegeforen Tid 2005;115:322-8.

12. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP et al. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. Dent Mater 2004;20:441-8.

13. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: An overview. Dent Mater 2008;24:289-98.

14. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. Dent Mater 2008;24:299-307.

15. Øilo M, Kvam K, Gjerdet NR. Fracture strength of different all-ceramic incisor crowns tested with a clinically relevant test method. Eur J Oral Sci 2014;122:245-50.

16. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials. 11th ed. St. Louis, Mo.: Elsevier/Saunders, 2013.

17. Denry I, Kelly JR. Emerging

Ceramic-based Materials for Dentistry. J Dent Res 2014;93:1235-42.

18. Øilo M, Kvam K, Gjerdet NR. Load at fracture of monolithic and bilayered zirconia crowns with and without a cervical zirconia collar. J Prosthet Dent 2016;115:630-6.

19. Matsuzaki F, Sekine H, Honma S et al. Translucency and flexural strength of monolithic translucent zirconia and porcelain-layered zirconia. Dent Mater J 2015;34:910-7.

20. Johansson C, Kmet G, Rivera J et al. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain veneered crowns and lithium disilicate crowns. Acta Odontol Scand 2014;72:145-53.

21. Kern M. Bonding to oxide ceramics—Laboratory testing versus

clinical outcome. Dent Mater 2015;31:8-14.

22. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. J Prosthet Dent 2003;89:268-74.

23. Aboushelib MN, Mirmohamadi H, Matinlinna JP et al. Innovations in bonding to zirconia-based materials. Part II: Focusing on chemical interactions. Dent Mater 2009;25:989-93.

24. Aboushelib MN, Matinlinna JP, Salameh Z et al. Innovations in bonding to zirconia-based materials: Part I. Dent Mater 2008;24:1268-72.

25. Touati B, Etienne JM. CAD/CAM all-ceramic crowns: Clinical and laboratory considerations. Quint Dent Technol 2002:85-98.

26. Rekow ED. CAD/CAM in dentistry. Alpha Omegan 1991;84:41-4.

27. Denry I. How and when does

fabrication damage adversely affect the clinical performance of ceramic restorations? Dent Mater 2013;29:85-96.

28. van Noort R. The future of dental devices is digital. Dent Mater 2012;28:3-12.

29. Silva NRFA, Witek L, Coelho PG et al. Additive CAD/CAM Process for Dental Prostheses. J Prosthodont 2011;20:93-6.

30. Park S, Quinn JB, Romberg E et al. On the brittleness of enamel and selected dental materials. Dent Mater 2008;24:1477-85.

31. Øilo M, Gjerdet NR, Tvinnereim HM. The firing procedure influences properties of a zirconia core ceramic. Dent Mater 2008;24:471-5.

32. Yilmaz H, Aydin C, Gul BE. Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. J Prosthet Dent 2007;98:120-8.

Produktinformation til Septodont annoncen i Tandlægebladet

Septanest injektionsvæske

Produktesumme for Septanest (Articainhydrochlorid 40 mg/ml, Adrenalin 5 mikrogram/ml) som adrenalinatrat hjulpepelse. Genoplivningsudstyr (især lit) som fyldt injektionsprojile. De med * markerede afsnit er omskrevet i forhold til det af Lægemiddelstyrelsen godkendte produktesumme fra den 14. august 2012. Det fulde produktesumme er tilgængeligt på www.prodoktesumme.dk samt på www.plandent.dk og www.43664444. **Terapeutiske indikationer:** Lednings- og indgivelsesmåde: Septanest bør kun anvendes af læger eller tandlæger, der har erfaring med Septanest og dets mulige komplikationer. **Administration:** Lokal injektion (blokade eller infiltrering). **Dosering:** * Voksne: Ved almindelige indgreb, er en ampul (68 mg) tilstrækkelig. * Børn: Må ikke bruges til børn under 4 år. Anbefalet dosis ved mere enkle indgreb, 0,04 ml/kg. Dette svarer til en 1,2 ampul til børn, der vejer 20 kg og til 1 ampul scitied. Septanest indeholder mindre end 1 mmol (23 til børn, der vejer 40 kg. Anbefalet dosis ved komplekse m) natrium pr. dose (beregnet ud fra maksimal dosis). **Interaktion med andre lægemidler og andre former for interaktion:** MAO-hæmmere og trykrelle antidepressiva. *Kun forage den kardiovaskulære effekt af adrena- rellt syge patienter. **Kontraindikationer:** * Dette produkt lin". Phenothiaziner og butyrophenoner kan reducere må under ingen omstændigheder gives til børn under 4 eller modvirke adrenalinets pressor-effekt. Samtidig år, ved overfølsomhed over for artican eller alle andre behandling med non-selektive betablokkere* kan føre lokalbedøvelsesmidler af amid-type, samt ved over- til overfølsomhed over for hjulpepelse. **Kardiovaskulære sygdomme:** Arytmi, Hjerte- og iskæmiske sygdomme. **Ubehag:** Behandlet eller ukontrolleret alvorlig hypertension. **Alvorlig hypotension:** Tyrotoksikose. Dysreguleret svar for fremkaldte arytmier ved administration af Septanest. **diabetes:** Samtidig behandling med MAO-hæmmere Adrenalin kan hæmme frigørelse af insulin fra pankreas eller trykrelle antidepressiva. **Alvorlig myasthenia og mangling på plasmacholinesteraseaktivitet.** Hæmorrhagisk diatese – især ved blokade analgesi. **Intravaskulære injektion:** er strengt kontraindiceret; det er derfor by- dende nødvendigt at sørge for at injektionsnålen ikke indføres i et kar. **Særlige advarsler og forsigtighedsreg- ler vedrørende brugen*** Advarsler: Intravaskulære injektion er strengt kontraindiceret. *Genoplivningsudstyr; lit strækkelige koncentrationer i blodet til, at systemiske samt andre genoplivningsmidler skal være tilgængelige. **Behandling af patienter med leversygdomme:** Septanest særlig alvorlig hypotension hos patienter, der tidligere har haft epilepsi. Bør anvendes med forsigtig- til patienter med leversygdomme, især allergisk astma, sygelig taletårn". **Koma, facialspasme, søvnhed, Ner-** Der er indberettet meget sjældne tilfælde af langvarig **Patienter i behandling med phenothiaziner:** Phenothiaziner kan reducere eller modvirke den kar-kontra- herende virkning af adrenalin. **Patienter i behandling med non-selektive betablokkere:** Samtidig behandling af med non-selektive betablokkere kan føre til en stigning i blodtrykket på grund af adrenalin. **Sikkerhedsregler:** Hver gang lokalbedøvelse anvendes skal følgende være les. lit bør hurtigt gives, om nødvendigt med assisteret

tilgængeligt: **Krampestillende medicin***, muskelslappende midler, atropin og vasopressorer og benadly eller adrenalin ved alvorlige allergiske eller anafylaktiske reaktioner. **Genoplivningsudstyr (især lit) som** nødvendigt, muliggør assisteret ventilerne. De anber- faldelse doser bør ikke overskrides. Den laveste dosis, undgå høje plasmaværuer og alvorlige bivirkninger. **Adeksle koncentrationer i blodet** nedsetter hjerterets ledningsveje og excitabilitet". Det anbefales at patient- ren er fastende indtil han/hun fuldt ud har genvundet følelsen i det bedøvede område. **Grundig og konstant overvågning af kardiovaskulære og respiratoriske (lit strækkelig ventilation) vitale tegn og patientens bevidst-** **Interaktion med andre lægemidler og andre former for interaktion:** MAO-hæmmere og trykrelle antidepressiva. *Kun forage den kardiovaskulære effekt af adrena- rellt syge patienter. **Kontraindikationer:** * Dette produkt lin". Phenothiaziner og butyrophenoner kan reducere må under ingen omstændigheder gives til børn under 4 eller modvirke adrenalinets pressor-effekt. Samtidig år, ved overfølsomhed over for artican eller alle andre behandling med non-selektive betablokkere* kan føre lokalbedøvelsesmidler af amid-type, samt ved over- til overfølsomhed over for hjulpepelse. **Kardiovaskulære sygdomme:** Arytmi, Hjerte- og iskæmiske sygdomme. **Ubehag:** Behandlet eller ukontrolleret alvorlig hypertension. **Alvorlig hypotension:** Tyrotoksikose. Dysreguleret svar for fremkaldte arytmier ved administration af Septanest. **diabetes:** Samtidig behandling med MAO-hæmmere Adrenalin kan hæmme frigørelse af insulin fra pankreas eller trykrelle antidepressiva. **Alvorlig myasthenia og mangling på plasmacholinesteraseaktivitet.** Hæmorrhagisk diatese – især ved blokade analgesi. **Intravaskulære injektion:** er strengt kontraindiceret; det er derfor by- dende nødvendigt at sørge for at injektionsnålen ikke indføres i et kar. **Særlige advarsler og forsigtighedsreg- ler vedrørende brugen*** Advarsler: Intravaskulære injektion er strengt kontraindiceret. *Genoplivningsudstyr; lit strækkelige koncentrationer i blodet til, at systemiske samt andre genoplivningsmidler skal være tilgængelige. **Behandling af patienter med leversygdomme:** Septanest særlig alvorlig hypotension hos patienter, der tidligere har haft epilepsi. Bør anvendes med forsigtig- til patienter med leversygdomme, især allergisk astma, sygelig taletårn". **Koma, facialspasme, søvnhed, Ner-** Der er indberettet meget sjældne tilfælde af langvarig **Patienter i behandling med phenothiaziner:** Phenothiaziner kan reducere eller modvirke den kar-kontra- herende virkning af adrenalin. **Patienter i behandling med non-selektive betablokkere:** Samtidig behandling af med non-selektive betablokkere kan føre til en stigning i blodtrykket på grund af adrenalin. **Sikkerhedsregler:** Hver gang lokalbedøvelse anvendes skal følgende være les. lit bør hurtigt gives, om nødvendigt med assisteret

ventilation. **Hvis krampene ikke standser spontant** kraftigt nedst nyrefunktion, kredsløbssvigt eller med renen for 15–20 sekunder skal der intravenøst gives et generelt nedst almentilstand. Patienter som tager krampestillende midler (f. eks. diazepam 5-10 mg eller samtidig medicin (se Interaktion) med andre lægemid- thieptal 100 – 150 mg). **Muskelslappende midler** ler). **Afleter skal advars om**, at dette lægemiddel inde- kan blive nødvendige, men kræver trakeal intubering. **Hypotension og/eller bradykardi** kan behandles intrave- nost med ephedrin 5 – 10 mg. I tilfælde af hjertestop skal genoplivning af hjerte og lunger øjeblikkelig indle- des har et relativt højt indhold af det aktive læge- midlet på grund af behovet for knoglepenetration. **Kombinationen af det høje tryk, der fremkommer ved minut efter behov (maks. dosis 0,04 mg/kg). Acidosis** at anvende tubule-systemet i injektionen, og den korte skal behandles. **Udlevering: B. Farmakodynamiske egen-** skaber: * se fuldt produktesumme. **Farmakokinetiske egenskaber:** * se fuldt produktesumme. **Farmakodynamiske egenskaber:** * se fuldt produktesumme. **Farmakokinetiske egenskaber:** * se fuldt produktesumme. **Natriumchlorid; natriummetabisulfid; dinatriummedetat;** natriumthiosulfat; vand, steril. **Opbevaringstid:** 2 år. **nå hjem, uden at være forlyndet som i tilfælde af** **Særlige opbevaringsforhold:** Må ikke opbevares over **25 °C.** Opbevares i original beholder. **Regler for destruk- tion og anden håndtering:** Der anvendes en tube til er forsømt med genoplivningsudstyr. **Interaktion med** **andere lægemidler og andre former for interaktion:** **for-** indreg: 0,07 ml/kg. Dette passer med ¼ ampul til børn, der vejer 20 kg og 1,5 ampul til børn, der vejer 40 kg. **Dosisudregning:** Bør overvejes til svækkede ældre og **relativt syge patienter.** **Kontraindikationer:** * Dette produkt lin". Phenothiaziner og butyrophenoner kan reducere må under ingen omstændigheder gives til børn under 4 eller modvirke adrenalinets pressor-effekt. Samtidig år, ved overfølsomhed over for artican eller alle andre behandling med non-selektive betablokkere* kan føre lokalbedøvelsesmidler af amid-type, samt ved over- til overfølsomhed over for hjulpepelse. **Kardiovaskulære sygdomme:** Arytmi, Hjerte- og iskæmiske sygdomme. **Ubehag:** Behandlet eller ukontrolleret alvorlig hypertension. **Alvorlig hypotension:** Tyrotoksikose. Dysreguleret svar for fremkaldte arytmier ved administration af Septanest. **diabetes:** Samtidig behandling med MAO-hæmmere Adrenalin kan hæmme frigørelse af insulin fra pankreas eller trykrelle antidepressiva. **Alvorlig myasthenia og mangling på plasmacholinesteraseaktivitet.** Hæmorrhagisk diatese – især ved blokade analgesi. **Intravaskulære injektion:** er strengt kontraindiceret; det er derfor by- dende nødvendigt at sørge for at injektionsnålen ikke indføres i et kar. **Særlige advarsler og forsigtighedsreg- ler vedrørende brugen*** Advarsler: Intravaskulære injektion er strengt kontraindiceret. *Genoplivningsudstyr; lit strækkelige koncentrationer i blodet til, at systemiske samt andre genoplivningsmidler skal være tilgængelige. **Behandling af patienter med leversygdomme:** Septanest særlig alvorlig hypotension hos patienter, der tidligere har haft epilepsi. Bør anvendes med forsigtig- til patienter med leversygdomme, især allergisk astma, sygelig taletårn". **Koma, facialspasme, søvnhed, Ner-** Der er indberettet meget sjældne tilfælde af langvarig **Patienter i behandling med phenothiaziner:** Phenothiaziner kan reducere eller modvirke den kar-kontra- herende virkning af adrenalin. **Patienter i behandling med non-selektive betablokkere:** Samtidig behandling af med non-selektive betablokkere kan føre til en stigning i blodtrykket på grund af adrenalin. **Sikkerhedsregler:** Hver gang lokalbedøvelse anvendes skal følgende være les. lit bør hurtigt gives, om nødvendigt med assisteret

ventilation. **Hvis krampene ikke standser spontant** kraftigt nedst nyrefunktion, kredsløbssvigt eller med renen for 15–20 sekunder skal der intravenøst gives et generelt nedst almentilstand. Patienter som tager krampestillende midler (f. eks. diazepam 5-10 mg eller samtidig medicin (se Interaktion) med andre lægemid- thieptal 100 – 150 mg). **Muskelslappende midler** ler). **Afleter skal advars om**, at dette lægemiddel inde- kan blive nødvendige, men kræver trakeal intubering. **Hypotension og/eller bradykardi** kan behandles intrave- nost med ephedrin 5 – 10 mg. I tilfælde af hjertestop skal genoplivning af hjerte og lunger øjeblikkelig indle- des har et relativt højt indhold af det aktive læge- midlet på grund af behovet for knoglepenetration. **Kombinationen af det høje tryk, der fremkommer ved minut efter behov (maks. dosis 0,04 mg/kg). Acidosis** at anvende tubule-systemet i injektionen, og den korte skal behandles. **Udlevering: B. Farmakodynamiske egen-** skaber: * se fuldt produktesumme. **Farmakokinetiske egenskaber:** * se fuldt produktesumme. **Farmakodynamiske egenskaber:** * se fuldt produktesumme. **Farmakokinetiske egenskaber:** * se fuldt produktesumme. **Natriumchlorid; natriummetabisulfid; dinatriummedetat;** natriumthiosulfat; vand, steril. **Opbevaringstid:** 2 år. **nå hjem, uden at være forlyndet som i tilfælde af** **Særlige opbevaringsforhold:** Må ikke opbevares over **25 °C.** Opbevares i original beholder. **Regler for destruk- tion og anden håndtering:** Der anvendes en tube til er forsømt med genoplivningsudstyr. **Interaktion med** **andere lægemidler og andre former for interaktion:** **for-** indreg: 0,07 ml/kg. Dette passer med ¼ ampul til børn, der vejer 20 kg og 1,5 ampul til børn, der vejer 40 kg. **Dosisudregning:** Bør overvejes til svækkede ældre og **relativt syge patienter.** **Kontraindikationer:** * Dette produkt lin". Phenothiaziner og butyrophenoner kan reducere må under ingen omstændigheder gives til børn under 4 eller modvirke adrenalinets pressor-effekt. Samtidig år, ved overfølsomhed over for artican eller alle andre behandling med non-selektive betablokkere* kan føre lokalbedøvelsesmidler af amid-type, samt ved over- til overfølsomhed over for hjulpepelse. **Kardiovaskulære sygdomme:** Arytmi, Hjerte- og iskæmiske sygdomme. **Ubehag:** Behandlet eller ukontrolleret alvorlig hypertension. **Alvorlig hypotension:** Tyrotoksikose. Dysreguleret svar for fremkaldte arytmier ved administration af Septanest. **diabetes:** Samtidig behandling med MAO-hæmmere Adrenalin kan hæmme frigørelse af insulin fra pankreas eller trykrelle antidepressiva. **Alvorlig myasthenia og mangling på plasmacholinesteraseaktivitet.** Hæmorrhagisk diatese – især ved blokade analgesi. **Intravaskulære injektion:** er strengt kontraindiceret; det er derfor by- dende nødvendigt at sørge for at injektionsnålen ikke indføres i et kar. **Særlige advarsler og forsigtighedsreg- ler vedrørende brugen*** Advarsler: Intravaskulære injektion er strengt kontraindiceret. *Genoplivningsudstyr; lit strækkelige koncentrationer i blodet til, at systemiske samt andre genoplivningsmidler skal være tilgængelige. **Behandling af patienter med leversygdomme:** Septanest særlig alvorlig hypotension hos patienter, der tidligere har haft epilepsi. Bør anvendes med forsigtig- til patienter med leversygdomme, især allergisk astma, sygelig taletårn". **Koma, facialspasme, søvnhed, Ner-** Der er indberettet meget sjældne tilfælde af langvarig **Patienter i behandling med phenothiaziner:** Phenothiaziner kan reducere eller modvirke den kar-kontra- herende virkning af adrenalin. **Patienter i behandling med non-selektive betablokkere:** Samtidig behandling af med non-selektive betablokkere kan føre til en stigning i blodtrykket på grund af adrenalin. **Sikkerhedsregler:** Hver gang lokalbedøvelse anvendes skal følgende være les. lit bør hurtigt gives, om nødvendigt med assisteret



Hver tubule er pakket for sig i blisterpakninger, hvilket hjælper med at holde en god hygiejne.

Lægemidler skal bestilles på apoteket



Bedøvelse i singlepakninger – sikker opbevaring i skuffen

Septodont har fokus på hygiejne

Undgå kontaminering under opbevaring på klinikken

Septodont leverer alle tubuler i enkeltpaknede blisterpakninger. Du åbner først den enkelte blister, når bedøvelsen skal lægges. På denne måde forhindres en kontaminering af ydersiden af tubulen og gummimembranen, mens den ligger i skuffen. Husk stadig at afspritte membranen før brug.

Optimal sikkerhed for patienten

Septodont slutsteriliserer de fyldte tubuler, inden de pakkes. Dette er ikke et lovgivningskrav, men en ekstra hygiejnisk sikkerhedsforanstaltning.

Se produktinfo andetsteds i Tandlægebladet eller hent komplet produktresumé på www.produktresume.dk

