

Fiberarmerade protetiska material

Vad kan vi göra i dag och vilka möjligheter kommer att finnas i framtiden?

FRÅGA NIOM

De fiberförstärkta material för dentalt bruk som kommit ut på marknaden under senare år har allt bättre egenskaper [1, 2]. Forskningen på fiberförstärkta polymera material är omfattande men de kliniska uppföljningstiderna korta. Efterfrågan på prisvärda, hållfasta och estetiskt fördelaktiga material är dock stor. Vid dentalt stödda konstruktioner utnyttjas ofta adhesiv cementeringsteknik och tandsubstansbevarande preparationsteknik. Det finns även behov av hållfasta alternativa material för såväl avtagbara protetiska konstruktioner som implantatförankrade broar. Sådana material skulle ha flera indikationer särskilt inom geriatrisk odontologi.

Vad menas med fiberförstärkta material?

Svar:

Fiberförstärkta material består av minst två komponenter; fibrer som ger styrka och styvhet och omgivande matrix (bindningsmedel) som bidrar till hanterbarheten.

Med fiberförstärkt polymer menas en polymer som är förstärkt med fibrer (fiberkomposit). Vanliga typer av polymerer som använts inom odontologi är metylmetakrylat/polymetylmetakrylat, MMA/PMMA), dimetakrylater och epoxy. Epoxy har relativt låg viskositet och kan lättare väta fibrer. Epoxy används vid fiberförstärkta endodontiska stift. Av biologiska skäl är det dock önskvärt att hanteringen av epoxy material minskar [3].

Vilka olika typer av fibrer kan användas för fiberförstärkning av polymera material och vilka användningsområden har de?

Svar:

Goda mekaniska egenskaper för fiberförstärkta polymerer har dokumenterats sedan 1960-talet inom industrin; till exempel sportutrustning och bilkarosseri samt båt- och flygskrov [4].

Olika fibrer som föreslagits för fiberför-

stärkning är glasfiber, aramidfiber, polyuretanfiber/Zylon, borfiber, UHMWPE-fiber (ultra high molecular weight polyethylene fibre) och karbon/grafitfiber.

Vidhäftning mellan polymermatriser och UHMWPE-fibrer är svår att åstadkomma vilket leder till att armeringseffekten blir begränsad [6]. UHMWPE-fibrer har förekommit för dentalt bruk.

En nackdel med polymera material som är förstärkta med aramidfibrer är att de är svåra att bearbeta mekaniskt (polera och putsa). Aramidfiber förekommer bland annat i skottsäkra västar, detsamma gäller även zylonfiber.

Olika typer av glasfiber har oftare använts i tandtekniska produkter.

Karbon/grafitfiberförstärkta polymerer kan användas för broar på implantat [6, 7]. På senare år har även glasfiberförstärkning beskrivits i litteraturen vid implantatförankrade broar [8]. Rotförankring med glasfiber- och karbon/grafitfiberförstärkta stift ökar markant.

Så kallade E-glasfiber (electrical grade) är det vanligast förekommande fiberförstärkningsmaterial för dental och industriell användning men även andra typer av glasfiber förekommer; exempelvis kiselglasfiber, C- (chemical resistance) och S-glasfiber (high strength). Glasfibrer har god styrka och är färglösa. De kan silaniseras och preimpregneras. Glasfiber med preimpregnering (Stick och Stick-Net, Finland, Vectris, Liechtenstein och Fibrekor, USA) finns på marknaden (den senare impregnerad med monomer) [9]. Glasfiberförstärkta material kan användas i avtagbara proteser, temporära broar och etsbroar.

Inom parodontologi används fiberförstärkning till splinting av parodontalt svaga tänder och inom ortodonti kan fiberförstärkning användas för retention [2]. Glasfiberförstärkta polymerer har också marknadsförts för permanenta broar. I dessa system är ofta glasfibrerna preimpregnerade med dimetakrylatmonomerer.

Vilka faktorer påverkar de mekaniska egenskaperna hos fiberförstärkta material?

Svar:

Adhesion – God adhesion mellan fiber och matrixmaterial är en förutsättning för hög hållfasthet [10, 11] och beständighet. Tidigare problem har varit fibrernas dåliga bindning till MMA/PMMA-baserade material eftersom impregneringen av fibrerna försvåras av hög viskositet på MMA/PMMA samt dålig vätning. Detta kan leda till att det fiberförstärkta materialet inte får så hög hållfasthet som det skulle kunna ha. Utan tillräcklig adhesion kan tillsättning av fiber till och med försvaga materialet [12].

Fuktpåverkan – Glasfiberkomposit som används i protesbasmaterial anses relativt stabil mot hydrolytisk effekt av vatten. Böjhållfastheten reduceras dock vid vattenförvaring [13]. MMA/PMMA-baserad karbon/grafitkomposit med kemiskt rengjord yta och preimpregnerad med en monomerblandning visar ingen reduktion i böjhållfasthet efter 90 dagar i vatten [14].

God adhesion mellan glasfiber och polymer är möjlig vid silanisering av glasfibrerna. Denna adhesion verkar dock avta vid vattenförvaring [15]. Andra glasfiber, som silicaglas, kan ge bättre långtidsstabilitet [16].

Fibrernas riktning har stor betydelse för de mekaniska egenskaperna hos polymeren. Kontinuerliga fibrer ger bättre mekaniska egenskaper jämfört med korta fibrer [17]. När fibrerna har en riktning (fiberbunt) förstärks materialet i en riktning. Använder man i stället ett nät, det vill säga har fibrer i två riktningar, förstärks polymeren i två riktningar [9]. Detta har stor klinisk betydelse på grund av det komplexa mönster av kraftkomponentriktningar som förekommer i munnen. Använder man en flätad tubulär struktur av fibrer kan man uppnå förstärkning i fler än två riktningar [14].

Fiberförstärkningens position i ma-

teriale är av betydelse för hållfastheten. Om man vill optimera hållfasthetsegenskaperna hos ett låginnehållande fiberförstärkt material bör fiberförstärkningen placeras på materialets sträcksida [18].

Mängden fibrer, men även porositet mellan fibrer, påverkar hållfastheten. Generellt kan man säga att ju mer fiber desto starkare material men bara upp till en viss gräns. Porer mellan fibrer minskar hållfasthetsegenskaperna [10]. Med lämplig teknik bör det vara möjligt att skapa en god adhesion och rätt avvägning mellan optimalt fiberinnehåll och mängden bindningsmedel.

Fibertyp – Olika fibertyper har olika egenskaper vilket kan påverka kompositionens egenskaper. En fördel med karbon/grafitfiber är dess goda hållfasthet som överstiger den för glasfiber [4], nackdelen är den svarta färgen. Kolfiberförstärkta polymerer måste beläggas med ett opakt skikt och därefter täckas med rosa polymer för att man ska kunna uppnå god estetik.

Hur är prognosen för konstruktioner i fiberförstärkta polymera material?

Svar:

Uppföljningstider på fyra år för adhesivt cementserade glasfiberförstärkta delbroar finns dokumenterade [19, 20]. En lyckandefrekvens på 95 procent beskrivs när patienter med svår parafunktion exkluderats [19]. I en annan klinisk rapport där man följde 38 adhesivt cementserade fiberförstärkta konstruktioner var lyckandefrekvensen lägre (72 %). På grund av slitage, missfärgning, frakturer och fiberexponering anser författarna att dessa konstruktioner endast bör användas för temporära ersättningar [20]. Den protetiska konstruktionen i fiberarmerade material har visat sig påverkas av fukt, vilket begränsar hållbarheten. Nyare forskning pekar mot att förbättrade fiberförstärkta material tål fuktig miljö och åldrande bättre än tidigare [21].

Håller karbon/grafitfiberförstärkta material för framställning av implantatbroar?

Svar:

I en multicenterstudie där man följde implantatbroar i 3,5 år noterades en 70-procentig överlevnad. Konklusionen var att dessa första generationens karbon/

grafitfiberförstärkta implantatbroar kan användas med hög precision till låg kostnad med gott estetiskt resultat men att de mekaniska egenskaperna inte är tillfredsställande [6]. I en pilotstudie där kolfiberbroar med Bowens resin kunde utvärderas på fem patienter efter fem år sågs inga sprickor i broskelletet. En bro hade en ytlig spricka i det dentala akrylatet [7].

På senare år har karbon/grafitfiberförstärkt polymer utvecklats vidare vid NIOM. Den kan nu lagras och hanteras i plastiskt tillstånd före värmepolymerisering. Resultat från laboratorieförsök visar bättre mekaniska egenskaper än tidigare, trots vattenlagring och termocyklning. Detta material har i en pilotstudie testats kliniskt på 20 implantatbroar. Efter uppföljningstider på 1–3 år kan inga frakturer konstateras [22]. Resultat från *in vitro*-försök och pilotförsök kommer att utvärderas i en klinisk multicenterstudie av implantatförankrade karbon/grafitfiberbroar.

Hur långt har användningen av fiberförstärkta material kommit?

Svar:

Sammanfattningsvis kan man säga att glasfiberförstärkta material kan fungera väl för temporära ersättningar som etsbroar och kortare partiella broar samt till förstärkning av protesbasen vid avtagbar protetik. Vad gäller det nya karbon/grafitfiberförstärkta materialet för implantatförankrad broprotetik måste utvärdering ske efter kliniska studier.

Referenser

- Goldberg AJ, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 1992; 8: 197–202.
- Kangasniemi I, Vallittu P, Meiers J, Dyer SR, Rosentritt M. Consensus statement on fiber-reinforced polymers: current status, future directions, and how they can be used to enhance dental care. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 209.
- Ponten A, Zimerson E, Sorensen O, Bruze M. Chemical analysis of monomers in epoxy resins based on bisphenols F and A. *Contact Dermatitis* 2004; 50: 289–97.
- Delmonte J. Technology of carbon and graphite fiber composites. Origins of carbon and graphite fibers. New York: Van Nostrand Reinhold Co; 1981. p. 1–40.
- Takagi K, Fujimatsu H, Usami H, Ogasawara S. Adhesion between high strength and high modulus polyethylene fibers by use of polyethylene gel as an adhesive. *J Adhes Sci Technol* 1996; 10: 869–82.
- Bergendal T, Ekstrand K, Karlsson U. Evaluation of implant-supported carbon/graphite

- fiber-reinforced poly(methyl methacrylate) prosthesis. A longitudinal multicenter study. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6: 246–53.
- Bergendal T, Andersson M, Brajnovic I. Carbon/graphite fiber-reinforced composite frameworks in fixed mandibular implant supported prosthesis in elderly patients. A pilot study. *Swed Dent J* 2001; 25: 180–1.
- Freilich MA, Duncan JP, Alarcon EK, Eckrote KA, Goldberg AJ. The design and fabrication of fiber-reinforced implant prosthesis. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 449–54.
- Ruyter IE, Kaaber S, Vallittu PK. Plast og protetik. *Tandläkartidningen* 1999; 91: 39–51.
- Vallittu PK. The effect of void space and polymerization time on transverse strength of acrylic-glass fiber composite. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 257–61.
- Vallittu PK, Ruyter IE, Ekstrand K. Effect of water storage on the flexural properties of E-glass and silica fiber acrylic resin composite. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 340–50.
- Kilfoil BM, Hesby RA, Pelleu GB Jr. The tensile strength of a composite resin reinforced with carbon fibers. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 40–3.
- Vallittu PK. Some aspects of the tensile strength of unidirectional glass fibre-poly(methyl methacrylate) composite used in dentures. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 100–5.
- Ekstrand K, Ruyter IE, Wellendorf H. Carbon/graphite fiber reinforced poly(methylmethacrylate): Properties under dry and wet conditions. *J Biomed Mater Res* 1987; 21: 1065–80.
- Matinlinna J. Silane chemistry aspects in some conventional and novel dental biomaterials (Thesis). Turku; 2004.
- Meriç G, Dahl JE, Ruyter IE. Physicochemical evaluation of silica glass fiber reinforced polymeric materials. Personlig kommunikation; 2004.
- Chung K, Lin T, Wang F. Flexural strength of a provisional resin material with fibre addition. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 214–7.
- Dyer ST, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dent Mater* 2004; 20: 947–55.
- Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Eckrote KA, Goldberg AJ. Clinical evaluation of fiber-reinforced fixed bridges. *J Am Dent Assoc* 2002; 133: 1524–34.
- Behr M, Rosentritt M, Handel G. Fiber-reinforced composite crowns and FPDs: a clinical report. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 239–43.
- Segerström S, Ruyter IE. Opubl. 2005.
- Ekstrand, K. Personlig kommunikation; 2005.

SUSANNA SEGERSTRÖM
gästforskare

I EYSTEIN RUYTER
seniorforskare

NIOM, Nordisk Institutt
for Odontologisk Materialprøving,
Kirkeveien 71 B, PO Box 70,
N-1305 Haslum, Norge

FOTNOT: Detta är den
första artikeln under
vinjetten Fråga NIOM år 2005.