proLékaře.cz | 19.11.2026

Přehledový článek
Review Article

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148

Kompozitní materiály vyztužené vlákny a jejich použití v současné stomatologii

(Přehledový článek)

Fiber Reinforced Composites and their Application in the Contemporary Dentistry

(Review Article)

Oudová M., Krňoulová J.

Stomatologická klinika LF UK a FN, Hradec Králové

SOUHRN

Předmět sdělení: Příměs syntetických vláken v kompozitních materiálech označovaných nejčastěji jako vlákny vyztužené kompozity (fiber reinforced composites) výrazně zlepšuje některé jejich fyzikální vlastnosti, zejména odolnost v tahu a v ohybu. Díky dobrým mechanickým vlastnostem a také nízké hmotnosti mají tyto materiály široké spektrum využití v mnoha oborech včetně medicíny. Uplatňují se i ve většině odvětví současné stomatologie, kde tvoří možnou a často i výhodnou alternativu mnoha standardním terapeutickým postupům. Základními složkami vlákny vyztužených kompozitů jsou kompozitní matrix a vlákna, která mohou být neimpregnovaná i preimpregnovaná, a dále silany, jež slouží jako vazebná činidla obou složek. Důležité je rovněž prostorové uspořádání vláken, která mohou být orientována jednosměrně, pletená nebo tkaná. Obvykle jsou jako výztuž použita vlákna skelná a polyetylenová, málo vhodná jsou ve stomatologii vlákna uhlíková. Materiály určené pro použití ve stomatologii se vyrábějí ve formě různě silných a dlouhých pásek, lanek nebo čepů, což je dáno způsobem jejich následného využití. Nejčastěji jsou vlákny vyztužené kompozity používány v protetice ke zhotovování kořenových nástaveb a provizorních i definitivních zubních náhrad, v parodontologii a dentoalveolární chirurgii k výrobě dočasných i trvalých stabilizačních dlah a v ortodoncii ke zhotovování retainerů po ukončení aktivní fáze ortodontické léčby. Kontraindikacemi pro jejich použití jsou zejména nespolupráce pacienta, nemožnost zajištění suchého pracovního pole a některé parafunkce, zejména bruxismus. Mezi hlavní výhody těchto materiálů patří příznivé mechanické a estetické vlastnosti, relativně nízká cena, možnost eliminace laboratorní fáze z pracovního postupu při protetickém ošetření a dlouhodobá trvanlivost výrobků. Obecně je zmíněna i technika práce s vlákny vyztuženými kompozity předpokládající dostatečné znalosti jejich vlastností a indikací.

Klíčová slova: ***kompozitní materiály vyztužené vlákny – stomatologie – sklovláknové čepy – stabilizační dlahy – adhezivní fixní můstky***

SUMMARY

Objectives: The synthetic fiber content significantly improves some physical properties of composite materials, such as tension and flexural resistence. These materials are known as the fiber reinforced composites. They have a wide spectrum of applications in many fields, including medicine, thanks to their low weight and a plethera of other advantageous mechanical properties. They are used in dentistry to provide greater range of favourable alternatives to many standard treatment methods. The basic components of fiber reinforced composites are resin matrix and fibers (nonimpregnated or preimpregnated) and silans, that work as bonding agents between matrix and fibers. The spatial distribution of fibers is also important for the quality of the material; the internal architecture of the fiber beams can be either unidirectional, braided or woven. The glass and polyethylene fibers are usually used as the reinforcement of material.

135_CS_0613.indd 142 11/7/13 11:29:52 AM

proLékaře.cz | 19.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148

The shapes of the materials for use in dentistry are commonly either posts or ribbons. The design of the products reflects their specific applications. The fiber reinforced composites are most frequently used in prosthetic dentistry for the post and core fabrication as well as for fabrication of temporary and permanent dentures. In periodontology and dentoalveolar surgery they are used for fabrication of stabilization splints with short-term or long-term usage, and in orthodontics as retainers after completion of the active treatment period. Contraindications of their include poorly cooperating patient, wet operating field and some parafunctions, such as bruxism. The favourable mechanical as well as aesthetic properties are the main advantages of the fiber reinforced composites. Other advantages include relatively low costs, the possibility of direct fabrication without any laboratory phase during prosthetic treatments and the long-term durability of material. Practical working procedures have previously been discussed in literature that reiterate the fact that a complete knowledge of the material´s properties and their indications is essential for their clinical use.

Key words: ***fiber reinforced composites – dentistry – root canal posts – splinting – adhesive fixed bridges***

Čes. Stomat., roč. 113, 2013, č. 6, s. 142–148

ÚVOD

Kompozitní materiály vyztužené vlákny (dále jen FRC – z angl. fiber reinforced composites) byly původně vyvinuty pro průmyslová odvětví, především pro vojenské letectví a lodní průmysl. Počátek druhé poloviny dvacátého století pro ně znamenal rychlý rozvoj v návaznosti na vznikající trendy v technických oborech. Zdokonalením svých vlastností našly postupně využití i v mnoha dalších oblastech lidské činnosti včetně medicíny, neboť jde o materiály velmi pevné, mechanicky odolné a zároveň lehké. Dodnes jsou široce využívány při stavbě lodí a větrných elektráren, běžně se ale používají i k výrobě mnoha předmětů, které jsou součástí každodenního života – tenisových raket, rybářských prutů, ochranných helem a jiných. Do stomatologie vstoupily v průběhu šedesátých let dvacátého století. V devadesátých letech pak byly poprvé použity k náhradě zubu v můstkových konstrukcích. Možnosti a využití těchto materiálů nejsou ještě plně vyčerpány a jejich rozvoj je i nadále vysoce progresivní.

Kompozitní materiály se skládají z anorganického plniva (hlinitokřemičité a borokřemičité sklo) a organického pojiva (pryskyřice), jejichž pevné spojení zajišťují silany. Ty svou pevnou chemickou vazbou na povrch částic plniva a kopolymerací s monomery kompozitní pryskyřice výrazně zlepšují spojení obou základních složek.

Klasické kompozitní materiály jsou z fyzikálního pohledu typické izotropní látky. Prostorová orientace částic jejich plniva je zcela náhodná, a proto ani jejich mechanické vlastnosti nevykazují žádnou závislost na směru působení mechanických sil. Avšak vyztužení kompozitních materiálů vlákny zcela mění jejich charakter – z látky izotropní na látku anizotropní, ve které je orientace částic prostorově daná. Tím dochází ke vzniku závislosti vlastností látky na směru síly na ni působící. Odolnost materiálů vytužených vlákny se tak vůči mechanickému zatížení v určitém směru výrazně zvyšuje. Tato nová a výhodná vlastnost pak umožňuje použití kompozitních materiálů v řadě indikací, které dříve nebyly ve stomatologii vhodné či možné, tedy i k dlahování pohyblivých zubů nebo k náhradě ztraceného zubu.

SLOŽENÍ A VLASTNOSTI VLÁKNY VYZTUŽENÝCH KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ

Základními složkami FRC jsou vlákna, kompozitní matrix a silany. Od vlastností těchto složek se odvíjí i vlastnosti FRC jako celku. Mechanické vlastnosti FRC závisí výrazně na architektuře vláken, ale méně na jejich typu. Dále je prokázána podstatná závislost na objemovém procentu vláken v materiálu, na vztahu mezi prostorovým uspořádáním vláken a na směru působící síly [6, 9]. Kompozitní matrix a míra její absorpce vody ovlivňují pevnost materiálu. Na mechanické vlastnosti má vliv i kvalita případné preimpregnace a vazeb mezi vlákny a kompozitní matrix.

Vlákna

Vlákna, která jsou základní složkou FRC, jsou zodpovědná za podstatné zkvalitnění mechanických vlastností kompozitních pryskyřic. Mohou být různého typu, průměru a prostorového uspořádání.

Nejčastěji používaným typem vláken jsou vlákna skelná. Jejich hlavní složkou jsou oxidy křemíku, dále mohou být obsaženy oxidy hliníku, boru, manganu a dalších prvků. Předností těchto vláken je

135_CS_0613.indd 143 11/7/13 11:29:52 AM

proLékaře.cz | 19.11.2026

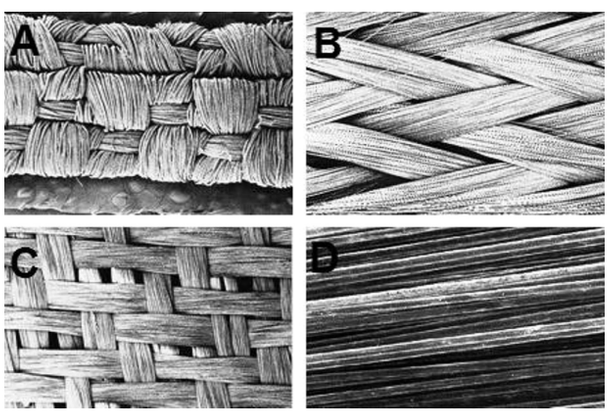
ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148

vysoká pevnost, světelná vodivost a relativně nízké výrobní náklady, nevýhodou je snadnější vznik povrchových defektů.

Polyetylenová vlákna (označována také jako UHMWPE – ultra high molecular weight polyethylen fibers) se v medicíně používají od šedesátých let dvacátého století, především v chirurgických oborech, zejména v ortopedii. Ve stomatologii se tato vlákna využívají méně často, neboť dosažení jejich vyhovující adheze ke kompozitní pryskyřici je obtížnější než u vláken skelných a vyžaduje jejich speciální chemickou povrchovou úpravu. Nevýhodná je také nižší odolnost polyetylenových vláken v ohybu oproti vláknům skelným.

Karbonová vlákna se uplatňují jen zcela okrajově. Vyznačují se sice vysokou pevností, mají ale černou barvu, což jejich použití ve stomatologii značně omezuje.

Obvyklý průměr vláken se pohybuje v rozmezí 7–20 µm, jejich procento hmotnosti v celku může dosahovat až 65 %. Komerčně vyráběné FRC obvykle obsahují 45–58 % vláken. Od průměru vláken a procenta jejich hmotnosti se odvíjejí výsledné mechanické vlastnosti materiálu. S rostoucím průměrem stoupá pevnost materiálu v ohybu přímo související s odolností látky vůči lomu. Stoupá také modul pružnosti v tahu, který vyjadřuje schopnost látky odolávat deformaci při působení určitého napětí, což znamená, že materiály s vyšším modulem pružnosti prokazují vyšší odolnost vůči deformacím, a tím i vyšší odolnost vůči nevratnému poškození látky a jejímu strukturnímu selhání. Jak uvádí jedna ze studií zkoumajících tyto mechanické vlastnosti, u vysoce plněných FRC s vlákny o průměru sedm µm dosahuje pevnost v ohybu 448 MPa a modul pružnosti v tahu 16 GPa, kdežto u vláken s 20 µm v průměru byly naměřeny hodnoty 664 MPa a 23,6 GPa [9]. Přímo úměrná závislost platí i v případě hmotnostního procenta obsažených vláken – čím je toto procento vyšší, tím více narůstá pevnost materiálu v tahu a v ohybu.



Obr. 1 Uspořádání vláken v FRC v rastrovacím elektronovém mikroskopu – tkaná polyetylenová vlákna (a), pletená skelná vlákna (b), tkaná skelná vlákna (c) a jednosměrně uspořádaná vlákna (d); převzato z Fiber-reinforced composite in clinical dentistry, Chicago: Quintessence; 2000

Mechanické vlastnosti FRC jsou ovlivňovány i prostorovým uspořádáním vláken. Rozlišujeme tři základní typy uspořádání – vlákna jednosměrně orientovaná, pletená a tkaná. Ta mohou být izolovaná nebo spojená do větších svazků a ty mohou dále vytvářet celou prostorovou síť. Mnohosměrný průběh vláken přispívá k dosažení optimálních mechanických vlastností materiálu, který lépe reaguje na působení mechanických sil, například v průběhu žvýkacího cyklu. Nejpříznivější prostorové uspořádání mají tkaná vlákna (obr. 1).

Kompozitní matrix

Kompozitní matrix, která je druhou základní složkou FRC, funguje jako pojivo. Spojuje jednotlivá vlákna a jejich svazky v jediný celek, a ovlivňuje tak výsledné mechanické vlastnosti materiálu. Zlepšuje především tuhost, rovnoměrně přenáší vznikající napětí v průběhu mechanické zátěže k vyztužujícím vláknům a z velké míry chrání vlákna před možným poškozením nepříznivými faktory z vnějšího prostředí. K dosažení kvalitní vazby mezi matrix a vlákny a k úspěšnému přenosu sil napomáhá nejen přítomnost silanů, ale také impregnace vláken pryskyřicemi. Z tohoto pohledu rozlišujeme dvě generace FRC. Materiály nulté generace obsahují neimpregnovaná vlákna, u materiálů první generace jsou již vlákna preimpregnovaná. K preimpregnaci se obvykle používají monomery pryskyřic, např. UDMA (uretandimetakrylát), UTMA (uretantetrametakrylát), PMMA (polymetylmetakrylát), Bis-GMA (bisfenolglycidylmetakrylát). Méně často se preimpregnace děje polymery pryskyřic nebo kombinací monomerů s polymery. Preimpregnace vláken může proběhnout již při výrobě materiálu nebo až při zpracování FRC v ordinaci či laboratoři. Tovární preimpregnace vláken je výhodnější, neboť povrch všech vláken je rovnoměrně upraven, čehož nemusí být dosaženo při manuálním způsobu preimpregnace a jsou-li použita vlákna menšího průměru či s jejich vyšším počtem ve svazku. Kvalitou preimpregnace je ovlivněna vnitřní struktura materiálu, konkrétně těsnost vzájemného kontaktu jednotlivých vláken, a tím i účinnost přenosu napětí v materiálu.

Kompozitní matrix však přináší do výsledných vlastností FRC i určité nevýhodné charakteristiky.

135_CS_0613.indd 144 11/7/13 11:29:53 AM

proLékaře.cz | 19.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148

Mezi obecně známé nežádoucí vlastnosti kompozitních pryskyřic patří jejich polymerační smrštění a resorpce vody z vnějšího prostředí. Polymerační smrštění kompozitní matrix probíhá sice v příčném směru podél vláken, ale nebylo dosud prokázáno, že by při něm docházelo k narušení vazeb mezi vlákny a matrix. Difuze molekul vody a jejich absorpce je umožněna polaritou polymerních částic kompozitu přitahujících molekuly vody. Pohlcování vlhkosti, jež se uplatňuje nejvýraznější měrou v prvních čtyřech týdnech, negativně ovlivňuje především pevnost FRC v ohybu.

Silany

Silany jsou organokřemičité nestálé chemické sloučeniny, které se rozkládají vodou a v kompozitech vyztužených vlákny vytvářejí pevnou vazbu mezi částicemi plniva a kompozitní matrix. Zprostředkovávají tak účinný přenos sil z kompozitní matrix na vlákna. V dentálních materiálech je využit například γ-metakryloxypropyltrimetoxysilan.

MOŽNOSTI POUŽITÍ FRC

FRC již našly využití ve většině odvětví stomatologie – protetice, parodontologii, konzervační stomatologii, ortodoncii i stomatochirurgii. Proto výrobci FRC nabízejí zpravidla celou řadu produktů tvarem a strukturou maximálně uzpůsobených danému využití (obr. 2).
Indikace pro použití FRC jsou následující:
- provizorní i definitivní zubní náhrady v konvenční i implantologické protetice,
- stabilizační dlahy,
- retainery,
- kořenové nástavby.

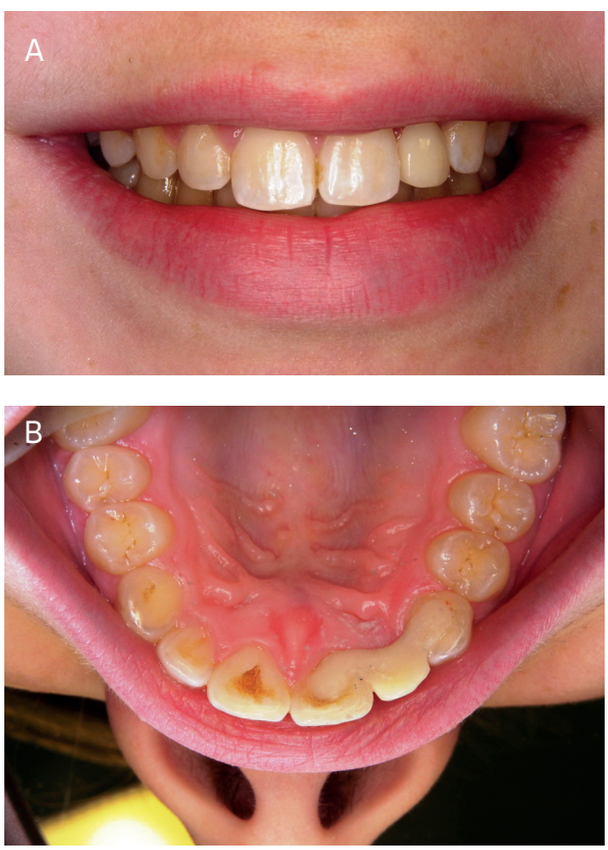
Kontraindikacemi pro použití FRC jsou:
- nedostatečná úroveň ústní hygieny,
- nemožnost zajištění suchého pracovního pole,
- parafunkce (zejména bruxismus spojený s rozsáhlejšími abrazemi zubů),
- při zhotovení fixních můstků větší rozsah defektu (ne více než jeden mezičlen v laterálním úseku a jeden až dva mezičleny ve frontálním úseku chrupu).

Zubní náhrady

FRC mohou být součástí snímatelných a podmíněně snímatelných zubních náhrad ve formě různě lokalizovaných a rozsáhlých výztuží. V současné době se zkoumá možnost jejich použití při výrobě spon částečných snímatelných zubních náhrad [8]. Daleko významnější je využití FRC při výrobě fixních



Obr. 2 Kompozitní materiály vyztužené vlákny produkty řady everStick

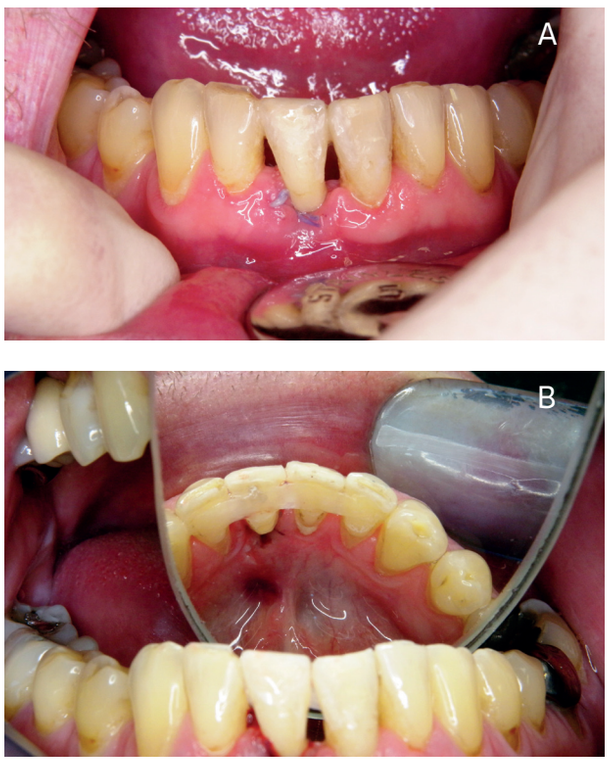


Obr. 3 Adhezivní fixní můstek z FRC nahrazující chybějící postranní horní řezák, zhotovený nepřímou technikou – pohled ze strany vestibulární (a) a ze strany palatinální (b); foto autorka

135_CS_0613.indd 145 11/7/13 11:30:18 AM

proLékaře.cz | 19.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148



Obr. 4 Adhezivní fixní můstek s náhradou dolního středního řezáku, zhotovený imediátně a přímou technikou s využitím extrahovaného zubu pacienta – pohled ze strany vestibulární (a) a ze strany lingvální (b); foto autorka

můstků, kde samotné FRC tvoří vnitřní konstrukci můstku, se kterou je pak adhezivně spojen mezičlen z kompozitní pryskyřice [17]. Fixní můstky ve frontálním úseku chrupu mohou mít charakter klasických adhezivních fixních můstků s potřebou žádné nebo jen minimální preparace povrchu pilířových zubů. Takto můžeme nahradit jeden až dva řezáky (obr. 3 a, b a 4 a, b). Špičák tímto způsobem obvykle plnohodnotně nahradit nelze. V laterálních úsecích se k zajištění dostatečné rezistence fixního můstku doporučuje preparace kavit pro podpůrné kotvení charakteru inlejí či onlejí na pilířových zubech. Je tak možno nahradit jeden chybějící premolár, popřípadě i molár. Při náhradě moláru je vzhledem k jeho velikosti vhodnější redukovat okluzní plochu z orální plochy, a snížit tak zátěž mezičlenu žvýkacími silami.

FRC určené pro užití v protetice mohou být zpracovány buď přímou ordinační technikou, nebo technikou nepřímou, s laboratorní výrobní fází. Přímou techniku zpracování můžeme s výhodou využít při náhradě frontálního zubu. Obvykle jde o ošetření uskutečněné v jediné návštěvě a bez nutnosti zhotovení situačního otisku. Nepřímá technika bývá využívána k náhradě zubů v laterálních úsecích, kde jsou podmínky pro udržení suchého pracovního pole i modelaci náhrady technicky náročné. Výhodná je při tomto způsobu práce také možnost kvalitnějšího zpracování materiálu (tvarového, barevného), a především pak možnost hloubkové polymerace, například ve světelných pecích, která zvyšuje mechanickou odolnost náhrady. Nevýhodnou se může jevit nezbytnost opakovaných návštěv a otiskování.

Stabilizační dlahy

Dlahy z FRC se používají především v parodontologii ke stabilizaci zubů s oslabeným parodontem. Mohou být ale použity i ve stomatochirurgii při ošetření traumat závěsného aparátu zubů. Podmínkou úspěšné funkce dlahy z FRC je možnost kvalitní adheze kompozitní matrix ke sklovině, a tedy nutnost udržení suchého pracovního pole, což bývá po úrazech spojených s krvácením z měkkých tkání dosti obtížné.

Tab. 1 Přehled nejčastěji používaných komerčních FRC

Komerční název	Typ vláken	Preimpregnace	Uspořádání	Výrobce
FibreKor	Skelná	Ano	Jednosměrné	Pentron Corporation, Wallingford, USA
everStick	Skelná	Ano	Jednosměrné/ Pletené	Stick-Tech, Turku, Finsko
Vectris	Skelná	Ano	Jednosměrné/ Pletené	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenštejnsko
Dentapreg	Skelná	Ano	Tkané	ADM, a.s., Brno, ČR
GlasSpan	Skelná	Ne	Tkané	GlasSpan, Inc., Exton, USA
Fibre-Splint	Skelná	Ne	Pletené	Polydentia SA, Mezzovico-Vira, Švýcarsko
Ribbond	UHMWPE	Ne	Tkané	Ribbond, Seattle, USA

135_CS_0613.indd 146 11/7/13 11:30:26 AM

proLékaře.cz | 19.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148

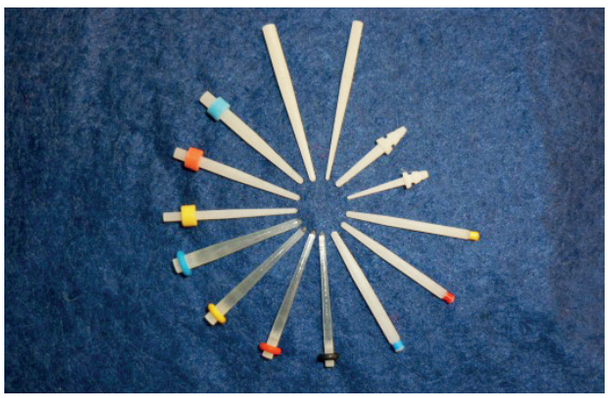
V parodontologii se tyto typy stabilizačních dlah využívají jako řešení krátkodobé a střednědobé, sloužící ke stabilizaci zubů při chirurgickém zákroku na parodontu a následné fázi hojení u regenerativních metod po dobu několika týdnů až měsíců, nebo ke stabilizaci dlouhodobé, určené k fixaci pohyblivých zubů při pokročilém postižení parodontu na několik měsíců i let. Dlahy z FRC jsou prostorově nenáročné, esteticky vyhovující, dobře čistitelné běžnými čisticími pomůckami a mechanicky dostatečně odolné. Nahrazují starší typy kombinovaných dlah (kovový drát + kompozitní pryskyřice).

Ortodontické retainery

V ortodoncii mohou být FRC využity jako alternativní materiály pro zhotovení permanentních fixních retainerů po ukončení ortodontické léčby. V případě chybění některých zubů, ať už následkem ageneze, nebo extrakce, slouží také jako prostředky k dočasné fixaci postavení sousedních zubů získaného ortodontickou léčbou před plánovaným definitivním ošetřením, například zavedením dentálního implantátu.

Kořenové nástavby

V konzervační stomatologii zaujímají FRC rovněž významné místo. Ve formě sklovláknových čepů se používají k výrobě přímých kořenových nástaveb při postendodontickém ošetření frontálních i laterálních zubů. Při zhotovení těchto nástaveb můžeme využít jak prefabrikované sklovláknové čepy různých typů (obr. 5), tak i čepy individualizované, které jsou složeny z pin postů (obr. 6).V dnešní době jsou sklovláknové čepy v této indikaci stále častěji preferovány oproti kovovým kořenovým nástavbám. Vlákna jsou v těchto čepech orientována jednosměrně. Mezi klíčové výhodné vlastnosti sklovláknových čepů patří především jejich modul elasticity, který je velmi podobný jako u dentinu. Ten je výrazně nižší ve srovnání s běžně používanými kovovými slitinami. Tak je v rozsahu čepu zajištěna daleko vyšší absorpce vyvíjeného tlaku, a tím i redukce přenášeného napětí na vlastní tkáň zubu, s čímž souvisí i významně nižší riziko fraktur kořenů takto ošetřených zubů [2]. Dalšími výhodnými vlastnostmi jsou adhezivní charakter spojení s fixačním kompozitním cementem a s kompozitní pryskyřicí používanou k dostavbě korunkové části nástavby a v neposlední řadě i dosažení kvalitního estetického výsledku, pokud následně zvolíme ošetření celokeramickými korunkami. Mnoho autorů zmiňuje jako výhodu i snazší odstranění sklovláknových čepů



Obr. 5 Různé typy sklovláknových čepů využívaných na našem pracovišti



Obr. 6 Pin posty, které mohou být použity jak k výrobě individualizovaných sklovláknových čepů, tak i jako vedlejší čepy malého průměru k lepšímu utěsnění prostoru kořenového kanálku při zhotovení přímé kořenové nástavby

oproti čepům kovovým, pokud tato nutnost vznikne. Kontraindikacemi pro použití sklovláknových čepů jsou nedostatek supragingiválních tkání, subgingiválně zasahující defekty, potřeba větších korekcí postavení ošetřovaného zubu s předpokládaným výrazným nárůstem extraaxiálních sil a nepochybně i nedokonalé endodontické ošetření.

ZÁVĚR

Vyztužením kompozitních materiálů vlákny vzrostla jejich pevnost v ohybu průměrně 2–4,9krát a modul elasticity 1,1–2,7krát. Tvoří skupinu materiálů s pokračujícím dynamickým rozvojem a rozšiřujícími se indikacemi. Ve stomatologii mají FRC široké spektrum použití v téměř všech jejích odvětvích. Ve vztahu ke standardním terapeutickým postupům představují většinou metody a materiály alternativ-

135_CS_0613.indd 147 11/7/13 11:30:35 AM

proLékaře.cz | 19.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 113,
2013, 6,
s. 142–148

ní, často však výhodnější. Díky příznivým vlastnostem jsou součástí trendu dnešní stomatologie směřující k minimálně invazivním výkonům a k vysoce kvalitním estetickým výsledkům ošetření, neboť oba požadavky FRC velmi dobře splňují. Ošetření je navíc relativně levné a rychlé, efektivní a méně náročné na laboratorní fázi výroby, a dosahuje i dobré dlouhodobé funkčnosti. Vyžaduje však znalosti správných indikací pro jejich použití a zvládnutí zásad jejich zpracování, tj. dobrou informovanost ošetřujícího zubního lékaře v problematice FRC.

LITERATURA

1. **Aida, N., Shinya, A., Yokoyama, D., Lassila, L., Gomi, H., Vallittu, P., Shinya, A.:** Three-dimensional finite element analysis of posterior fiber-reinforced composite fixed partial denture Part 2: influence of fiber reinforcement on mesial and distal connectors. Dent. Mater., roč. 30, 2011, č. 1, s. 29–37.
2. **Asvanund, P., Morgano, S. M.:** Photoelastic stress analysis of different prefabricated post-and-core materials. Dent. Mater., roč. 30, 2011, č. 5, s. 684–690.
3. **Garoushi, S., Vallittu, P.:** Fiber-reinforced composites in fixed partial dentures. Libyan J. Med., roč. 1, 2006, č. 1, s. 73–82.
4. **Garoushi, S., Yokoyama, D., Shinya, A., Vallittu, P.:** Fiber-reinforced composite resin prosthesis to restore missing posterior teeth: a case report. Libyan J. Med., roč. 2, 2007, č. 3, s. 139–141.
5. **Garoushi, S., Lassila, L., Vallittu, P.:** Resin-bonded fiber-reinforced composite for direct replacement of missing anterior teeth: a clinical report. Int. J. Dent. 2011; 2011: 845420. PMID: 21941550 [PubMed].
6. **Kanie, T., Arikawa, H., Fujii, K., Ban, S.:** Mechanical properties of woven glass fiber-reinforced composites. Dent. Mater., roč. 25, 2006, č. 2, s. 377–381.
7. **Kumbuloglu, O., Özcan, M., User, A.:** Fracture strength of direct surface-retained fixed partial dentures: effect of fiber reinforcement versus the use of particulate filler composutes only. Dent. Mater., roč. 27, 2008, č. 2, s. 195–202.
8. **Maruyama, H., Nishi, Y., Tsuru, K., Nagaoka, E.:** Optimum design for glass fiber-reinforced composite clasps using nonlinear finite element analysis. Dent. Mater., roč. 30, 2011, č. 5, s. 626–634.
9. **Obukuru, M., Takahashi, Y., Shimizu, H.:** Effect of diameter of glass fibers on flexural properties of fiber-reinforced composites. Dent. Mater., roč. 27, 2008, č. 4, s. 541–548.
10. **Roubalíková, L.:** Kořenové nástavby z vláknových kompozitů. LKS., roč. 19, 2009, č. 5, s. 148–153.
11. **Roubalíková, L., Vaněk, J., Jančář, J.:** Přímé aplikace vláknových kompozitů. Náhrada chybějícího frontálního zubu. Prakt. zub. Lék., roč. 55, 2007, č. 1, s. 10–15.
12. **Strassler, H. E., Taler, D., Sensi, L.:** Single visit natural pontic bridge with fiber reinforcement ribbon. Oral Health, roč. 97, 2007, č. 7, s. 24–27, 29–30, 33–34, 36.
13. **Strassler, H. E.:** Tooth stabilization of the periodontally compromised dentition with fiber reinforced adhesive composite resin. Oral Health, roč. 99, 2009, č. 10, s. 30–32, 34–36, 38.
14. **Tilakchand, M., Kidiyoor, K. H., Rao, R. N.:** Natural tooth pontic using fiber-reinforced composite for immediate tooth replacement. World J. Dent., roč. 1, 2010, č. 3, s. 175–179.
15. **Trushkowsky, R.:** Fiber reinforced composite bridge and splint. N. Y. State Dent. J., roč. 70, 2004, č. 5, s. 34–38.
16. **van Heumen, C. C., Kreulen, C. M., Bronkhorst, E. M., Lesaffre, E., Creugers, N. H.:** Fiber-reinforced dental composites in beam testing. Dent. Mater., roč. 24, 2008, č. 11, s. 1435–1443.
17. **van Heumen, C. C., Kreulen, C. M., Creugers, N. H.:** Clinical studies of fiber-reinforced resin-bonded fixed partial dentures: a systematic review. Eur. J. Oral Sci., roč. 117, 2009, č. 1, s. 1–6.
18. **van Heumen, C. C., van Dijken, J. W., Tanner, J., Pikaar, R., Lassila, L., Creugers, N. H., Vallittu, P., Kreulen, C. M.:** Five-year survival of 3-unit fiber-reinforced composite fixed partial dentures in the anterior area. Dent. Mater., roč. 25, 2009, č. 6, s. 820–827.
19. **van Heumen, C. C., Tanner, J., van Dijken, J. W., Pikaar, R., Lassila, L., Creugers, N. H., Vallittu, P., Kreulen, C. M.:** Five-year survival of 3-unit fiber-reinforced composite fixed partial dentures in the posterior area. Dent. Mater., roč. 26, 2010, č. 10, s. 954–960.

Práce vznikla za podpory programu PRVOUK P37/13/550.

MDDr. Martina Oudová
Stomatologická klinika LF UK a FN
Sokolská 581
500 05 Hradec Králové
e-mail: oudovam@lfhk.cuni.cz

Inzerce A13015218 ▶

135_CS_0613.indd 148 11/7/13 11:30:36 AM