

Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci



Univerzita Palackého
v Olomouci

**FIXACE A KLINICKÉ PŘEŽITÍ NEPŘÍMO ZHOTOVENÝCH
KOMPOZITNÍCH PRACÍ**

Doktorská disertační práce

Autor: MDDr. Ján Staněk

Vedoucí práce: Basel Azar, DDS, MSc, Ph.D.

Olomouc 2023

Vědní obor – stomatologie

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem danou disertační práci vykonal samostatně a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu a jiné prameny.

Datum: 6.7. 2023

Podpis:

Poděkování

Chci poděkovat svému školiteli, Baselu Azarovi, za jeho nezištnost a obětavost. Naučil mě to, co umím. Pomohl mi najít lásku ke své práci, podpořil mě v tom, abych učil. A přivedl mě k výzkumu. Je mým vzorem a stal se mi druhým bratrem.

Chci poděkovat svému otci, který je pro mě vzorem odvahy a vzdělanosti. Objevil u Slezské Harty minerál, který v dobách totality chtěl pojmenovat dubčekit. Podepsal Chartu 77. A nikdy se nebál říct svůj názor. Vzhlížím k jeho sečtělosti.

Chci poděkovat mojí mamince, která je pro mě vzorem laskavosti a skromnosti. Chci jí poděkovat za to, jak se o nás starala, aniž by si stěžovala.

Chci poděkovat svému dědečkovi, kterému je 91 let, celý život tvrdě pracoval, a ještě dnes se stará o zahradu, luští křížovky, píše básně a povídky. Je pro mě vzorem mravnosti, pracovitosti a inteligence.

Děkuji MDDr. Taťáně Kocurové za podporu a lásku.

Chci poděkovat MVDR. Tomáši Fichtelovi, Ph.D., za jeho nadšení pro práci, které mě motivuje, za jeho obdivuhodnou rozhodnost a praktičnost.

Chci poděkovat Dr. Abanub Riad, Ph.D., který se stal knihovníkem a statistikem, za jeho pomoc s hledáním odpovědí.

Chci poděkovat Miladu Hammalovi DDS, S.B.Ortho, Ph.D. za jeho výzkum a za rady.

Děkuji MUDr. Petru Heinzovi, Ph.D. – vážím si ho a pomohl mi.

Děkuji MUDr. Simoně Kaprálové, Ph.D. – za její častou a nezištnou pomoc.

Děkuji MDDr. Pavlu Holíkovi Ph.D., MDDr. Matejovi Rosovi, MDDr. Romanu Moštěkovi a MDDr. Alexandru Jusku, Ph.D. a MUDr. Lubošovi Harvanovi, Ph.D. za jejich přátelství.

Děkuji všem svým přátelům.

Děkuji všem kolegům z Kliniky zubního lékařství a z Kliniky ústní čelistní a obličejové chirurgie.

Děkuji své rodině.

Chci poděkovat svým studentům. Jejich zájem a chytré otázky mě stále posouvají vpřed.

Tato práce vznikla za podpory grantového projektu IGA_LF_2023_013 s názvem úspěšnost a komplikace kompozitních onlayů.

Obsah

Anotace	1
Anotation.....	2
1. Úvod	3
2. Cíle práce	5
3. Kompozitní materiály jako materiál náhrady	6
3.1. Historický vývoj dentálních kompozit jako materiálu pro náhradu korunkových tkání	6
3.2. Přímé a nepřímé zpracování kompozitních materiálů	8
3.3. Složení kompozitních materiálů.....	10
3.4. Dělení kompozitních materiálů.....	12
4. Kompozitní onlaye a jejich vlastnosti.....	14
4.1. Výhody ošetření.....	14
4.2. Fixace nepřímo zhotovených náhrad	15
Provizorní fixace a provizorní protetická práce	15
Definitivní fixace.....	15
Fixace kompozitními materiály	15
4.2.1 Reologie kompozitních cementů	17
4.2.2 Dlouhodobé přežití kompozitních prací ve světové literatuře.....	18
4.2.3. Komplikace spojené s kompozitními onlayemi.....	19
5. Experimentální klinická část.....	20
5.1. Pracovní hypotézy.....	21
5.2. Materiály a metodika.....	22
6. Výsledky	25
6.1. Charakteristika vzorku.....	25
6.2. Rizikové faktory selhání.....	29
6.3. Selhání kompozitních onlayí.....	30
6.3.1. Selhání dle počtu let ve funkci.....	30
6.3.2. Selhání při cementaci na materiál typu flow	30
6.4. Duálně tuhnoucí cementy jako materiál fixace a jejich vliv na selhání.....	31
6.5. Samoadhezivní cementy jako materiál fixace a jejich vliv na selhání	32
6.6. Fraktura kompozitní onlaye jako komplikace.....	33
7. Studie in vitro.....	36
7.1. Samoadhezivní cementy a předleptání dentinu – úvod do problematiky.....	36
7.2. Nulová hypotéza:.....	36
7.3. Materiál a metodika.....	37
8. Výsledky studie in vitro	39

8.1. Závěr	41
9. Diskuse.....	42
9.1. Úvod do diskuze	42
9.2. Viskozita cementu.....	44
9.3. Polymerace.....	46
9.4. Totální leptání a samoadhezivní cementy.....	47
9.5. Omezení práce.....	48
10. Souhrn poznatků disertační práce	49
10.1. Závěr a doporučení pro praxi:.....	50
Bibliografie.....	51
Seznam obrázků.....	56
Seznam tabulek.....	57
Seznam Grafů.....	58
Seznam odborných publikací autora.....	59
Seznam publikovaných abstrakt	61

Anotace

Disertační práce se zabývá problematikou kompozitních onlayí, jejich životností, komplikacemi, které jsou s nimi spojené a problematikou jejich fixace. Teoretická část se zabývá indikacemi, kontraindikacemi a alternativami, mechanickými vlastnostmi kompozitu jako materiálu pro kompozitní onlaye a vlastnostmi kompozitních cementů. Praktická část je věnována retrospektivnímu výzkumu míry úspěchu, komplikací a rizikovým faktorům pro vznik komplikací. In vitro se práce zabývá předleptáním dentinu před fixací samoadhezivními cementy. Novost této práce tkví v jejím důrazu na výzkum jednotlivých skupin cementů a to, jak toto ovlivňuje přežití rekonstrukce zubu.

Anotation

The dissertation deals with the issue of composite onlays, their durability, the complications associated with them and the issue of their fixation. The theoretical part with indications, contrasts and alternatives deals mainly with the indication of the properties of the composite as a material for composite onlays and the properties of composite cements. The practical part is devoted to retrospective research of success rate, complications and risk factors. Another part (in vitro) is dedicated to dentin pretreatment before cementations with self-adhesive cements. The novelty of this work lies in its emphasis on the research of individual groups of cements and its influence on the survival of tooth reconstruction.

1. Úvod

Teoretická část této dizertační práce byla částečně publikována jako recenzovaná kapitola v monografii Reinforced Concrete – Recent Advances: Staněk J, Elia Azar B, Fichtel T. Cement-Based Materials in Dentistry [Internet]. Reinforced Concrete - Recent Advances [Working Title]. IntechOpen; 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.106466>

Rekonstrukce zubu prošla trendem omezení invazivity vůči zbývajícím strukturám zubu. Toto umožnily adhezivní materiály – schopné mikromechanické nebo chemické vazby k zubním tkáním. Konvenční přístup k rekonstrukci korunky obsahoval razantní preparaci z vnějšku zubu, nahrazení ztraceného jádra endodonticky ošetřeného zubu zajišťovala kovová nástavba vyžadující často razantní preparaci do hloubky kořenového systému. Nové materiály a postupy umožnily nejen šetření tvrdých zubních tkání, ale také umožnily estetickou rekonstrukci v barvě přirozené pro dentici. Náhrada ztracených částí zubní korunky může být zhotovena přímo v ordinaci nebo je možné ji taky vytvořit nepřímo (mimo ústa v zubní laboratoři nebo v softwaru navrhnout její design a korunku následně vytvořit v počítačem řízeném procesu) a následně ji fixovat na zbylé zubní tkáně, případně na přímo zhotovenou dostavbu jádra zubu. Nepřímé náhrady je možné zhotovit z dentální keramiky nebo kompozitu. K přímé rekonstrukci je možné využít převážně dentálních kompozitů, které nabízejí jak vysokou leštitelnost, tak dostatečnou mechanickou odolnost. [1, 2, 3]

Nepřímý proces zpracování kompozitních materiálů vede k vyššímu stupni konverze uvnitř korunkové náhrady, omezení chyb výrobního procesu jako jsou bubliny mezi vrstvami materiálu, nabízí větší časovou dotaci pro detailní funkční a estetickou modelaci anatomického tvaru. [4]

Nepřímý proces zhotovení náhrady korunkových tkání ale může prodloužit celou rekonstrukci zubu z pohledu pacienta a může vyžadovat vícečetné návštěvy. [5]

Cementace nepřímých náhrad představuje určitou klinickou výzvu a slabý článek ošetření. Cementů je na dentálním trhu celá řada a stále prochází vývojem. Liší se svou reologií, složením, způsobem tuhnutí i adhezivní přípravou zubních substancí.

Výhody kompozitních rekonstrukcí oproti keramickým rostou zejména u vitálních zubů a v distálním úseku. Nabízí dobrou opravitelnost a snadné provedení endodoncie v případě nutnosti i přes náhradu. Estetická trvanlivost keramických hmot, jejich lesk a transparence a vysoká tvrdost vedou k tomu, že stále představují zlatý standard v ošetření v esteticky náročných úsecích chrupu. Přesto všechno keramické náhrady jsou náchylné k frakturám a mohou vést k významnému opotřebení antagonisty, což je problém, který u kompozitních rekonstrukcí prakticky nepozorujeme. Nicméně estetická nadřazenost keramických hmot jako nepřímých materiálů vede k tomu, že většina retrospektivních klinických studií se zabývá především výzkumem komplikací a přežití nepřímo zhotovených keramických rekonstrukcí. Výzkum adheze a výzkum vlivu fixačních cementů utěsňujících spáru mezi nepřímo

zhotovenou rekonstrukcí a zbývajícím zubem je náročný pro velkou rozmanitost mezi fixačními cementy a pro mikroskopickou povahu vzniku adhezivní vazby. [2,6]

Tato práce retrospektivně hodnotí klinické výsledky a komplikace nepřímo zhotovených kompozitních rekonstrukcí zubní korunky nebo její částí. Byla porovnána také významnost selhání v závislosti na typu použitého cementu. In vitro byla zkoumána úprava dentinu kyselinou ortofosforečnou před aplikací samoadhezivního kompozitního cementu, za účelem zvýšení vazby na dentin.

2. Cíle práce

Cílem práce bylo provedení retrospektivní studie a zhodnocení klinické úspěšnosti kompozitních onlayí. Dále stanovit rizikové faktory pro selhání kompozitních onlayí a zjistit, zda úspěch či neúspěch má vztah k typu použitého kompozitních cementů. Byly porovnány kompozitní cementy různé reologie, s různým typem tuhnutí a lišící se adhezivní přípravou tvrdých zubních tkání

3. Kompozitní materiály jako materiál náhrady

3.1. Historický vývoj dentálních kompozit jako materiálu pro náhradu korunkových tkání

První ojedinělá použití akrylátů ve stomatologii můžeme vystopovat do poloviny dvacátého století. Představují relativně estetickou variantu ošetření. Jejich vazba s tvrdými tkáněmi však znamená velkou výzvu. V roce 1955 Buonocore použil ortofosforečnou kyselinu, aby předpřipravil povrch skloviny a tím zlepšil retenci materiálu na sklovině. Od této chvíle na rozdíl při používání amalgámu nevyžadují kompozitní materiály retentivní preparaci celého povrchu zubu a stávají se méně invazivní variantou ošetření. V roce 1962 Bowen vyvinul molekulu Bis-GMA, která zlepšila mechanické vlastnosti akrylátových materiálů. Tato molekula totiž umožnila více než jen jednoduché lineární spojování monomerů, ale umožnila jejich zesíťování. Až do roku 1970 byla dentální kompozita ručně míchaná a tuhla chemicky. To vedlo k problémům s opakovatelností výsledků, zvýšení lidské chyby, barevné nestálosti a snížené mechanické a chemické odolnosti. Zpočátku iniciace polymerace probíhala pomocí ultrafialového světla. Protože se toto ukázalo jako méně efektivní, avšak více zdravotně rizikové pro zdravotní personál, bylo nahrazeno viditelným světlem o vlnové délce 427-491nm. [7]

O vzniku skutečných dentálních kompozit můžeme hovořit od sedmdesátých let. Tehdejší makrofilní kompozita nedovolila dostatečné vyleštění povrchu a vedly tak také ke zvýšené retenci plaku. Snaha o zdokonalení kompozitních materiálů vedla ke zmenšování částic plniva v nich obsažených, a to dalo vzniknout mikrofilním kompozitním materiálům. To však vedlo ke snížené mechanické odolnosti. Použití rozdílných velikostí plniva dalo vznik hybridním kompozitním materiálům, což mělo vyřešit jak problémy s mechanickou odolností, tak s leštitelností. Lesk materiálů však nebyl dlouhodobý. Teprve nanočástice plniva jako je oxid zirkoničitý a oxid křemičitý použité v kompozitních materiálech umožnily díky svému rozptýlu v materiálu vznik dostatečně mechanicky odolného, na povrchu hladkého materiálu. Příliš malé částice plniva neumožňují vznik odlesků, to však bylo řešeno přidáním větších částic plniva. [8]

Zásadní výhradou ještě v devadesátých letech minulého století proti kompozitním materiálům byl vznik mikropáry vlivem polymerační kontrakce při přímém zpracování kompozit. Správné zacházení s kompozitními materiály ve smyslu vrstvení může předejít tomuto problému, který jinak může být zodpovědný za citlivost nebo selhání výplně pro sekundární kaz. [9]

Následkům objemového smrštění se doporučuje předcházet nanášením 2mm kousků kompozitního materiálu – což je v klinické praxi časově náročné a vede k možným chybám. [10]

Aby bylo usnadněno a urychleno zhotovování kompozitních výplní byly vyvinuty materiály s omezenou polymerační kontrakcí. Takzvaná bulkfillová kompozita se šířeji rozšířila kolem roku 2010. Tyto materiály lze nanést až v 5 mm vrstvách. Jsou využívány účinnější fotoiniciátory,

monomery jako spiroorto-karbonát, epoxy-polyol a siloxan-oxiran snižují kontrakci materiálu. Kontrakci materiálu také mohou ovlivnit různé kombinace monomerů jako je Bis-GMA/TEGDMA nebo Bis-GMA/UEDMA/TEGDMA. [9]

3.2. Přímé a nepřímé zpracování kompozitních materiálů.

Systematický přehled z roku 2018 nezaznamenal jinou klinickou úspěšnost u přímo a nepřímo zhotovených kompozitních inlayí, onlayí a overlayí. Za rozhodující faktor označil zbývající množství zubu. Klinické rozhodnutí může být založeno na více faktorech jako je zručnost operátora, klinická náročnost případu (v případě nutnosti zvýšení skusu se jako praktičtější jeví nepřímý postup), přítomnost parafunkcí, které mohou ohrozit životnost práce, nebo oslabení hrbolku, které vyžaduje jeho překrytí, což však činí přímou modelaci náročnější. Rozhodnutí je tedy založeno na individuálním zvážení poměru rizik a benefitů. [11]

Přímé kompozitní výplně se vyznačují citlivostí k technice s níž je zubní lékař zhotovuje, častějšímu okrajovému selhání a výraznějším opotřebením okluzních a aproximálních povrchů v čase.

Nepřímé kompozitní náhrady se vyznačují větší mechanickou pevností, za níž stojí vyšší stupeň konverze volného monomeru, protože laboratoře při modelaci mohou využít nejen vytvrzení světlem, ale i sekundární vytvrzení teplem. Lze také využít tlaku nebo ochranné dusíkové atmosféry. Při procesu výroby je chráněn zbylý zub před přímým působením polymerační kontrakce, čímž se snižuje riziko mikrospár i mikrofraktury. Významnou nevýhodou je nutnost dvou návštěv, možnosti vzniku nepřesností při nepřímém zpracování a nutnosti vytvářet provizoria a jejich upravování. Nepřímo zhotovené kompozitní rekonstrukce jsou obvykle také finančně náročnější. [11]

Kompozitní materiály pro nepřímé zpracování mají dvě generace. První generace vzniklá v 80. letech měla pevnost v ohybu pouze přibližně 70MPa a modul pružnosti kolem 3GPa. Organická složka tvořila přibližně polovinu. Tato generace byla klinicky neúspěšná. [9]

Navzdory tomu druhá generace kompozitních materiálů k nepřímému zpracování z první poloviny 90 let dosáhla pevnosti v ohybu až 160MPa a s modulem pružnosti kolem 9-12GPa. [12]

Nepřímo zpracovaná kompozita se zpravidla zpracovávají frézováním nebo přímou modelací. Nepřímo zhotovené kompozitní práce umožňují lepší vytvarování složitých povrchů zubu, zlepšenou odolnost proti lomu, omezení problémů s polymerační kontrakcí, nižší pravděpodobnost opotřebenění. [11]



Obrázek 1 Pohled na kompozitní overlay na zubu 37 po fixaci v absolutním suchém poli.



Obrázek 2 Pohled na vnitřní povrch kompozitní onlaye před fixací. Na vnitřním povrchu protetické práce je patrný drobný defekt v materiálu, který bude vyplněn fixačním kompozitním cementem.

3.3. Složení kompozitních materiálů

Základními složkami dentálních kompozit je plnivo, pojivo a silany, které zajišťují vazbu mezi obojím. Jako plnivo často slouží částice skla nebo keramiky jako oxid křemičitý, oxid hlinitý, borosilikátová a baryum-hlinitá skla, oxid zirkoničitý a baryum. Plniva se podílí na mechanické odolnosti, translucenci, fluorescenci, snížení polymerační kontrakce a snížení exotermické reakce při tuhnutí. [13]

Organická matrix se často skládá z oligomerů bisfenol a-glycidyl metaakrylát (Bis-GMA) nebo uretandimetakrylát (UDMA), který je méně viskózní, avšak houževnatější, nebo triethylenglycoldimetakrylát (TEDGMA), který také mění viskozitu. Jak již bylo zmíněno výše některé speciální typy kompozit obsahují odlišné monomery. Pro dosažení tekutosti může být přidán například dimethylglioxim. [13]

Silany zajišťují pojení organické a anorganické složky kompozitu. Jejich molekuly mají na jednom konci methakrylátové a na druhém silanové skupiny. Dvojně vazby z methakrylátové konce reagují s pojivem za vzniku jednoduché kovalentní vazby, methoxy skupiny ze silanového konce reagují s hydroxylovými skupinami na částicích plniva. Kontaminace vodou při vytváření kompozitní výplně degraduje tyto vazby. [13]

Dále pak kompozita obsahují iniciátory polymerace (nejčastěji fotoiniciátory) jako kafrcinon a fenypropandion a akcelerátory reakce tuhnutí. V případě duálně tuhoucích kompozit za reakcí stojí organický amin a organický peroxid. Volné kyslíkové radikály rozrušují dvojně vazby oligomerů, což vede k polymeraci. [14]

Přeměnu dvojných vazeb na vazby jednoduché a následnou polymeraci můžeme vyjádřit jako stupeň konverze. Duálně tuhnoucí kompozita mohou dosáhnout až 80%, světlem tuhnoucí kompozita mohou být limitována tmavými pigmenty, velkou vrstvou materiálu, složením plniva, typem pojiva a také délkou působení, výkonem a vzdáleností polymerační lampy. Čím vyšší je stupeň konverze, tím kvalitnější fyzikální vlastnosti má výsledný materiál.

Pigmenty jsou přidávány k dosažení optimální barvy kompozita. [14]



Obrázek 3 Na intraorálním rentgenovém snímku je vidět v korunkové části zubu 37 zastínění odpovídající kompozitní overlayi, která byla indikována jako postendodontické ošetření. Na snímku lze vidět vyhovující přesnost práce a absenci přebytků fixačního materiálu.

3.4. Dělení kompozitních materiálů

Kompozitní materiály můžeme dělit z více hledisek. Podle zpracování, podle tuhnutí, podle velikosti částic plniva a podle klinických a funkčních požadavků.

Podle zpracování dělíme dentální kompozita na kompozita k přímému (ordinačnímu) a nepřímému (laboratornímu) zpracování. Kompozitní materiály k nepřímému zpracování byla představena v 80. letech dvacátého století. Přímé kompozity jsou citlivé na techniku zpracování. Nepřímé kompozitní výplně významně snižují polymerační kontrakci. Vývoj nepřímo zpracovaných kompozit umožnil zlepšení jejich rezistence a odolnosti proti otěru. [15]

Podle tuhnutí rozlišujeme světlem tuhnoucí kompozita, chemicky tuhnoucí kompozita, duálně tuhnoucí (využívající obou dvou předchozích principů k iniciaci radikálové polymerace) a teplem tuhnoucí kompozita. Chemické tuhnutí iniciuje benzoylperoxid a terciární aminy. Chemického tuhnutí (zvláště v kombinaci se světelným tuhnutím) se využívá u fixačních cement a materiálů k dostavbě jádra zubu. Duálně tuhnoucí kompozita však mohou kombinovat kterékoli dva principy tuhnutí. Tuhnutí kompozit světlem vyvolává světlo o vlnové délce 410 až 500nm. V současnosti je využíváno viditelného světla spíše než ultrafialového světla s ohledem na bezpečnost. Iniciační molekulou je kafrchinon, který po ozáření světlem příslušné vlnové délky přechází do excitovaného stavu, reaguje s aminem a dochází ke vzniku radikálů. Tepelná polymerace se využívá mimo ústa pacienta a pomáhá omezit množství dvojných vazeb v pojivu kompozitu, což vede k lepším mechanickým vlastnostem ztuhlého kompozitu. [15]

Podle velikosti částic plniva dělíme kompozita podle klasifikace Lutze z roku 1983 na makrofilní, mikrofilní, hybridní, moderní hybridní kompozita a nanofilní. Hybridní kompozity jsou indikovány do postranního úseku chrupu. Obsahují několika mikrometrové částice skla a koloidní oxid křemičitý. Moderní hybridní kompozita obsahují částice velikosti 0,5-1um a 10-50nm. Indikovány jsou převážně do frontálního úseku chrupu, kde nabízí širokou škálu barevných a různě opakních možností. Nano kompozity obsahují částice 10-100nm, nižší množství částic pojiva omezuje polymerační kontrakci, přesto však zachovává mechanické a estetické vlastnosti. [16]

Podle klinických a funkčních požadavků rozlišujeme kompozita určená k modelaci (packable), tekutá (flow), samoadhezivní, bulkfillová kompozita (umožňují umístění až 4 mm kousků pro zvýšenou translucenci a omezenou polymerační kontrakci), kompozita určená k infiltraci a kompomery. Kompozita k modelaci jsou konzistenčně tužší kompozita vhodné pro výplně v laterálním úseku. Jejich konzistence umožňuje dobrou modelovatelnost. Obsahují 50-70% objemových plniva. Tekuté kompozity typu flow byly na trh uvedeny v roce 1996, oproti konvenčním kompozitům mají snížený obsah plniva na 37-53% objemu. Oproti konvenčním kompozitům mají sníženou mechanickou pevnost a jsou vhodné k vytváření výplní s nižším zatížením. Samoadhezivní kompozita obsahují monomery schopné leptat sklovinu a dentin a vytvářet k nim vazbu, mezi tyto monomery patří 4-methakryloxyethyltrimelitová kyselina,

nebo například 10-MDP. Tato samoadhezivní kompozita jsou vhodné jako cementy, jejich vazba k tvrdým zubním tkáním je omezená a může vyžadovat předleptání skloviny. Bulkfillová kompozita se snaží zjednodušit a urychlit práci s kompozitním materiálem, tak aby mohl být nanášen ve větších vrstvách, přesto však byl dostatečně zpolymerován a málo ohrožován polymerační kontrakcí. Dobrá polymerace je zapříčiněna zvýšenou traslucencí materiálu. Ne všechny bulkfill kompozita se chovají stejně a zvláště nízko viskózní formy mohou vyžadovat překrytí konvenčním kompozitním materiálem. Dostatečný stupeň konverze a snížené polymerační napětí je ovlivněno změnami v pryskyřičné matrix. Plniva mohou být odlišná, sférická nebo v podobě skelných vláken, mají dopad na fyzikální vlastnosti výplně. Kompozita určená k infiltraci jsou nízko viskózní nízko plněná kompozita, která jsou určena k terapii iniciálních kazivých lézí a jiných lézí na zubech, které se klinicky mohou projevovat jako bělavé skvrny. Po naleptání povrchu skloviny na principu kapilárního vztlínání pryskyřice infiltruje lézi. Kompomery jsou modifikovány kyselinami a měly představovat kombinaci výhod kompozitních i skloionomerních materiálů, klinicky však nejsou dostatečně mechanicky odolné a jsou výrazně citlivé na vlhko, tuhnou duálně. Použití kompomerů je omezené do určitých indikací. Je možné je využít v pedodontologii, případně pro výplně, které nejsou vystavené velké okluzní zátěži. [17] [18]

4. Kompozitní onlaye a jejich vlastnosti

4.1. Výhody ošetření

Částečné nepřímo zhotovené náhrady korunkových tkání jsou klasifikovány podle počtu hrboleků, které nahrazují – inlay (nenahrazují žádný hrbolek), onlaye (nahrazují alespoň jeden hrbolek), overlaye (nahrazují celou okluzní plochu) [2]

Volba přímého nebo nepřímého postupu při rekonstrukci zubu je plně v rukou ošetřujícího lékaře a je závislá na jeho schopnostech a časových možnostech. Využití nepřímého postupu nabízí výhody v případě, že je potřeba ošetřit velké množství rozsáhlých ztrát tvrdých zubních tkání v kvadrantu anebo v zubním oblouku. Zvláště výhodné je v případě, kdy lékař potřebuje manipulovat s výškou skusu. Náročnost přímé dostavby také roste s počtem ztracených hrboleků. Zhotovení detailních náhrad ztracených tkání s dobrou okluzální anatomií, uspokojivou přesností a vyhovujícími body kontaktu se tak stává méně náchylné k lidské chybě a časovému tlaku. [2,19]

Naproti tomu přímý pracovní postup minimalizuje ztráty tvrdých zubních tkání a nevyžaduje postup zahrnující více návštěv.

V systematickém přehledu z roku 2020 byly srovnány nepřímé náhrady z různých materiálů. Kompozitní onlaye představují materiál se sníženou životností oproti keramickým onlayím. Přesto však je představují materiál významně opravitelnější – například v případě endodontických komplikací. Životnost onlayí v distálním úseku chrupu přesahuje 90%.

Onlaye, inlaye a overlaye představují významně méně invazivní ošetření ve srovnání s celoplášťovými korunkami. Šetří tvrdé zubní tkáně. Estetické nároky kladené na práci ve společensky vnímaném úseku chrupu jako například u horních premolárů může být nutné také využít překrytí vestibulární stěny zubu. [19]

4.2. Fixace nepřímo zhotovených náhrad

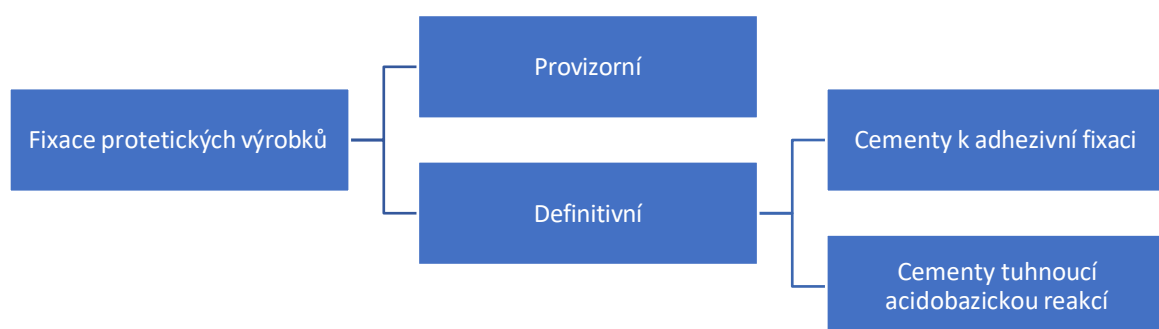
Fixace nepřímo zhotovených náhrad je extrémně důležitým krokem při předání definitivní náhrady ztracených tkání. Nesprávná volba materiálu fixace, nedostatečné odstranění přebytků, nesprávná příprava náhrady a povrchu zuby, to vše může vyústit v selhání protetické práce. [20]

Provizorní fixace a provizorní protetická práce

Fixace nepřímo zhotovených náhrad je v principu možná jako provizorní nebo definitivní. Provizorní fixace obvykle využívá k tomu určených speciálních cementů, od nichž očekáváme snadnou odstranitelnost a snadné sejmutí náhrady. Provizorní práce chrání pilíř před mechanickým poškozením a před fyzikálním, chemickým nebo biologickým drážděním zubní dřeviny, chrání také tkáň parodontu a udržuje prostorové podmínky tak, aby se nezměnily než bude předána definitivní práce. Chemicky by neměla interferovat s definitivním fixačním materiálem. V případě non-retentivních konzervativních náhrad jako onlaye a overlaye nelze prakticky provizorních cementů využít pro jejich slabou retentivní sílu, proto je v tomto případě vhodné využít protokol IDS (immediate dentin sealing) nebo resin coating. [20]

Definitivní fixace

Definitivní fixační materiál zajišťuje dlouhodobé spojení zubu a náhrady. Tradičně jsou používány cementy tuhnoucí acidobazickou reakcí jako jsou zinkooxid-fosfátový cement a skloionomerní cementy, které mohou být také modifikovány pryskyřicí. Takováto cementce je technicky a časově relativně nenáročná a vyžaduje pouze relativní suché pracovní pole. Adhezivní fixace je naproti tomu technicky i časově náročnější, avšak umožňuje takovou preparaci tvrdých zubních tkání, která nevyžaduje obětování částí zubů za účelem dosažení mechanické retence. K adhezivní fixaci jsou využívány kompozitní cementy. [20, 21]



Graf. 1

Fixace kompozitními materiály

Materiály na bázi kompozitních pryskyřic mohou sloužit jako fixační cementy nepřímo zhotovených prací. V principu mohou cementovat rozdílné materiály, které pak vyžadují rozdílnou přípravu pro fixaci. Adhezivní fixace kompozitními cementy je při stejném sklonu

preparace dvojnásobně efektivnějším oproti běžným dlouhodobě užívaným cementům na bázi zinkoxidfosfátu nebo proti cementům skloionomerním. [22]

Základní požadavky na materiál jsou klinicky vhodná doba tuhnutí umožňující snadnou manipulaci a odstranění přebytků, avšak zajišťující pevnou fixaci protetické práce; nerozpustnost a stálost v dutině ústní. Dále radioopacita, která umožňuje kontrolu spáry a kontrolu přebytků, které vedou k retenci plaku a dráždění parodontu.

Rozkladem a stárnutím je tmelící vrstva ohrožena více než zbytek nepřímo zhotovené práce. Proto je přesný dohled a minimalizace nepřesností klíčovým faktorem při výrobě protetické práce. Podle směrnic American dental association (ADA) by hrubost zrn neměla překračovat 20 μ m. [23] Kompozitní materiály jako materiály na bázi hydrofobní pryskyřice vyžadují fixaci v absolutním suchém poli. Pro velikost fixačních prací může být s výhodou také chemická aktivace tuhnutí kompozitního materiálu.

4.2.1 Reologie kompozitních cementů

Viskozita cementu ovlivní zásadně práci s ním. Tekutější cementy snáze vytvoří tenkou vrstvu cementu. Reologii lze modifikovat změnou monomeru nebo změnou obsahu plniva. Snížený obsah plniva však vede ke zvýšené kontrakci a k riziku vzniku spáry, eventuálně sekundárního kazu. Vysoce viskózní cementy v klinické studii z roku 2001 prokázaly výrazně nižší riziko vzniku mickroleakage (mikrospáry). [24]

Viskozitu může ovlivnit také teplota materiálu, ta však také může ovlivnit reakci tuhnutí. Materiály s vysokým obsahem plniva, zvláště pak výplňové materiály s příměsí plniv větších než 20um, mohou protetickou práci nadzvedávat svým objemem a způsobit nepřesné dosazení.

Ve prospěch nízko viskózních cementů hovoří také in vitro studie Di Francescantonia, který popisuje, že nízko viskózní cementy vedou k nižší formaci spáry, kde díky menší vrstvě cementu může být redukována kontrakce materiálu. [25]

Aplikace ultrazvukových vln při tuhnutí vede ke zvýšené homogenitě fixačního materiálu a snížení pórovitosti. Může tak být určitou alternativou k předehřívání kompozit a vhodným postupem při adhezivní fixaci. [26]

Opacita nebo objem náhrady nemusí umožnit dostatečnou světelnou polymeraci přes náhradu, duální tuhnutí je pak výhodou.

Světlem tuhnoucí cementy jsou barevně stálejší. [27]

Samoleptací systémy mohou inhibovat tuhnutí duálních kompozitních cementů, což se může klinicky projevit spárou a následně selháním. Za tímto problémem stojí kyselé pH samoleptacích adheziv. [28]

Adhezivní příprava kompozitních materiálů představuje výzvu, protože laboratorně zpracovaná kompozitní pryskyřice neobsahuje volné monomery. Spojení mezi jednotlivými vrstvami přímo zhotovené výplně využívá několik jednotek až desítek mikrometrů silnou inhibiční vrstvu, v níž zůstávají volné monomery a oligomery. Po překrytí další vrstvou je vyblokován přístup kyslíku, monomery tuhnou radikálovou reakcí a je zajištěno spojení jednotlivých vrstev kompozitu. Kyslíková inhibiční vrstva existuje proto, že radikály reagují ochotněji se vzdušným kyslíkem než s oligomery kompozitního materiálu. Na povrchu přímo aplikovaného kompozitního materiálu tak vždy zůstává inhibiční vrstva. V případě úpravy kavity před laboratorním zhotovováním nepřímé náhrady je vhodné tuto vrstvu dokonale odstranit, protože může přinést nepřesnost do nepřímého procesu výroby. Při akceptovatelné spáře 50-80um můžou další desítky mikrometrů inhibiční vrstvy hrát jistou negativní roli. Její pozitivní efekt na spojení kompozitních vrstev však nemůže být očekáván od laboratorně zhotovených kompozit. Proto je nutné povrch nepřímých zhotovených kompozit a v čase dříve zhotovených kompozit připravit pro adhezivní spojení. D'Arcangelo prokázal, že hlavním faktorem pro adhezi kompozitních materiálů je hlavním faktorem vytvoření mikropodsekřivín pískováním. To ještě může být zlepšeno aplikací silanu. [29, 30, 31]

4.2.2 Dlouhodobé přežití kompozitních prací ve světové literatuře

Nejrelevantnější informace s ohledem na přežití a komplikace kompozitních onlayů lze očekávat v systematických přehledech, které hodnotí jednotlivé studie a randomizované kontrolované studie. Systematické přehledy hodnotí metodiku jednotlivých studií a vyřazují ze závěrů studie, které by mohly zavádět.

Systematický přehled s metaanalýzou z roku 2022 (Naik) zhodnocením literatury dospěl k míře přežití 86% po pěti letech a 75% po deseti letech pro kompozitní onlaye. V této metaanalýze byly kompozitní onlaye překonány živcovými a lithiumdisilikátovými pracemi. Selhání bylo způsobeno v 6,2% frakturou, 3% endodontickými komplikacemi, 1,7% sekundárním kazem, 0,9% uvolněním náhrady – ztrátou adheze. [32]

Systematický přehled z téhož roku (Fathy) dospěl k závěru, že se míra úspěšnosti pro kompozitní onlaye pohybovala od 85,7% do 100% a pro keramické onlaye od 93,3% do 100%. Nejčastěji jako příčinu selhání našel fraktury a debonding. [33]

Metaanalýza z roku 2021 (Fan) našla míru přežití kompozitních onlayů po pěti letech v 91% a míru úspěchu v 84%. Sekundární kaz a endodontické komplikace převládly jako příčiny selhání. Vezmeme-li komplikace jako celek v této metaanalýze 47% představoval sekundární kaz a 27% endodontické komplikace. Jako rizikové faktory pro selhání byly identifikovány nevitální zuby a zuby s větší ztrátou tvrdých zubních tkání (zahrnujících více plošek), bruxismus jako rizikový faktor nebyl identifikován. Metaanalýza poukazuje na 3x větší riziko fraktury v oblasti moláru než premoláru. Tři studie zaznamenaly fraktury pouze v oblasti moláru. [34]

Fathy výslovně zmiňuje, že chybí dostatek klinických studií a informací o kompozitních nepřímých pracích. [33]

Většina komplikací se vyskytuje v malé míře, a proto je jejich studium náročné. Většina studií se zabývá kompozitními pracemi fixovanými na jeden typ kompozitního cementu.

4.2.3. Komplikace spojené s kompozitními onlayemi

Komplikace můžeme rozdělit na technické a biologické. Biologické zahrnují pooperační citlivost, nekrózu zubní dřeně, dráždění tkání parodontu, sekundární kaz. Technické komplikace představují frakturu materiálu, selhání adheze a uvolnění výplně. [34]

Přestože komplikace tvoří zlomek případů, lze je rozdělit dle toho, jak jsou které četné, tak aby ošetřující lékař znal rizika a mohl jim předejít a věděl, na co se zaměřit při kontrole práce.

Četnost a frekvence komplikací se různí v jednotlivých studiích i systematických přehledech. Za zmínku stojí Zimmerova studie, která retrospektivně kontrolovala onlaye a overlaye a zjistila četnost komplikací v tomto pořadí: debonding, sekundární kaz, zlomenina výplně a zlomenina zubu. Zajímavé bylo ale zjištění, že míra selhání je vyšší v oblasti moláru než v oblasti premoláru. Nebyla odhalena žádná souvislost selhání s bruxismem, s endodontickým statutem zubu (ve smyslu ošetřený nebo neošetřený endodont). [35]

Unikátní dlouhodobá studie trvající 10,9 let o nepřímých částečných náhradách nenalezla žádný vrchol selhání v čase, avšak zjistila, že menšímu procentu komplikací jsou vystaveni lidé, kteří jsou ošetřeni do 33 let. Možné vysvětlení leží v tom, že mladší lidé mají menší ztrátu tvrdých zubních tkání v době ošetření, což je dle Fanova systematického přehled preventivní faktor ke vzniku komplikací. [36].

Fathy uvádí nález 3% nepřímo zhotovených prací s diskolorací ve spáře u nepřímo zhotovené práce. Nenalezl také významný rozdíl mezi kompozitními a keramickými náhradami. Fathy, který hodnotil 7 studií, ve 3 nenalezl žádnou incidenci fraktury. Dále byly hlášeny případy drobných fraktur vyžadujících pouze přešetření nebo žádnou intervenci. V jednom případě byla hlášena fraktura antagonistního zubu. Při hodnocení Fasbinderovy studie nalezl u dvou kompozitních onlayí cracked tooth syndrom: tyto zuby byly úspěšně znovu léčeny keramickou nepřímo prací. Zimmerman informuje o třech případech debondingu a dvou případech fraktury hrboleku. [33]

Fanova metaanalýza neporovnává kompozitní samoleptací cementy s cementy pro totální leptání. Nesrovnává ani duálně a světlem tuhnoucí cementy. Pouze uvádí jednu studii, kde bylo dosaženo signifikantně lepších výsledků se samotuhnoucími cementy. [34]

Podobně jako ve Fanově systematickém přehledu ani v této studii nebyl zohledněn typ preparace a šířka onlaye. V naší studii pro retrospektivní charakter se nešlo dopátrat takto významně proměnné hodnoty. [34]

5. Experimentální klinická část

Klinické výsledky byly publikovány v časopisu *The Materials* (Basel, Switzerland) IF=3,748, který je v prvním kvartilu v oblasti metalurgie a metalurgického inženýrství. Staněk J., Riad A, Le A, Bernát M, Hammal M, Azar B. Survival of Prosthodontic Restorations Luted with Resin-Based versus Composite-Based Cements: Retrospective Cohort Study. *Materials* (Basel). 2022 Jan 2;15(1):312. doi: 10.3390/ma15010312. PMID: 35009458; PMCID: PMC8746030

In vitro výsledky byly publikovány v časopisu *PeerJ* IF=3,061, jde o žurnál prvního kvartilu. Hammal M, Chlup Z, Ingr T, Staněk J, Mounajjed R. Effectiveness of dentin pre-treatment on bond strength of two self-adhesive resin cements compared to an etch-and-rinse system: an in vitro study. *PeerJ*. 2021 Oct 26;9:e11736. doi: 10.7717/peerj.11736. PMID: 34754615; PMCID: PMC8555495. Na in vitro studii autor této disertační práce spolupracoval, avšak výzkum vedl Milad Hammal D.D.S, S. B. Ortho, Ph.D. Autor této práce se spolupodílel na zpracování vzorků, vyhodnocení výsledků a výsledné publikaci.

5.1. Pracovní hypotézy

Byly stanoveny výzkumné otázky a pracovní hypotézy. Primární otázkou bylo zjistit survival rate (míru přežití) kompozitních onlayí a overlayí v pětiletém horizontu.

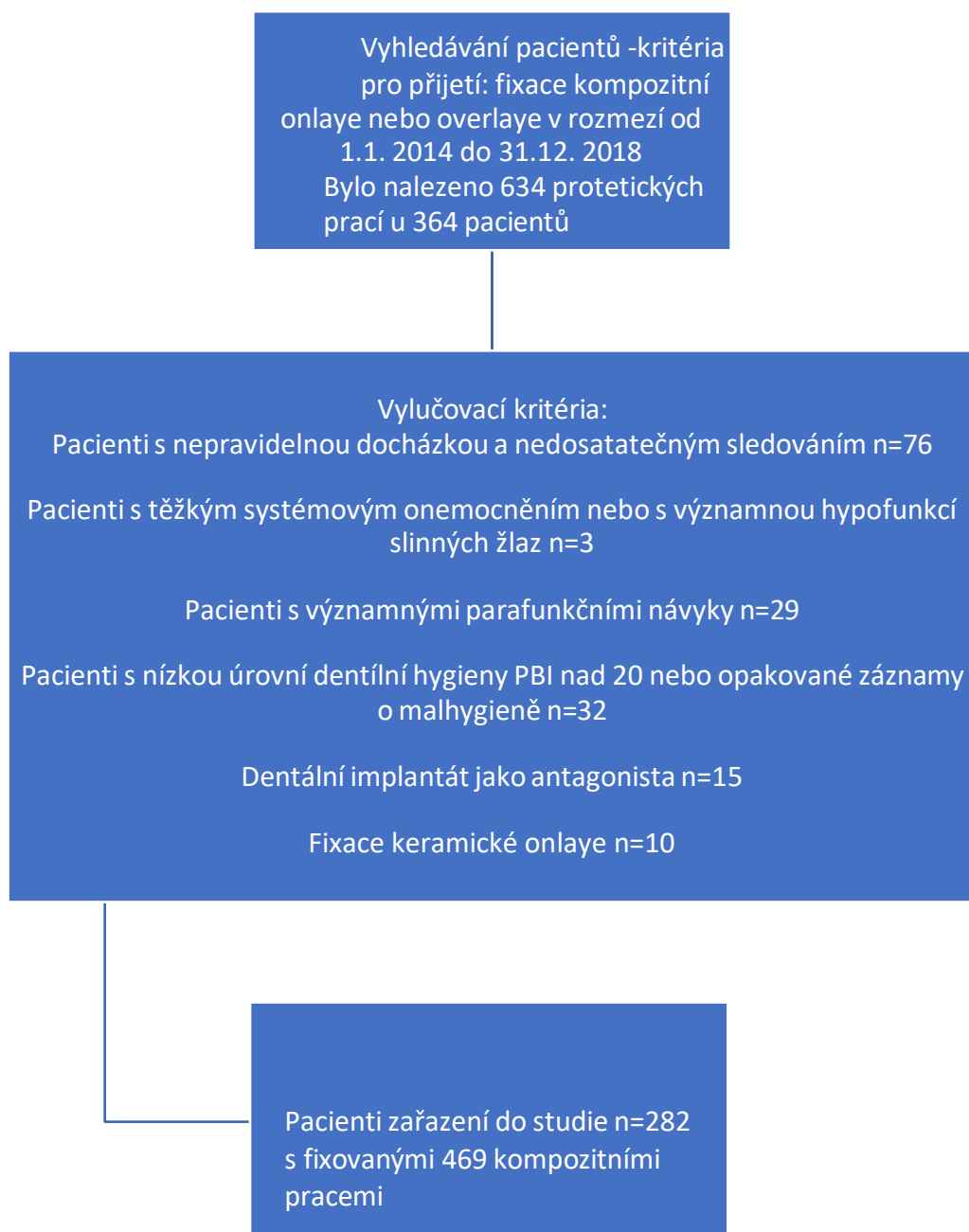
Nulové hypotézy byly:

1. U rekonstrukcí fixovaných na jeden typ kompozitního cementu se signifikantně častěji nevyskytuje fraktura.
2. U rekonstrukcí fixovaných na jeden typ kompozitního cementu se signifikantně častěji nevyskytuje sekundární kaz.
3. U rekonstrukcí fixovaných na jeden typ kompozitního cementu se signifikantně častěji nevyskytuje debonding.

5.2. Materiály a metodika

Studie byla navržena jako retrospektivní kohortová studie. Do skupiny byli přijati pacienti ošetření nepřímo zhotovenými kompozitními onlayemi cementovanými různými typy kompozitních cementů s každoročními prohlídkami na Klinice zubního lékařství LF a FN UPOl na protetickém nebo konzervačním oddělení. Studie využívá protokol STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) pro kohortové studie. Studie byla schválena Etickou komisí LF UP Olomouc č.j. 223/21. Pacienti byli ošetřeni mezi lety 2014 až 2018. Podle záznamu v kartách byl zkontrolován protokol adhezivní fixace. Po preparaci byly dentinové tubuly uzavřeny s pomocí adhezivního systému 4. generace (optibond FL) a podsekřivá místa vykryta s pomocí výplňového materiálu – nejčastěji flow konzistence. Všechny fixace probíhaly se zajištěním absolutního suchého pole s pomocí kofferdamu, pískování resin coating a IDS probíhalo 25um oxidem hlinitým. Dosed byl verifikován intraorálním rentgenovým snímkem. Do studie bylo zařazeno 282 pacientů s 469 kompozitními nepřímo zhotovenými protetickými pracemi.

Na pacienty byla aplikována vylučovací kritéria uvedená v následujícím grafu.



Graf. 2

634 pacientů bylo zkontrolováno celkem. Vyřazení pacienti byli z důvodů žádné nebo nepravidelné docházky na kontroly, celkem takových pacientů bylo 76. Pro celková onemocnění, která se mohou manifestovat například dysfunkcí slinných žláz, byli vyřazeni 3 pacienti. Pro parafunkce bylo vyřazeno 29 případů. Pro malhygienu zmiňovanou v kartě pacienta bylo vyřazeno 32 pacientů – kritérii k vyřazení byl záznam o výrazné malhygieně v kartě pacienta nebo PBI nad 20. Dentální implantát jako antagonist byl rovněž kritériem k vyřazení, bylo vyřazeno 15 pacientů. Pacienti s keramickými onlayemi nebyli do vzorku zavzati.

K výpočtu požadované velikosti počtu nepřímo zhotovených prací pro tuto studii byla použita Epi Info TM verze 7.2.4 (CDC. Atlanta, GA, USA, 2020). Požadovaný vzorek byl 256 pacientů.

Každá náhrada byla vyšetřena na přítomnost sekundárního kazu, případně marginální diskoloraci. Byly sledovány praskliny, nebo zlomeniny. Karta pacienta byla zkontrolována a byla sledována nutnost oprav nepřímo zhotovené práce nebo její odlepení. Byla zaznamenána doba fungování nepřímo zhotovené práce, pozice zubu, který práci nesla informace o komplikacích.

Cílem klinické části této práce je vyhodnotit míru přežití a úspěšnosti kompozitních onlayí a overlayí. A vyhodnotit faktory vedoucí k selhání.

Byly vyhledávány informace z kontrolních a akutních vyšetření, kde byly hledány informace o frakturách kompozitních prací, jejich odlepení, stavu okrajového uzávěru a radiologické kontroly.

Data byla sbírána v průběhu zimního semestru 2019. Byl kontrolován a zaznamenán rok předání protetické práce.

Statistické zpracování proběhlo s pomocí Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 28 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA, 2021).

Byly provedeny deskriptivní statistiky k určení demografických a klinických charakteristik pacientů a výsledku terapie pomocí frekvencí (n), procent (%), průměru a směrodatných odchylek ($\mu \pm SD$). Byla provedena regresní analýza významných rizikových faktorů selhání a analýza doby od selhání (Kaplan-Meierovým testem), aby mohla být porovnána míra přežití protetických prací v závislosti na cementačním materiálu, věku, typu cementu a metodou polymerace kompozitního cementu. Všechny testy byly provedeny s předpokladem hladiny spolehlivosti 95 % a hladinou významnosti $< 0,05$.

6. Výsledky

6.1. Charakteristika vzorku

Z 469 kompozitních prací měly 271 (57,8 %) ženy, 354 (75,5 %) bylo fixováno pacientům mladším než 55 let a 237 (50,5 %) v bylo předáno na zuby v horní čelisti. Nejčastěji umístovanou kompozitní náhradou byly onlaye (79,3 %), následovaly overlaye (19,6 %) a inleje (1,1 %). Většina výplní byla natmelena pomocí nahřátého kompozita Enamel Plus (Micerium SpA, Janov, Itálie) (51 %), dále Harvard Premium Flow (Harvard Dental International GmbH, Hoppegarten, Německo) (19,8 %), Relyx Ultimate (3M Company, Maplewood, MN, USA) (13,9 %) a Filtek Ultimate Flow (3M Company, Maplewood, MN, USA) (10 %) [37]

Tabulka 1 Popisná statistika

		počet	procento
Materiál	kompozitní	469	97,9%
Materiál cementace	Enamel plus	239	49,9%
	Filtek bulk fill flowable	6	1,3%
	Filtek ultimate	7	1,5%
	Filtek ultimate flow	47	9,8%
	Harvard premium flow	96	20,0%
	Relyx ultimate	69	14,4%
	Relyx unicem	15	3,1%
Typ práce	inlay	5	1,0%
	onlay	382	79,7%
	overlay	92	19,2%
Selhání	ano	71	14,8%
	ne	408	85,2%
Typ selhání	fraktura	36	7,5%

	sekundární kaz	16	3,3%
	uvolnění výplně	19	4,0%
	bez selhání	408	85,2%
Roků ve funkci	0	14	19,7%
	1	24	33,8%
	2	22	31,0%
	3	6	8,5%
	4	5	7,0%

Přežití kompozitních prací

Do roku 2019 zůstalo funkčních 398 (84,9 %) výplní, zatímco 36 (7,7 %) utrpělo frakturu, 19 (4,1 %) se zcela odlepilo a 16 (3,4 %) vykazovalo sekundární kaz pod výplní.

Tabulka 2 **Typ selhání kompozitní práce**

		počet	procento
Typ selhání	fraktura	36	50,7%
	sekundární kaz	16	22,5%
	uvolnění výplně	19	26,8%

Tabulka 3 **Selhání práce v čase. SD= směrodatná odchylka**

	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum
Věk v době zhotovení práce	46,5	13,3	48,0	17,0	86,0
Roků ve funkci (jen u selhání)	1,5	1,1	1,0	0,0	4,0

Přežití nepřímé kompozitní práce není závislé na pohlaví. Ženy měly (84,5 %) podobnou míru přežití jako muži (85,4 %). Se statistickou významností ($\chi^2 = 0,065$; Sig. = 0,799) lze vyvrátit hypotézu, že by u mužů silnější žvýkací svalstvo ohrožovalo životnost kompozitních prací. Pacienti ve věku 55 let a méně měli statisticky významně ($\chi^2 = 4,378$; Sig. = 0,036) nižší míru selhání (13,3 %) ve srovnání se staršími pacienty (21,4 %). Práce v horním zubním oblouku však měl vyšší míru přežití (87,3 %) než v dolním zubním oblouku (82,3 %). Tento rozdíl nebyl statisticky významný ($\chi^2 = 2,356$; Sig. = 0,125).

Hrubá životnost je počet let, kdy práce zůstala funkční, buď do konce sledování v roce 2019, nebo do selhání. Průměrná délka životnosti všech zahrnutých prací byla $2,62 \pm 1,08$ roku. Onlaye měly významně ($U = 13633,5$; Sig. = 0,007) vyšší životnost ($2,66 \pm 1,09$) ve srovnání s overlayemi ($2,43 \pm 1,07$). Podobně cementy s vysokou viskozitou měly významně ($U = 29849$; Sig. = 0,011) vyšší životnost ($2,74 \pm 0,97$) než cementy s nízkou viskozitou ($2,48 \pm 1,18$). Kompozitní cementy ($2,66 \pm 1,46$) a výplňový kompozit použitý k cementaci kompozitní práce ($2,61 \pm 1,00$) neměly statisticky významný ($U = 14999,5$; Sig. = 0,475) rozdíl z hlediska hrubé životnosti.

Tabulka 4 **Průměrná doba životnosti práce pro jednotlivé zuby, patrné je zvýšené selhání v molárové oblasti.**

Zub	počet	procento
14	18	3,8%
15	33	6,9%
16	33	6,9%
17	19	4,0%
24	22	4,6%
25	34	7,1%
26	59	12,3%
27	22	4,6%
34	5	1,0%
35	16	3,3%
36	68	14,2%
37	36	7,5%
44	5	1,0%
45	10	2,1%
46	74	15,4%
47	25	5,2%

6.2. Rizikové faktory selhání.

Pravděpodobnost neopravitelného selhání výplně byla testována regresní analýzou pro pohlavní skupinu, zubní oblouk a typ nepřímé práce. Pacienti starší 55 let měli 1,69 (adjusted odds ratio (AOR)) (CI 95 %: 0,97–2,94) měli zvýšenou šanci pro selhání práce v porovnání s ostatními věkovými skupinami. Kompozitní fixační cementy měly 2,90 AOR (CI 95 %: 1,59–5,29) a cementy s nízkou viskozitou měly AOR 2,57 (CI 95 %: 1,50–4,41).

Kompozitní práce cementované v mladší věkové skupině měly významně ($\chi^2 = 4,514$; Sig. = 0,034) vyšší přežití ($4,48 \pm 0,07$) než ve starší věkové skupině ($4,14 \pm 0,16$)

Mladší věková skupina měla významně ($\chi^2 = 4,514$; Sig. = 0,034) vyšší přežití ($4,48 \pm 0,07$) než starší věková skupina ($4,14 \pm 0,16$)

Cementy s vysokou viskozitou měly významně ($\chi^2 = 12,522$; Sig. < 0,001) vyšší přežití ($4,64 \pm 0,07$) než cementy s nízkou viskozitou ($4,14 \pm 0,11$)

6.3. Selhání kompozitních prací

Ze všech kompozitních onlayí, které selhaly jin n=36 (7,5%) selhalo pro frakturu. N=16 (3,3%) kompozitních prací selhalo pro sekundární kaz. A n=19 (4%) se zcela uvolnily. Zcela bez selhání a komplikací bylo 408 kompozitních prací, tj 85,2% předaných protetických výrobků.

V případě, že se zaměříme pouze na zuby a práce s komplikacemi, můžeme konstatovat, že nejčastější ze všech komplikací byla fraktura 50,7%, následovaná uvolněním výplně v 26,8% a sekundárním kazem ve 22,5%.

Kompozitní inlaye dále v práci nejsou zmiňovány, protože u zanedbatelného vzorku pěti inlayí nebyly pozorovány žádné komplikace.

6.3.1. Selhání dle počtu let ve funkci

V „nultém“ roce fungování práce se objevilo 19,7% všech komplikací, v první roce 33,8%, po druhém roce fungování práce se objevilo 31%, ave třetím 8,5% a v pátém 7%.

6.3.2. Selhání při cementaci na materiál typu flow

Materiály typu flow se neliší signifikantně od ostatních materiálů v selhání. Materiály typu flow nejčastěji selhávají z důvodu fraktury. Výskyt fraktur je signifikantně vyšší než u ostatních materiálů (12,6% vs. 5,4%, $p = 0,006$). Fraktura se vyskytla nejčastěji u materiálu Filtek ultimate flow (21,3%). Materiálem typu flow byly cementovány gracilní tenké práce, dobře prostupné pro světlo, což je možnou příčinou zvýšeného výskytu fraktur.

Tabulka 5 Selhání v závislosti na materiálu cementace

Materiál cementace	Selhání		Bez selhání	
	počet	procento	počet	procento
Enamel plus	24	10,0%	215	90,0%
Filtek bulk fill flowable	0	0%	6	100%
Filtek ultimate	0	0%	7	100%
Filtek ultimate flow	13	27,7%	34	72,3%
Harvard premium flow	13	13,5%	83	86,5%
Relyx ultimate	17	24,6%	52	75,4%
Relyx unicem	4	26,7%	11	73,3%

6.4. Duálně tuhnoucí cementy jako materiál fixace a jejich vliv na selhání

U duálně tuhoucích materiálů Relyx Unicem nebo Relyx ultimate se v této studii signifikantně častěji vyskytlo selhání než u ostatních materiálů (25,0% vs. 12,7%, $p = 0,004$). Signifikantně častěji se vyskytly fraktury (13,1% vs. 6,3%, $p = 0,033$) a sekundární kazy (9,5% vs. 2,0%, $p = 0,003$).

Průměrná doba přežívání je u materiálů Relyx unicem nebo Relyx ultimate signifikantně kratší (4,8 let vs. 5,4 let, $p = 0,003$). Duálně tuhnoucí materiály byly použity v oblastech s větším rozsahem defektu, kdy protetickou práci nebylo možné prosvítit. Oba cementy jsou nízkoviskózní, podobně jako materiály typu flow. Jeden je určen k totálním leptání (Relyx Ultimate), zatímco druhý (Relyx Unicem) je samoadhezivní. Přestože tyto materiály významně častěji selhávaly, lišily se typem selhání. U Relyx Ultimate to byla fraktura, u samoadhezivního Relyx Unicem sekundární kaz.

Tabulka 6 Selhání rekonstrukcí fixovaných s pomocí duálně tuhoucích kompozitních materiálů: u duálně tuhoucích materiálů se v této studii vyskytuje signifikantně častěji selhání než u ostatních materiálů (25,0% vs. 12,7%, $p = 0,004$). Signifikantně častěji se vyskytují fraktury (13,1% vs 6,3%, $p=0,033$) a sekundární kazy (9,5% vs 2,0%, $p=0,003$)

	Materiál Relyx unicem a ultimate	ostatní	p-value
celkem	84	395	-
selhání	21 (25,0%)	50 (12,7%)	0,004
fraktura	11 (13,1%)	25 (6,3%)	0,033
sekundární kaz	8 (9,5%)	8 (2,0%)	0,003
uvolnění výplně	2 (2,4%)	17 (4,3%)	0,549
doba funkčnosti (u selhání)			
medián (min-max)	1,0 (0 - 4)	1,0 (0 - 4)	0,409
doba přežívání			
průměr (95%CI)	4,8 (4,4 - 5,3)	5,4 (5,3 - 5,6)	0,003

6.5. Samoadhezivní cementy jako materiál fixace a jejich vliv na selhání

Tato studie neprokázala vliv samoadhezivních cementů na selhání jako takové.

Samoadhezivní cementy nejčastěji trpěly uvolněním výplně i sekundárním kazem.

Uvolnění výplně se vyskytlo nejčastěji u materiálu Relyx unicem (13,3%) . Sekundární kaz se vyskytl nejčastěji u materiálu Relyx unicem (13,3%). Hypoteticky se nabízí tvrzení, že samoadhezivní materiály byly využívány u hlubších defektů s obtížnou kontrolou vlhkosti. Toto však nemůže naše studie potvrdit.

Tabulka 7 Tabulka porovnání selhání rekonstrukcí fixovaných s pomocí samoadhezivního cementu RelyX unicem a ostatních fixačních materiálů.

	p-value s Bonferroniho korekcí
Relyx unicem vs. Enamel plus	0,412
Relyx unicem vs. Filtek bulk fill flowable	1,000
Relyx unicem vs. Filtek ultimate	1,000
Relyx unicem vs. Filtek ultimate flow	1,000
Relyx unicem vs. Harvard premium flow	1,000
Relyx unicem vs. Relyx ultimate	1,000

6.6. Fraktura kompozitní onlaye jako komplikace

Průměrná doba výskytu fraktury je 1,5 let (medián 1,0 rok, min-max: 0-4 roky).

Nebyla prokázána signifikantní závislost mezi výskytem fraktury a typem práce onlay nebo overlay nebo pohlavím pacientů. Fraktura se vyskytovala nejčastěji u zubu 27 (22,7%).

Obecně nejčastější výskyt fraktury byl u sedmiček (10,8%).

Fraktura je nejčastěji se vyskytující komplikace kompozitních onlayí. Průměrná doba výskytu fraktury je 1,5 let (medián 1,0 rok, min-max: 0-4 roky).

Nebyla prokázána signifikantní závislost mezi výskytem fraktury a typem práce onlay nebo overaly, nebo pohlavím pacientů.

Fraktura se vyskytovala nejčastěji u zubu 27 (22,7%).

Obecně nejčastější výskyt fraktury byl u sedmiček (10,8%).

Tabulka 8 Srovnání fraktur onlayí a overlayí

		fraktura		bez fraktury		p-value
		počet	procento	počet	procento	
Typ práce	onlay	31	8,1%	351	91,9%	0,384
	overlay	5	5,4%	87	94,6%	
Pohlaví	žena	18	6,5%	260	93,5%	0,310
	muž	18	9,0%	183	91,0%	

Tabulka 9 Pozice zubu a výskyt fraktury

Zub	fraktura		bez fraktury	
	počet	procento	počet	procento
14	0	0%	18	100%
24	1	4,5%	21	95,5%
34	0	0%	5	100%
44	0	0%	5	100%
14, 24, 34, 44	1	2,0%	49	98,0%
15	2	6,1%	31	93,9%
25	1	2,9%	33	97,1%
35	1	6,3%	15	93,8%
45	1	10,0%	9	90,0%
15, 25, 35, 45	5	5,4%	88	94,6%
16	1	3,0%	32	97,0%
26	5	8,5%	54	91,5%
36	5	7,4%	63	92,6%
46	8	10,8%	66	89,2%
16, 26, 36, 46	19	8,1%	215	91,9%
17	0	0%	19	100%
27	5	22,7%	17	77,3%
37	4	11,1%	32	88,9%
47	2	8,0%	23	92,0%
17, 27, 37, 47	11	10,8%	91	89,2%

Tabulka 10 Selhání rekonstrukcí fixovaných s pomocí materiálů typu flow – rekonstrukce fixované nízkoviskózními světle tuhnoucími materiály selhávaly nejčastěji pro frakturu

	Materiály typu flow	ostatní	p-value
celkem	143	336	-
selhání	26 (18,2%)	45 (13,4%)	0,177
fraktura	18 (12,6%)	18 (5,4%)	0,006
sekundární kaz	3 (2,1%)	13 (3,9%)	0,414
uvolnění výplně	5 (3,5%)	14 (4,2%)	0,731
doba funkčnosti (u selhání)			
medián (min-max)	1,0 (0-4)	2,0 (0-4)	0,789
doba přežívání			
průměr (95%CI)	5,2 (4,8 - 5,4)	5,4 (5,2 - 5,6)	0,150

Výsledky porovnání materiálu samoadhezivního cementu Relyx unicem s ostatními materiály v selhání. Nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi materiálem Relyx unicem a ostatními materiály v selhání.

7. Studie in vitro

Související in vitro studie je primární prací Milada Hammala DDS, S.B. Ortho, Ph.D., a byla publikována také v jeho dizertační práci a v jeho prvoautorském článku. Tato dizertační práce uvádí jeho spřízněný výzkum, protože autor dizertační práce se na jeho práci podílel a aktivně spolupracoval na souvisejícím tématu a je spoluautor výsledné publikace.

7.1. Samoadhezivní cementy a předleptání dentinu – úvod do problematiky

V in vitro studii, která je předmětem také této dizertační práce, bylo vyhodnotit pevnost vazby v tahu dvou samolepicích pryskyřičných cementů po předúpravách povrchu dentinu a také analyzovat rozhraní cementu a dentinu. Jedním ze zkoumaných cementů byl Relyx Unicem, druhým Maxcem Elite Chroma. S ohledem na retrospektivní charakter klinické studie nebylo možné ověřit, zda docházelo ke komplikaci sekundárním kazem v hlubokých oblastech defektu, kde již nebyla přítomna sklovina. Tento předpoklad je hypotetický, avšak je dlouhodobě známé, že dentin představuje výzvu v rámci adhezivní přípravy a že vazba k němu není tak kvalitní a dlouhodobá jako ke sklovině.

Selektivní předleptání skloviny před aplikací samoadhezivních cementů zvyšuje sílu vazby ke sklovině. Nebylo zřejmé, jak je to s dentinem.

7.2. Nulová hypotéza:

Nulová hypotéza je, že předúprava dentinu kyselinou ortofosforečnou (H_3PO_4) neovlivňuje pevnost vazby dvou samolepicích pryskyřičných cementů.

7.3. Materiál a metodika

Byla testována pevnost vazby v tahu dvou samoadhezivních cementů na 80 extrahovaných lidských intaktních třetích molárech a světelnou elektronovou mikroskopií bylo analyzováno rozhraní cementu a dentinu. Zuby byly rozděleny do pěti skupin skupin po šestnácti. Dva samoadhezivní cementy Maxcem Elite Chroma (MAX) (Kerr, Scafati, Itálie) a Relyx U200 (RLX) (3M ESPE, Neuss, Německo) byly použity bez předúpravy, ale také po předúpravě kyselinou ortofosforečnou. Jako kontrolní skupina byl použit cement určený k přípravě totálním leptáním NX3 Nexus (NX3) (Kerr, Scafati, Itálie). Tři vzorky z každé skupiny byly vyšetřeny světelnou elektronovou mikroskopií a zbytek byl podroben testu v tahu (tensil bond strength). Data byla statisticky zpracována pomocí Kruskal-Wallisova testu a Wilcoxon rank sum testu.

Byl získán souhlas etické komise číslo Univerzity Palackého 80/21 a ústní souhlas dárců. Zuby byly následně uloženy do 10% roztoku formalínu (HistoFOR BFS-L1; Pro-charitus.r.o, CZ), a to po dobu jednoho týdne od extrakce. Zuby byly testovány maximálně do jednoho měsíce po extrakci. Kořeny zubů byly zalité do autopolymerizované akrylové pryskyřice (Spofacryl™; Spofa Dental a.s, Jičín, CZ) pro usnadnění manipulace při řezání a testování. Byly použity dva samolepicí cementy s duálním vytvrzováním, Maxcem Elite Chroma (Kerr, Scafati, Itálie) a Relyx U200 (3M ESPE, Neuss, Německo). Jako kontrolní skupina byl použit také konvenční pryskyřičný cement s duálním vytvrzováním, NX3 Nexus (Kerr, Scafati, Itálie), který vyžaduje použití adheziva.

Korunky zubů byly řezány kolmo na dlouhou osu zubu diamantovým diskem za nízkých otáček (IsoMet; Buehler, Lake Bluff, IL, USA) pod velkým množstvím vody, aby se odkryl rovný povrch dentinu ve střední třetině zubu. Broušené dentinové plochy byly pozorovány pod optickým mikroskopem, aby se ověřilo úplné odstranění skloviny. Standardizované smear layer (stěrová vrstva)(bylo dosaženo broušením plochých dentinových povrchů pomocí brusného papíru z karbidu křemíku o zrnitosti 320 um pomocí jednokotoučové brusky a leštičky (Saphir 550, Metalco Testing s.r.o, Roztoky u Prahy, ČR) po dobu jedné minuty za nepřetržitého zavlažování vodou, aby se simulovalo vytvoření smear layer, která by byla klinicky vytvořena červeným diamantovým vrtáčkem.

U skupiny 1 (kontrolní skupina využívající duálně tuhnoucí cement pro techniku totálního leptání NX3 Nexus, dále jen NX3) byl dentin leptán po dobu 10 s leptadlem Kerr Gel 37,5 % kyseliny fosforečné (Kerr, Scafati, Itálie), poté byl důkladně omyt vodním rozprašovačem po dobu nejméně 30 s a poté jemně sušen na vzduchu po dobu 5 s. Dvakrát byl nanesen primer (OptiBond FL, Kerr, Scafati, Itálie), následovalo 15 s sušení na vzduchu, poté adhezivum (OptiBond FL, Kerr, Scafati, Itálie), poté 15 s sušení na vzduchu a poté byl nanesen pryskyřičný cement NX3 Nexus s duálním vytvrzováním.

U Skupiny 2 (MAX-no): neproběhla žádná předúprava dentinu, Maxcem byl aplikován podle pokynů výrobce.

U Skupiny 3 (MAX-HPO): po aplikaci 37,5% kyseliny fosforečné po dobu 10 s byla kyselina důkladně promyta vodním rozprašovačem po dobu nejméně 30 s, poté byl aplikován Maxcem.

U Skupiny 4 (RLX-no): neproběhla žádná předúprava dentinu, Relyx byl aplikován podle pokynů výrobce.

U Skupina 5 (RLX-HPO): po aplikaci 37,5% kyseliny fosforečné po dobu 10 s byla kyselina důkladně promyta vodním rozprašovačem po dobu nejméně 30 s, poté byl aplikován Relyx.

Na všechny vzorky cementu byl fixován standardizovaný bloček z lithium disilikátové keramiky o výšce 10mm a 5mm v průměru.

Před cementací byly keramické bločky leptány 9% kyselinou fluorovodíkovou (Porcelain etch; Ultradent Products, Inc, Kolín nad Rýnem, Německo) po dobu 20 s, poté byly oplachovány vzduchem/vodou po dobu 30 s. Poté byl na leptané keramické povrchy dvakrát nanesen silan (Ceramic silane; Ultradent Products, Inc, Kolín nad Rýnem, Německo) pomocí mikroštetěčku (microbrush).

Přebytečný cement byl odstraněn microbrushem a skalpelem. Vzorky byly vytvrzovány světlem pomocí polymerizační světelné jednotky (VALO; Ultradent Products, Inc, Kolín nad Rýnem, Německo) po dobu 60 s ze všech stran (po 20 s) při výkonu 1 000 mW/cm². Po cementaci byly všechny vzorky uloženy do destilované vody na 24 h při teplotě 37 °C a poté byly provedeny zkoušky pevnosti vazby v tahu.

Zkoušky pevnosti v tahu byly provedeny na 13 vzorcích v každé skupině s použitím zatěžovacího článku 1 KN při rychlosti křížové hlavy 0,5 mm/min až do zlomu na univerzálním zkušebním stroji Zwick/Roell (Zwick/Roell, Ulm, Německo). Pevnost v tahu byla vyjádřena v MPa a získána vydělením síly, která působila (N) v okamžiku porušení, plochou spoje (mm²).

Pro zkoumání pod rastrovacím elektronovým mikroskopem (Tescan VEGA3 LMU, Brno, ČR) byly vzorky (n = 3) meziodistálně nařezány nízkootáčkovou diamantovou pilou (IsoMet, Buehler, Lake Bluff, IL) pod velkým množstvím vody. Poté byly dentinové strany všech vzorků leptány H₃PO₄ po dobu 5 s a promývány destilovanou vodou po dobu 30 s. Následně byly vzorky ponořeny do 2,5% chlornanu sodného po dobu 3 min a poté promývány destilovanou vodou po dobu 30 s. Vzorky byly poté dehydratovány v odstupňované sérii roztoků ethanolu (Kharouf et al., 2020). Všechny vzorky byly analyzovány pomocí SEM při napětí 5 kV urychlujícími elektrony pro posouzení rozhraní dentin/cement.

Rastrovacím elektronovým mikroskopem bylo pozorováno rozhraní dentin-cement při zvětšení 6000x.

Pro statistickou analýzu byly použity deskriptivní statistické metody, zejména průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient a medián.

Normalita vzorků dat byla testována pomocí Shapiro-Wilkova testu. Shapiro-Wilkovým testem bylo zjištěno, že údaje některých skupin nejsou normálně rozděleny. Proto byl pro testování vlivu kondicionování dentinu a různých typů cementů na pevnost vazby, a navíc pro porovnání mediánů hodnot mezi skupinami použit Kruskal-Wallisův test a následně párové porovnání pomocí Wilcoxonova rank sum testu ($\alpha = .05$). Statistická analýza dat byla provedena v programu R 3.6.2 (Vídeň, Rakousko).

8. Výsledky studie in vitro

Výsledky pevnosti v tahu všech skupin jsou shrnuty v tabulce. Nejvyšší průměrná hodnota byla zjištěna u NX3.

Tabulka 11 Porovnání pevnosti v tahu u keramických bločků fixovaných k dentinu jednotlivými cementy.

Skupina	N	Průměr (MPa)	Medián (MPa)
NX3	13	9.66 ±4.53 ^{ab}	10.88
RLX-no	13	5.40 ±2.83 ^{ac}	5.62
RLX-HPO	13	7.87 ±4.48 ^c	7.20
MAX-no	13	5.36 ±3.25 ^c	6.28
MAX-HPO	13	7.58 ±4.81 ^c	8.45

Průměrná hodnota síly v tahu u kontrolní skupiny byla vyšší než hodnota RLX-no ($P = 0,0488$).

Při porovnání MAX-no a RLX-no nebyl zjištěn žádný statistický rozdíl.

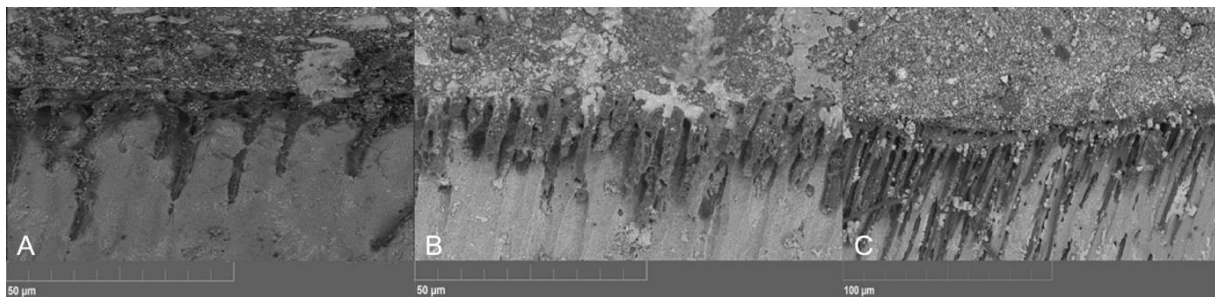
Pouze u skupin s předúpravou dentinu (NX3, MAX-HPO, RLX-HPO) byla prokázána infiltrace cementu do dentinových tubulů. Naproti tomu skupiny s neošetřeným dentinem nevykazovaly žádnou infiltraci cementem.

Předleptání kyselinou ortofosforečnou vede ke zvýšení vazby samoadhezivního Relyx U200 na hodnoty téměř porovnatelné s kontrolním cementem určeným pro totální leptání ($P > 0,05$). Relyx U200 vykazoval pevnost v tahu 5,62MPa.

U obou samoadhezivních cementů byla zlepšena síla vazby předleptáním dentinu, avšak ani tak nedosáhly na sílu vazby cementu určeného k totálnímu leptání (v mediánu 10,88MPa).

Selhání po testu v tahu bylo převážně adhezivní.

MaxCem, který byl použit pouze in vitro a z praktických důvodů nebyl využit při retrospektivní studii dosáhl lepších výsledků než Relyx U200 (6,28MPa bez předpřípravy), avšak ani ten nedosáhl takové pevnosti vazby jako cementy pro totální leptání. [38]



Obr. 4 Dentinová rozhraní upravená H₃PO₄ vykazovala dobře definovanou infiltraci pryskyřice do dentinových tubulů pro všechny testované cementy při kontrole v rastrovacím elektronovém mikroskopu. (A) Maxcem H₃PO₄, (B) Relyx H₃PO₄, (C) NX3.

8.1. Závěr:

Nulová hypotéza může být zčásti zamítnuta: předúprava dentinu kyselinou ortofosforečnou vede statisticky významně ke zvýšení vazby cementu Relyx Unicem na dentin. Klinicky však vznik sekundárního kazu může být výsledkem více pochodů jako je chronická malhygiena, suboptimální dosed práce, typ tkáně, v níž je defekt umístěn, možnost udržet absolutní suché pracovní pole. Klinicky zhoršené výsledky samoadhezivních cementů korelují také s jejich horšími laboratorními výsledky a menší infiltrací pryskyřice do tkání zubu. Laboratorní poznání zlepšení vazby k dentinu může přispět ke zlepšení klinických výsledků terapie.



Obr. 5 Selektivní leptání skloviny před adhezivní fixací kompozitní overlaye s pomocí samoadhezivního cementu.

9. Diskuse

9.1. Úvod do diskuze

Pětileté přežití kompozitních nepřímých prací bylo kontrolováno také systematickým přehledem s metaanalýzou, kdy survival rate byl 91 % a success rate 84 % [34]. Komplikace sekundárním kazem byla nejčastěji nalezena u větších prací zasahujících na větší počet ploch zubu. [34]. Metaanalýza nenalezla souvislost mezi frakturou a bruxismem [34]. Další systematický přehled z roku 2020 srovnával 18 studií, které porovnávaly keramické a kompozitní onlaye a overlaye, kde vyšší míru přežití vykazaly keramické práce. Častěji však trpěly frakturou. [19] Také další autoři srovnávali přežití a úspěšnost částečných náhrad korunkových tkání. Například Signore et al. 2007 našel 93% míru přežití kompozitních prací po 6 letech. Nejčastější komplikací byly endodontické komplikace – ztráta vitality zubu [39]. V této retrospektivní studii byly hodnoceny pouze protetické komplikace. Je však vhodné podotknout, že kompozitní onlay nebo overlay prakticky nabízí možnost relativně snadného přístupu do endodontu a jeho prediktabilní uzávěr. Úspěšnost kompozitních nepřímých prací byla také hodnocena v dalších retrospektivních studiích. Chrepa a kolektiv v roce 2014 hodnotili 189 kompozitních onlayí u 153 pacientů s dobou sledování 2 až 5 let. Nálezem bylo rychlé selhání adheze některých kompozitních prací - 2,1 % onlayí se zcela uvolnilo během prvního týdne a 1,1 % podlehl fraktuře po 26–36 měsících [39]. Chrepova studie využívala duálně tuhnoucí samoadhezivní pryskyřičný cement TotalCem. Nenalezli žádný vztah mezi věkem nebo pohlavím pacientů a klinickou úspěšností onlayí. [39]. V tom samém roce Fennis a kolektiv provedli randomizovanou kontrolovanou studii k porovnání přímých a nepřímých kompozitních onlayí s dobou sledování 5 let. [40] Všechny tyto výplně s náhradou hrbolku byly v pozici premoláru a míra přežití nebyla statisticky významná. Selhání bylo převážně adhezivní. [40] Nepřímo zhotovené výplně uspěly v 86,6% bez jakékoli (opravitelné nebo neopravitelné komplikace) a 87,2% z nich nepostihlo neopravitelné selhání.

V roce 2014 publikoval retrospektivní studii také D'Arcangelo, který kontroloval 79 nepřímých kompozitních výplní během pěti let a zjistil 91% míru přežití a 84,8% úspěšnost při použití předežhřátého světlem tuhnoucího kompozitu [41]. Dva zuby u pacientů ztratily vitalitu a ve čtyřech případech vznikl sekundární kaz. Došlo k jedné významné fraktuře práce a dvě výplně ztratily adhezi mezi 36 a 48 měsícem ve funkci. V naší studii přežilo 84,9 % onlayů bez nutnosti výměny nebo opravy a nejvyšší procento selhání pocházelo z roku 2014 a postupem času se snižovalo. Zlomenina výplně způsobila 50 % našich případů selhání.

V roce 2018 Dias publikoval výsledky 150 endodonticky ošetřených molárů a premolárů opatřených kompozitními onlayemi. Tato studie zaznamenal 3 opravitelné fraktury (dvě u mužů, jedna u ženy) a dvě neopravitelné zlomeniny (každá u pacienta jiného pohlaví). V této studii ke všem neopravitelným zlomeninám došlo, když antagonistou byla keramická korunka nesená implantátem. Za zmínku stojí, že v této studii byl použit adhezivní cement Relyx Unicem [42].

Tyto výsledky jsou v souladu se staršími pozorováními, které provedli Schulte et al. V roce 2005 a Zimmer a kol. v roce 2008 [34,35]. Zimmerova studie se však zabývala především

keramickými onlayemi, avšak i po 10 letech sledování zjistila vysokou úspěšnost (84,9 %), studie je také výjimečná tím, že jde o sledování 95 pacientů s 388 kompozitními onleayemi. S ohledem na časový horizont jde o výjimečnou studii s ohledem na dlouhověkost nepřímých prací a vypovídá obecně o jejich komplikacích. [35] . Nejčastější komplikací byla ztráta výplně (n = 10), následovaná sekundárním kazem, který se vyskytoval výhradně během prvních pěti let (n= 7), fraktura nepřímé práce (n = 4) a fraktura zubu (n = 2) [35]. Studie prokázala častější selhání v oblasti molárů, ale neodhalila žádnou souvislost mezi selháním a stavem endodontu (ve smyslu ošetřený nebo neošetřený) ani mezi bruxismem a frakturou.

V naší studii byla zjištěna vyšší míra přežití pro onlaye ve srovnání s overlayemi; což zapadá do souvislostí se systematickým přehledem s metaanalýzou provedeným Fan et al. 2021, který potvrzuje, že čím více ploch je preparovaných, tím vyšší je riziko selhání. [34].

Malament a kol. v roce 2021 publikovali studii sledující přežití onlayí po dobu 10,9 let a nenašli statisticky významný rozdíl v selhání v závislosti na věku pacienta. Nejnižší riziko selhání však zjistili u skupiny do 33 let [36].

Stran přežití náhrady lze vysvětlit, že v mladším věku je ztráta tvrdé zubní tkáně ve srovnání s vyšším věkem obvykle méně rozsáhlá a nepřímo zhotovené náhrady tvrdých zubních tkání nezahrnují tolik povrchů a riziko selhání je menší. Toto je pouze možné vysvětlení a náš výzkum nemůže tento předpoklad zcela ověřit.

9.2. Viskozita cementu

V roce 2001 Hahn a kolektiv testovali vliv viskozity kompozitního cementu na vznik mikrospáry po okluzním zatížení ve žvýkacím simulátoru, kdy mikrospára byla barvena fuchsinem. Vysokoviskózní cementy prokázaly výrazně lepší těsnění jak na rozhraní tvrdých zubních tkání a cementu, tak na rozhraní cementu a materiálu náhrady. Toto může být vysvětleno tak, že cementy nízké viskozity obsahují méně plniva a mají tím pádem zvýšenou polymerační kontrakci. To v současnosti již nemusí být nutně pravda a například bulkfill materiály typu flow mají omezenou polymerační kontrakci. V této studii však tyto materiály nebyly použity. [24] Francescantonio v roce 2013 publikoval studii v níž ale naznačil, že nízkoviskózní materiály vytváří tenčí vrstvu, která sama o sobě svou zmenšenou velikostí redukuje také polymerační smrštění. Pro nízkou velikost spáry je však otázkou, zda a kdy toto může být klinicky významné. V této studii jsme setkali se zvýšeným selháním nízkoviskózního materiálu filtek ultimate flow. V roce 2013 byl také publikován článek od autora Bortolotto a jeho týmu, kde autoři porovnávali chování kompozitních cementů a výplňových kompozit s ohledem na vývoj smršťování a brzkou rozpustnost. [25]. Vývoj smrštění byl nejpomalejší u duálně tuhoucích cementů, nejmenší lineární smrštění bylo pozorováno u vysoko viskózního výplňového materiálu.

Mounajjed a Azar v roce 2018 zjistili v in vitro studii, že okrajová spára byla větší u nahřátých výplňových kompozit vysoké viskozity. Výplňová kompozita nejsou primárně určena k cementaci nepřímo zhotovených náhrad a klinik by si měl být vědom rizika nepřesného usazení práce u vysokoviskózních výplňových materiálů. [43].

V roce 2021 Zeller studoval vliv zvýšené teploty na viskozitu a polymeraci rozdílných kompozitních cementů. Dva z těchto testovaných cementů (Relyx Ultimate a Relyx Unicem), byly použity také v této studii. Reakce kompozitních cementů na předehtátí se lišily. U Relyx Ultimate a Relyx Unicem viskozita stoupá s předehtátím na 37 °C; polymerace však probíhala rychle. Tyto dva cementy, jeden adhezivní (Relyx Ultimate) a druhý samoadhezivní (Relyx Unicem), byly použity v naší studii [44]. Paradoxně po nahřátí u obou cementu došlo ke zvýšení viskozity a reakce tuhnutí probíhala rychleji. Oba tyto jevy nesvědčí přesnému usazení nepřímo zhotovené práce. Marcondes se zabýval nahříváním materiálů typu flow, u nichž zahřátím nedošlo ke snížení viskozity. [45]

Protože předehtátí kompozitu nemusí prediktabilně vést ke snížení viskozity, nabízí se také aktivace ultrazvukem. Cantoro a kolektiv v roce 2021 potvrdili elektronovou mikroskopií vznik homogennější struktury a zmenšení pórovitosti v kompozitním fixačním materiálu při působení ultrazvuku během fixace. [26] S ohledem na retrospektivní charakter této studie bohužel nebylo možné aplikovat ultrazvukové vibrace oří aktivaci a naše studie nemůže přispět k poznání vlivu těchto drobných nuancí na životnost práce.

Sato a jeho spoluautoři v roce 2014 poukázali na to, že reologii fixačních cementů ovlivňuje také přidání funkčních monomerů jako například 10-methakryloyloxydecyldihydrogenfosforečnanu (MDP), které může navíc vést k

nedostatečnému zesíťování pryskyřičné matrix, jejímž výsledkem může být v čase uvolnění nepřímo zhotovené práce. [46].

Výsledky této klinické studie korelují s názorem, že vysoko viskózní cementy méně trpí na selhání okrajového uzávěru.

9.3. Polymerace

Francescantonio et al. V roce 2013 porovnával stupeň konverze kompozitních materiálů a našel je vyšší u kompozitních materiálů tuhoucích světlem, což však samozřejmě platí v určité vrstvě kompozitního materiálu a v místech pro světlo přístupné. Pod množstvím materiálu protetické práce nemusí dojít k adekvátní polymeraci kompozitního cementu, což může vyústit v selhání cementu.[25]. Kompozitní materiály u nichž je tuhnutí aktivováno také chemicky dochází k redukci polymeračního napětí. [47]. Tuhnutí světlem nabízí řízenou kontrolu tuhnutí, která umožní dostatečnou kontrolu nad přebytky a jejich odstranění. Stupeň konverze duálně tuhoucích cementů lze ovlivnit přidáním thiouertanových přísad do pryskyřičné matrix, které však ovlivňují optické vlastnosti materiálu a činí ho více opakním. [48, 49, 50].

V naší studii bylo nalezeno signifikantně častější selhávání u prací cementovaných duálně tuhoucimi cementy. Se statistickou významností $p=0,004$. Ve studii však byly zařazeny dva cementy, které se však lišily adhezivními vlastnostmi a selhávaly odlišným způsobem. Samoadhezivní cement selhával na podkladu sekundárního kazu, což se do selhání duálně tuhoucích cementů výrazně projevilo. Druhý duálně tuhoucí cement je určen k technice totálního leptání. Dominujícím selháním pro něj byly fraktury. Tato studie tedy nepodporuje vyšší riziko selhání vazby podle typu polymerace cementu, přestože životnost práce jako takové byla ohrožena, jako významnější faktor se jeví adhezivní vazba.

9.4. Totální leptání a samoadhezivní cementy – in vivo a in vitro

Jak je zmíněno výše, v naší studii bylo se selhání cementu ve smyslu uvolnění práce a sekundárním kazem objeveno nejčastěji u samoadhezivních cementů. Přestože selhání adhezivní vazby tím pádem bylo častější, přežití kompozitní onlaye jako takové nebylo významně častější, protože tyto práce velmi omezeně trpěly frakturou. Technika totálního leptání bývá někdy označována za technicky senzitivní s velkým prostorem pro chyby. V naší studii se však prokázala být klinicky velmi úspěšná. Technika selektivního leptání lze zlepšit selektivním předleptáním skloviny.

Spolu s Dr. Hammalem jsme provedli výzkum na téma předleptání dentinu před aplikací samoadhezivního cementu. Ve světelném elektronovém mikroskopu byly pozorovány častěji resin tags (pryskyřice prostupující do zubní tkáně) po selektivním předleptání dentinu.

Smear layer je považována za slabý článek vazby samoadhezivních cementů. [51]

Protože smear layer obsahuje pufrující složky z dentinu, úplné odstranění smear layer je žádoucí pro vznik hybridní vrstvy. [52]

V této studii, kdy byl Maxcem aplikován podle pokynů výrobce (bez předpřípravy dentinu), byla jeho pevnost spoje srovnatelná s pevností systému pro totální leptání (NX3) ($P = 0,0778$), zatímco RelyX měl nižší statistickou hodnotu ($P = 0,0488$). Samoadhezivní pryskyřičné cementy mají obecně omezenou schopnost demineralizovat tvrdé zubní tkáně. [53]

Zvýšení pevnosti vazby s RLX po leptání dentinu pomocí H_3PO_4 lze vysvětlit tím, že samoadhezivní cementy potřebují k nastartování chemické reakce ionizující prostředí a po otevření tubulů pomocí H_3PO_4 se zvýší stav hydratace dentinu a optimalizuje se acidobazická reakce. [54]

Naproti tomu bylo publikována také studie, která tvrdí, že použití H_3PO_4 jako předúpravy dentinu může snížit hodnoty pevnosti vazby. Uváděli, že vysoce viskózní RelyX se nedokázal dostat k husté kolagenní síti odhalené leptáním kyselinou. [55]

Podle společnosti Maxcem má ve svém složení HEMA a GDM, které mají vysokou hydrofilitu. Po leptání pomocí H_3PO_4 byly tubuly v dentinu otevřeny, a proto by tyto monomery mohly mít potenciál pronikat do dentinových tubulů. [56]

Podobné výsledky jako v naší in vitro studii uvádí také Pisani-Proença, že H_3PO_4 otevřel dentinové tubuly v důsledku odstranění smear layer, což podpořilo infiltraci funkčních monomerů v rámci samoadhezivních cementů do vzorků dentinu a vytvořilo hybridní vrstvu. [57]

9.5. Omezení práce

Tato klinická retrospektivní studie má nevýhodu v množství proměnných faktorů jako je rozdílná preparace, rozdílné tloušťky proteticky prací a větší množství použitých cementů. Tyto nedostatky by měly být odstraněny velkým analyzovaným vzorkem, jehož velikost byla vypočítána statisticky.

Omezení práce spočívá také v tom, že v rámci studie nebyly zohledněny endodontické komplikace jako je nekróza zubní dřevě, pooperační citlivost nebo vertikální fraktura zubu, ale pouze protetické komplikace.

Omezení in vitro části spočívá v omezeném množství testovaných kompozitních cementů.

10. Souhrn poznatků disertační práce

Nepřímé kompozitní práce představují spolehlivé a minimálně invazivní řešení ztráty tvrdých zubních tkání. Jejich přežití je multifaktoriální. Závisí na faktorech vztahujících se k pacientovi, k lékaři, ke zbylým tvrdým zubním tkáním, ale také na materiálové volbě fixačního cementu a zajištění optimálních podmínek pro jeho aplikaci.

V pětiletém horizontu je míra přežití nepřímých kompozitních rekonstrukcí 84,9%.

Byla vyvrácena nulová hypotéza, že rekonstrukce fixované na jeden typ cementu neseselhávají signifikantně častěji kvůli fraktuře. Rekonstrukce fixované na nízkoviskózní kompozitní materiály (flow) signifikantně častěji trpí touto komplikací.

Byla vyvrácena nulová hypotéza, že rekonstrukce fixované na jeden typ kompozitního cementu neseselhávají signifikantně častěji kvůli sekundárnímu kazu. U samoadhezivního cementu Relyx Unicem se signifikantně častěji vyskytuje sekundární kaz.

U rekonstrukcí fixovaných na jeden typ kompozitního cementu se signifikantně častěji nevyskytuje debonding. Tuto hypotézu nelze zamítnout. Lze pouze konstatovat, že se uvolnění výplně vyskytlo nejčastěji u materiálu Relyx unicem, ale rozdíl oproti ostatním materiálům není signifikantní. ($p=0,731$ pouze v případě, že byl testován pouze materiál Relyx Unicem, $p=0,549$ v případě, že na selhání byly testovány duálně tuhnoucí kompozitní cementy).

Onlaye vykazaly signifikantně nižší míru komplikací než overlaye (Sig. = 0.007). Je-li to možné, je vhodné zachovat maximum tvrdých zubních tkání.

Cílem této práce je informovat o možných komplikacích tak, aby se jim kliničtí lékaři mohli vyhnout. Na základě naší klinické studie lze očekávat menší procento komplikací při použití vysokoviskózních cementů určených k adhezivní fixaci technikou totálního leptání. Na základě in vitro studie lze konstatovat, že předleptání dentinu kyselinou ortofosforečnou před použitím samoadhezivních cementů se zdá být slibným krokem, který zlepšuje sílu vazby cementu k dentinu.

10.1. Závěr a doporučení pro praxi:

Indikace nepřímo zhotovených kompozitních rekonstrukcí je vhodná při větším množství sousedících defektů, které je technicky obtížné zrekonstruovat přímo a na vitálních zubech, u nichž umožňují jednoduchý přístup do kořenového systému v případě potřeby.

Rekonstrukce fixované s pomocí materiálu Relyx Unicem v naší klinické studii vykazaly signifikantně častější výskyt sekundárního kazu a četný výskyt debondingu. In vitro bylo prokázáno zlepšení vazby tohoto materiálu k dentinu (bond strenght) s pomocí předleptání dentinu kyselinou ortofosforečnou. Síla vazby samoleptacího cementu Maxcem Elite Chroma nebyla snížena při stejném postupu. Pro praxi je vhodné omezit indikaci fixačního materiálu Relyx Unicem nebo při nutnosti jeho použití předleptat nejen sklovinu, ale také dentin kyselinou ortofosforečnou 10 sekund.

K zamezení výskytu fraktury rekonstrukce je vhodné dodržet dostatečnou tloušťku materiálu na okluzi, i když si to vyžádá větší okluzální redukci a může znemožnit fixaci světlem tuhoucím materiálem.

Bibliografie

- [1] Mante, F.K.; Ozer, F.; Walter, R.; Atlas, A.M.; Saleh, N.; Dietschi, D.; Blatz, M.B. The current state of adhesive dentistry: A guide for clinical practice. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2014, 34, 2–8
- [2] Morimoto, S.; De Sampaio, F.R.; Braga, M.M.; Sesma, N.; Özcan, M. Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays. *J. Dent. Res.* 2016, 95, 985–994.
- [3] Amesti-Garaizabal, A.; Agustín-Panadero, R.; Verdejo-Solá, B.; Fons-Font, A.; Fernández-Estevan, L.; Montiel-Company, J.; Solá-Ruíz, M.F. Fracture Resistance of Partial Indirect Restorations Made With CAD/CAM Technology. A Systematic Review and Meta-analysis. *J. Clin. Med.* 2019, 8, 1932.
- [4] Barone, A.; Derchi, G.; Rossi, A.; Marconcini, S.; Covani, U. Longitudinal clinical evaluation of bonded composite inlays: A 3-year study. *Quintessence Int.* 2008, 39, 65–71
- [5] Mangani, F.; Marini, S.; Barabanti, N.; Preti, A.; Cerutti, A. The success of indirect restorations in posterior teeth: A systematic review of the literature. *Minerva Stomatol.* 2015, 64, 231–240.
- [6] Chabouis, H.F.; Smaïl-Faugeron, V.; Attal, J.-P. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: A systematic review. *Dent. Mater.* 2013, 29, 1209–1218.
- [7] Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006 Mar 1;11(2):E215-20. English, Spanish. PMID: 16505805.
- [8] Sensi LG, Strassler HE, Webley W. Direct composite resins. *Inside Dentistry.* 2007;3(7):76
- [9] Duarte S Jr, Botta AC, Phark JH, et al. Selected mechanical and physical properties and clinical application of a new low-shrinkage composite restoration. *Quintessence Int.* 2009;40(8):631-638.
- [10] Karacolak G, Turkun LS, Boyacioglu H, Ferracane JL. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. *Dent Mater J.* 2018 Mar 30;37(2):206-213. doi: 10.4012/dmj.2017-032. Epub 2017 Nov 23. PMID: 29176302.
- [11] Azeem RA, Sureshbabu NM. Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. *J Conserv Dent.* 2018 Jan-Feb;21(1):2-9. doi: 10.4103/JCD.JCD_213_16. PMID: 29628639; PMCID: PMC5852929.
- [12] Miara P. Aesthetic guidelines for second-generation indirect inlay and onlay composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1998;10:423–31.
- [13] Powers J.M., Sakaguchi R.L. 12th ed. St Louis; 2006. *Craig’s Restorative Dental Materials.*

- [14] Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review. *J Oral Biosci.* 2019 Jun;61(2):78-83. doi: 10.1016/j.job.2019.04.001. Epub 2019 May 15. PMID: 31109861.
- [15] Zhou, Xinxuan & Huang, Xiaoyu & Li, Mingyun & Peng, Xian & Wang, Suping & Zhou, Xuedong & Cheng, Lei. (2019). Development and status of resin composite as dental restorative materials. *Journal of Applied Polymer Science.* 136. 48180. 10.1002/app.48180.
- [16] Tomaszewska IM, Kearns JO, Ilie N, Fleming GJ. Bulk fill restoratives: to cap or not to cap-that is the question? *J Dent.* 2015 Mar;43(3):309-16. doi: 10.1016/j.jdent.2015.01.010. Epub 2015 Jan 24. PMID: 25625673.
- [17] Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017 Mar 10;222(5):337-344. doi: 10.1038/sj.bdj.2017.214. PMID: 28281590.
- [18] Fronza BM, Ayres A, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Characterization of inorganic filler content, mechanical properties, and light transmission of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2017;42(4):445–455.
- [19] Bustamante-Hernández N, Montiel-Company JM, Bellot-Arcís C, Mañes-Ferrer JF, Solá-Ruíz MF, Agustín-Panadero R, Fernández-Estevan L. Clinical Behavior of Ceramic, Hybrid and Composite Onlays. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Oct 19;17(20):7582. doi: 10.3390/ijerph17207582. PMID: 33086485; PMCID: PMC7589045.
- [20] Staněk J, Elia Azar B, Fichtel T. Cement-Based Materials in Dentistry [Internet]. Reinforced Concrete - Recent Advances [Working Title]. IntechOpen; 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.106466>
- [21] Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am.* 2007 Jul;51(3):643-58, vi. doi: 10.1016/j.cden.2007.04.002. PMID: 17586148.
- [22] Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2003;89(6):565-571
- [23] Instruments and Equipment. "ANSI/ADA specification no. 66 for dental glass ionomer cements. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment." *Journal of the American Dental Association.* 1989;119(1):205
- [24] Hahn, P.; Attin, T.; Gröfke, M.; Hellwig, E. Influence of resin cement viscosity on microleakage of ceramic inlays. *Dent. Mater.* 2001, 17, 191–196
- [25] Di Francescantonio, M.; Aguiar, T.R.; Arrais, C.A.G.; Cavalcanti, A.N.; Davanzo, C.U.; Giannini, M. Influence of viscosity and curing mode on degree of conversion of dual-cured resin cements. *Eur. J. Dent.* 2013, 7, 81–85

- [26] Cantoro, A.; Goracci, C.; Coniglio, I.; Magni, E.; Polimeni, A.; Ferrari, M. Influence of ultrasound application on inlays luting with self-adhesive resin cements. *Clin. Oral Investig.* 2010, 15, 617–623
- [27] Lührs AK, De Munck J, Geurtsen W, Van Meerbeek B. Composite cements benefit from light-curing. *Dent Mater.* 2014 Mar;30(3):292-301. doi: 10.1016/j.dental.2013.11.012. Epub 2014 Jan 7. PMID: 24411554.
- [28] Lukas Blumer, Fredy Schmidli, Roland Weiger, Jens Fischer, A systematic approach to standardize artificial aging of resin composite cements, *Dental Materials*, Volume 31, Issue 7, 2015, Pages 855-863, ISSN 0109-5641, <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.04.015>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564115001359>)
- [29] Ritter AV, Sulaiman TA, Altitinch A, Bair E, Baratto-Filho F, Gonzaga CC, Correr GM. Composite-composite Adhesion as a Function of Adhesive-composite Material and Surface Treatment. *Oper Dent.* 2019 Jul/Aug;44(4):348-354. doi: 10.2341/18-037-L. Epub 2018 Nov 16. PMID: 30444693.
- [30] Barabanti N, Preti A, Vano M, Derchi G, Mangani F, Cerutti A. Indirect composite restorations luted with two different procedures: A ten years follow up clinical trial. *J Clin Exp Dent.* 2015 Feb 1;7(1):e54-9. doi: 10.4317/jced.51604. PMID: 25810842; PMCID: PMC4368018.
- [31] D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent.* 2007 Jun;9(3):319-26. PMID: 17655072
- [32] Naik VB, Jain AK, Rao RD, Naik BD. Comparative evaluation of clinical performance of ceramic and resin inlays, onlays, and overlays: A systematic review and meta analysis. *J Conserv Dent.* 2022 Jul-Aug;25(4):347-355. doi: 10.4103/jcd.jcd_184_22. Epub 2022 Jul 5. PMID: 36187858; PMCID: PMC9520648.
- [33] Fathy H, Hamama HH, El-Wassefy N, Mahmoud SH. Clinical performance of resin-matrix ceramic partial coverage restorations: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2022 May;26(5):3807-3822. doi: 10.1007/s00784-022-04449-2. Epub 2022 Mar 23. PMID: 35320383; PMCID: PMC9072524.
- [34] Fan J., Xu Y., Si L., Li X., Fu B., Hannig M. Long-term Clinical Performance of Composite Resin or Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oper. Dent.* 2021;46:25–44. doi: 10.2341/19-107-LIT.
- [34] Schulte A.G., Vöckler A., Reinhardt R. Longevity of ceramic inlays and onlays luted with a solely light-curing composite resin. *J. Dent.* 2005;33:433–442. doi: 10.1016/j.jdent.2004.10.026.
- [35] Zimmer S., Göhlich O., Rüttermann S., Lang H., Raab W.H.-M., Barthel C.R. Long-term Survival of Cerec Restorations: A 10-year Study. *Oper. Dent.* 2008;33:484–487. doi: 10.2341/07-142.

- [36] Malament K.A., Margvelashvili-Malament M., Natto Z.S., Thompson V., Rekow D., Att W. 10.9-year survival of pressed acid etched monolithic e.max lithium disilicate glass-ceramic partial coverage restorations: Performance and outcomes as a function of tooth position, age, sex, and the type of partial coverage restoration (inlay or onlay) *J. Prosthet. Dent.* 2021;126:523–532. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.07.015
- [37] Staněk J., Riad A, Le A, Bernát M, Hammal M, Azar B. Survival of Prosthodontic Restorations Luted with Resin-Based versus Composite-Based Cements: Retrospective Cohort Study. *Materials (Basel)*. 2022 Jan 2;15(1):312. doi: 10.3390/ma15010312. PMID: 35009458; PMCID: PMC8746030
- [38] Hammal M, Chlup Z, Ingr T, Staněk J, Mounajjed R. Effectiveness of dentin pre-treatment on bond strength of two self-adhesive resin cements compared to an etch-and-rinse system: an in vitro study. *PeerJ*. 2021 Oct 26;9:e11736. doi: 10.7717/peerj.11736. PMID: 34754615; PMCID: PMC8555495.
- [39] Signore A., Benedicenti S., Covani U., Ravera G. A 4- to 6-year retrospective clinical study of cracked teeth restored with bonded indirect resin composite onlays. *Int. J. Prosthodont.* 2007;20:609–616. doi: 10.1308/135576108785891169.
- [39] Chrepa V., Konstantinidis I., Kotsakis G.A., Mitsias M.E. The survival of indirect composite resin onlays for the restoration of root filled teeth: A retrospective medium-term study. *Int. Endod. J.* 2014;47:967–973. doi: 10.1111/iej.12242.
- [40] Fennis W., Kuijs R., Roeters F., Creugers N., Kreulen C. Randomized Control Trial of Composite Cuspal Restorations. *J. Dent. Res.* 2014;93:36–41. doi: 10.1177/0022034513510946.
- [41] D’Arcangelo C., Zarow M., DE Angelis F., Vadini M., Paolantonio M., Giannoni M., D’Amario M. Five-year retrospective clinical study of indirect composite restorations luted with a light-cured composite in posterior teeth. *Clin. Oral Investig.* 2013;18:615–624. doi: 10.1007/s00784-013-1001-8.
- [42] Dias M.C.R., Martins J.N., Chen A., Quaresma S.A., Luis H., Caramês J. Prognosis of Indirect Composite Resin Cuspal Coverage on Endodontically Treated Premolars and Molars: An In Vivo Prospective Study. *J. Prosthodont.* 2018;27:598–604. doi: 10.1111/jopr.12545.
- [43] Mounajjed R., Salinas T.J., Ingr T., Azar B. Effect of different resin luting cements on the marginal fit of lithium disilicate pressed crowns. *J. Prosthet. Dent.* 2018;119:975–980. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.08.001.
- [44] Zeller D.K., Fischer J., Rohr N. Viscous behavior of resin composite cements. *Dent. Mater. J.* 2021;40:253–259. doi: 10.4012/dmj.2019-313.
- [45] Marcondes R.L., Lima V.P., Barbon F.J., Isolan C.P., Carvalho M.A., Salvador M.V., Lima A.F., Moraes R.R. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dent. Mater.* 2020;36:1356–1364. doi: 10.1016/j.dental.2020.08.004.

- [46] Sato M., Fujishima A., Shibata Y., Miyazaki T., Inoue M. Nanoindentation tests to assess polymerization of resin-based luting cement. *Dent. Mater.* 2014;30:1021–1028. doi: 10.1016/j.dental.2014.05.034.
- [47] Bacchi A., Dobson A., Ferracane J., Consani R., Pfeifer C. Thio-urethanes Improve Properties of Dual-cured Composite Cements. *J.*
- [48] Bacchi A., Consani R.L., Martim G.C., Pfeifer C.S. Thio-urethane oligomers improve the properties of light-cured resin cements. *Dent. Mater.* 2015;31:565–574. doi: 10.1016/j.dental.2015.02.008.
- [49] Faria E., Silva A.L., Pfeifer C.S. Development of dual-cured resin cements with long working time, high conversion in absence of light and reduced polymerization stress. *Dent. Mater.* 2020;36:e293–e301. doi: 10.1016/j.dental.2020.06.005.
- [50] Bacchi A., Caldas R.A., Cesar P.F., Pfeifer C.S. Optical properties and colorimetric evaluation of resin cements formulated with thio-urethane oligomers. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2018;31:153–159. doi: 10.1111/jerd.12437
- [51] Santos MJ, Bapoo H, Rizkalla AS, Santos GC. Effect of dentin-cleaning techniques on the shear bond strength of self-adhesive resin luting cement to dentin. *Oper Dent.* 2011 Sep-Oct;36(5):512-20. doi: 10.2341/10-392-L. Epub 2011 Aug 11. PMID: 21834711.
- [52] Stona P, Borges GA, Montes MA, Júnior LH, Weber JB, Spohr AM. Effect of polyacrylic acid on the interface and bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *J Adhes Dent.* 2013 Jun;15(3):221-7. doi: 10.3290/j.jad.a29531. PMID: 23560256.
- [53] Moda MD, Fagundes TC, Briso ALF, Dos Santos PH. 2018. Analysis of the bond interface between self-adhesive resin cement to eroded dentin in vitro. *PLOS ONE* 13(11):e0208024
- [54] Mushashe AM, Gonzaga CC, Cunha LF, Furuse AY, Moro A, Correr GM. 2016. Effect of enamel and dentin surface treatment on the self-adhesive resin cement bond strength. *Brazilian Dental Journal* 27(5):537-542
- [55] De Munck J, Vargas M, VanLanduyt K, Hikita K, Lambrechts P, VanMeerbeek B. 2004. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dental Materials* 20(10):963-971
- [56] Sokolowski G, Szczesio A, Bociong K, Kaluzinska K, Lapinska B, Sokolowski J, Domarecka M, Lukomska-Szymanska M. 2018. Dental resin cements-the influence of water sorption on contraction stress changes and hydroscopic expansion. *Materials* 11(6):973
- [57] Pisani-Proença J, Erhardt MC, Amaral R, Valandro LF, Bottino MA, Del Castillo-Salmerón R. 2011. Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Journal of Prosthetic Dentistry* 105(4):227-235

Seznam obrázků

Obrázek 1	9
Obrázek 2	9
Obrázek 3	11
Obrázek 4	40
Obrázek 5	41

Seznam tabulek

Tabulka 1 Popisná statistika	25
Tabulka 2 Typ selhání kompozitní práce.....	26
Tabulka 3 Selhání práce v čase	26
Tabulka 4 Průměrná doba životnosti práce pro jednotlivé zuby	28
Tabulka 5 Selhání v závislosti na materiálu cementace	30
Tabulka 6 Selhání rekonstrukcí fixovaných s pomocí duálně tuhoucích kompozitních materiálů .	31
Tabulka 7 Tabulka porovnání selhání rekonstrukcí fixovaných s pomocí samoadhezivního cementu RelyX unicem a ostatních fixačních materiálů	32
Tabulka 8 Srovnání fraktur onlayí a overlayí	33
Tabulka 9 Pozice zubu a výskyt fraktury.....	34
Tabulka 10 Selhání rekonstrukcí fixovaných s pomocí materiálů typu flow	35
Tabulka 11 Porovnání pevnosti v tahu u keramických bločků fixovaných k dentinu jednotlivými cementy	39

Seznam Grafů

Graf. 1 Fixace protetických výrobkůstr.15

Graf 2. Vylučovací kritéria.....str.23

Seznam odborných publikací autora

Práce související s disertační prací

Staněk J, Riad A, Le A, Bernát M, Hammal M, Azar B. Survival of Prosthodontic Restorations Luted with Resin-Based versus Composite-Based Cements: Retrospective Cohort Study. *Materials (Basel)*. 2022 Jan 2;15(1):312. doi: 10.3390/ma15010312. PMID: 35009458; PMCID: PMC8746030.

Hammal M, Chlup Z, Ingr T, Staněk J, Mounajjed R. Effectiveness of dentin pre-treatment on bond strength of two self-adhesive resin cements compared to an etch-and-rinse system: an in vitro study. *PeerJ*. 2021 Oct 26;9:e11736. doi: 10.7717/peerj.11736. PMID: 34754615; PMCID: PMC8555495.

Staněk J, Elia Azar B, Fichtel T. Cement-Based Materials in Dentistry [Internet]. Reinforced Concrete - Recent Advances [Working Title]. IntechOpen; 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.106466>

Ostatní publikace

Jusku, A & Dodeková, T & Staněk, Ján & Ůzel, B & Jirásek, Petr & Polanská, V & Harvan, Ľ. (2022). FATIGUE FAILURE OF NICKEL-TITANIUM INSTRUMENTS IN ENDODONTICS AND ITS INFLUENCING FACTORS. *Česká stomatologie/Praktické zubní lékařství*. 122. 51-58. 10.51479/cspzl.2022.005.

Kovalský, T & Voborná, Iva & Míšová, E & Rosa, M & Polanská, V & Hepová, M & Staněk, Ján. (2022). ZIRCONIA CERAMICS: PROPERTIES AND CLASSIFICATION. *Česká stomatologie/Praktické zubní lékařství*. 122. 11-16. 10.51479/cspzl.2022.002.

Riad, Abanoub & Chuchmová, Veronika & Staněk, Ján & Hocková, Barbora & Attia, Sameh & Krsek, Martin & Klugar, Miloslav. (2022). Czech and Slovak Dental Students' Oral Health-Related Knowledge, Attitudes, and Behaviours (KAB): Multi-Country Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19. 2717. 10.3390/ijerph19052717.

Staněk, Ján & Riad, Abanoub & Slezakova, Simona & Azar, Basel & Klugarová, Jitka & Pokorná, Andrea & Klugar, Miloslav. (2021). Bar fracture of implant-retained overdenture: Protocol of a systematic review and meta-analysis. *Journal of Osseointegration*. 13. 10.23805/JO.2021.13.02.7.

Riad, Abanoub & Kassem, Islam & Staněk, Ján & Badrah, Mai & Klugarová, Jitka & Klugar, Miloslav. (2021). Aphthous Stomatitis in COVID-19 Patients: Case-series and Literature Review. *Dermatologic Therapy*. 34. 10.1111/dth.14735.

Staněk, Ján & Singh, K & Jusku, A & Hammal, Milad & Kralova, Natália & Hocková, Barbora & Azar, Basel. (2020). SCREW LOOSENING IN ABUTMENT: CAUSES, ORIGIN MECHANISM, COMPLICATIONS AND MANAGEMENT. Česká stomatologie/Praktické zubní lékařství. 120. 116-121. 10.51479/cspzl.2020.025.

Jusku, A. & Jirásek, Petr & Petřivalská, A. & Rosa, M. & Staněk, Ján & Harvan, L. (2020). UNICONE PLUS VS. UNICONE - IN VITRO CYCLIC FATIGUE STUDY AT DIFFERENT ENVIROMENTAL TEMPERATURES. Česká stomatologie/Praktické zubní lékařství. 120. 88-93. 10.51479/cspzl.2020.020.

Staněk, Ján & Pink, R. & Hammal, Milad & Voborná, Iva & Azar, Basel. (2019). Prosthetic restoration of missing upper canine, In the case of buccaly tilted implant. Česká stomatologie/Praktické zubní lékařství. 119. 112-117. 10.51479/cspzl.2019.027.

Seznam publikovaných abstrakt

A Novel Approach to the Full Arch Implants Conversion. R. Salloum, **J. Staněk**, Clinical Inovations presentation, Academy of Osseointegration 2023 Anual Meeting, Phoenix, Arizona

Chirurgická anatomie alveolo-antrální arterie, **Ján Staněk**, DENS SANUS OLOMUCENSIS 2022

Použití nanokrystalického stříbra v parodontologii, Fichtel T., **Staněk J.** Konference Úsměv 023 - Olomouc - Klinika zubního lékařství

OCHRANA ZUBNÍHO LŮŽKA PO EXTRAKCI **Staněk J.**, Azar B., Konference Úsměv 021 - Olomouc - Klinika zubního lékařství