proLékaře.cz | 10.11.2026



# EROZIVNÍ PŮSOBENÍ KYSELÝCH NÁPOJŮ NA POVRCH VÝPLŇOVÝCH MATERIÁLŮ

**Původní práce, in vitro studie**

# EROSIVE EFFECT OF ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE OF FILLING MATERIALS

**Original article, in vitro study**

English fulltext: www.prolekare.cz

**Holík P., Morozova Y., Rosa M., Voborná I.**
Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice, Olomouc

## SOUHRN

**Úvod a cíl:** Erozivně-abrazivní defekty tvrdých zubních tkání jsou vedle zubního kazu jednou z nejrozšířenějších patologií zubů. Dentální výplňové materiály určené k opravě těchto defektů musí být schopny odolat vlivům opotřebení – tedy erozi a abrazi – srovnatelně nebo lépe než sklovina, kterou nahrazují. Studie je zaměřena na zjištění povrchových změn výplňových materiálů různých kategorií po vystavení kyselému pH. Cílem je ověřit, že výplňové materiály odolají kyselinám lépe než zubní sklovina.
**Metodika:** Vzorky byly ponořeny do Coca-Coly (pH 2,4) na pět minut a pro názornost erozivního procesu také po dobu 14 dnů. Při zkoumání vzorků byla použita obrazová analýza pomocí konfokálního laserového skenovacího mikroskopu. Byly také vyhodnoceny změny v tvrdosti povrchu pomocí nanoindentace a výsledky byly porovnány se sklovinou.
**Výsledky:** Výplňové materiály, na rozdíl od skloviny, odolaly krátkodobé expozici bez signifikantních změn tvrdosti i vzhledu. Byly však pozorovány mikroskopické i makroskopické změny při expozici dlouhodobé. Tyto změny byly nejvíce patrné u skupiny skloionomerních výplňových materiálů.
**Závěr:** Pozorování jasně prokázalo výrazně vyšší odolnost výplňových materiálů vůči kyselému prostředí, než jakou vykazuje sklovina.

**Klíčová slova: nekariézní defekty, eroze, výplň, nanoindentace, optická analýza**

## SUMMARY

**Introduction, aim:** Erosive-abrasive defects of hard dental tissues are, in addition to tooth decay, one of the most common dental pathologies. Dental filling materials designed to repair these defects must be able to withstand the effects of wear – that is, erosion and abrasion – comparable or better than the enamel they replace. The study is focused on determining the surface changes of filling materials of various categories after exposure to acidic pH. The aim is to verify that the filling materials resist acids better than tooth enamel.
**Methods:** The immersion of the samples took place in Coca-Cola (pH 2.4) for 5 minutes and for the sake of the erosive process also for 14 days. Image analysis using a confocal laser scanning microscope was used to examine the samples. Changes in surface hardness were also evaluated by nanoindentation and compared with enamel.
**Results:** The tested filling materials, contrary to the enamel, withstood short-term exposure without significant changes in hardness and appearance. However, micro and macroscopic changes were observed during long-term exposure. These changes were most evident in the group of glass ionomer filling materials.
**Conclusion:** The observations clearly showed a significantly higher resistance of the filling materials to the acidic environment than that of the enamel.

**Key words: non-carious defects, erosion, filling, nanoindentation, optical analysis**

Holík P, Morozova Y, Rosa M, Voborná I.
Erozivní působení kyselých nápojů na povrch výplňových materiálů.
Čes stomatol Prakt zubní lék. 2022; 122(4): 17–27. doi: 10.51479/cspzl.2022.003

proLékaře.cz | 10.11.2026



## ÚVOD

Eroze je ztráta tvrdých zubních tkání působením kyselin na povrch zubu, která není zapříčiněna mikroorganismy. Definice pochází z roku 1949 a autory jsou Zipkin a McClure [1, 2]. Kyseliny mohou být původu buď endogenního, nebo exogenního.

V etiologii opotřebení zubů se mohou současně uplatnit dva i více mechanismů. Multifaktoriální vlivy zahrnují tři základní mechanismy, jako jsou frikce, chemické vlivy a zátěž v důsledku komprese, flexe a tenze. Různé typy nekariézních zubních lézí jsou výsledkem jejich izolovaného nebo kombinovaného působení u daného jedince [1].

Erozivní léze lze rozdělit podle původu do čtyř skupin [1]:

**1. Dietní** – častá a nadměrná konzumace kyselých potravin.

**2. Regurgitační** – příčinou jsou žaludeční kyseliny.

**3. Profesionální nebo industriální** – působením kyselin používaných v zaměstnání nebo přítomných v životním prostředí.

**4. Idiopatické** – nejasného původu, zvýšený obsah kyseliny citronové ve slinách.

Vliv kyselin na zubní tkáně byl již mnohokrát popsán a prozkoumán v laboratorních i klinických podmínkách [3, 4]. Anorganická složka dentinu a skloviny je tvořena karbonátovým hydroxyapatitem. Kyseliny se v ústní dutině vyskytují v disociované formě v podobě vodíkového kationtu $H^+$ a aniontu kyselinového zbytku. Vodíkový kationt reaguje s fosfátovým a karbonátovým aniontem z tvrdých zubních tkání [5]. Kromě toho anionty organických kyselin (např. kyselina citronová) mohou vytvářet komplexní sloučeniny s vápníkem hydroxyapatitu. Tyto anionty jsou známy jako chelátotvorná agens [6]. Výsledkem těchto procesů je uvolnění minerálů z krystalické mřížky tvrdých zubních tkání, což vede ke snížení tvrdosti povrchu zubu [7]. Kyseliny z nápojů spadají do kategorie kyselin dietetického původu. Snižují pH ústní dutiny až po dobu 15 minut [8]. Jeden z nejznámějších nápojů po celém světě je Coca-Cola. Tento nápoj se také, kvůli svému celosvětově neměnnému složení, nejčastěji používá k testování zubních tkání a jejich odolnosti vůči erozi.

Kyseliny však nepůsobí jen na tvrdé zubní tkáně, ale také na všechny umělé materiály, které se v ústech nacházejí. V tomto článku se zaměříme na výplňové materiály.

Lze předpokládat situaci, kdy erozivní defekt zubu způsobí expozici dentinu, a tím může docházek k dráždění zubní dřeně. Zároveň toto poškození zubu v závislosti na rozsahu mění tvar, a tím i funkci zubu – tedy artikulaci a v neposlední řadě také estetiku. Tento defekt je potřeba vyplnit pomocí některého z výplňových materiálů, a vytvořit tak bariéru mezi exponovaným dentinem a prostředím ústní dutiny. Tento materiál, pokud nedojde k úpravě dietetických návyků pacienta, však také bude vystavován kyselému pH [9].

Odolnost vůči kyselinám je zásadním atributem každého výplňového materiálu. Lze předpokládat rozdílnou odolnost různých typů výplní [10]. Od amalgámu, u kterého je předpoklad úplné inertnosti vůči kyselinám, přes kompozitní materiály, u nichž záleží na použitém pojivu a plnivu, až po skloionomerní materiály, které kvůli svému remineralizačnímu potenciálu mohou být náchylné k rychlé demineralizaci [11, 12].

Cílem této studie bylo zjistit změny tvrdosti povrchu různých výplňových materiálů při vystavení kyselému pH. Dále porovnat odolnost těchto materiálů a skloviny.

## METODIKA A MATERIÁLY

V našem in vitro výzkumu jsme použili zástupce několika kategorií výplňových materiálů běžně užívaných v ordinaci zubního lékaře:

- Skloionomerní pryskyřicí modifikovaný výplňový cement tuhnoucí duálně Harvard Ionoresin Fill (Harvard, Německo) – výplňový materiál v barvě zubu, indikovaný k výplním I., II. a V. třídy u dočasných zubů, u stálých zubů pro V. třídu a nezatížené výplně I. a II třídy, také pro provizorní výplně.
- Skloionomerní výplňový cement tuhnoucí acidobazickou reakcí Omnifill C (Omnident, Německo) – výplňový materiál v barvě zubu, indikovaný k ošetření dočasných zubů, klínových defektů, kavit III. a I. třídy podle Blacka menšího rozsahu.
- Nanofilní kompozitní materiál Filtek Ultimate (3M ESPE, USA) – s obsahem plniva 55,6 objemových procent, velikost agregovaných částic je 0,6 μm až 20 μm, estetický výplňový a dostavbový materiál se širokou indikací.
- Nanofilní kompozitní materiál typu flow Filtek Ultimate Flow (3M ESPE, USA) – s obsahem plniva 46 objemových procent, velikost agregovaných částic je od 20 nm do 5 μm, estetický výplňový materiál indikovaný do kavit III. a V. Blackovy třídy, do minimálně invazivních kavit, ošetření drobných defektů u nepřímých výplní, pečetění jamek a fisur.

proLékaře.cz | 10.11.2026



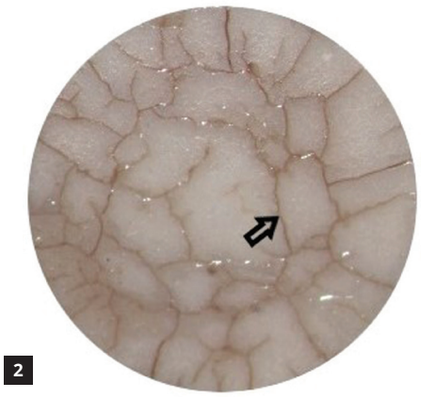
**Tab. 1** Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Harvard Ionoresin Fill
***Tab. 1*** *Values of average hardness along with statistical evaluation – Harvard Ionoresin Fill*

| | Průměr (GPa) | SD (GPa) | Median (GPa) | Min. (GPa) | Max. (GPa) | Wilcoxon paired test (hodnota p) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Voda – neutrální pH (referenční hodnota) | 0,78 | 0,38 | 0,65 | 0,3 | 1,5 | |
| Coca-Cola – expozice 5 minut | 0,73 | 0,4 | 0,55 | 0,3 | 1,4 | 0,644 |
| Coca-Cola – expozice 14 dní | - | - | - | - | - | - |



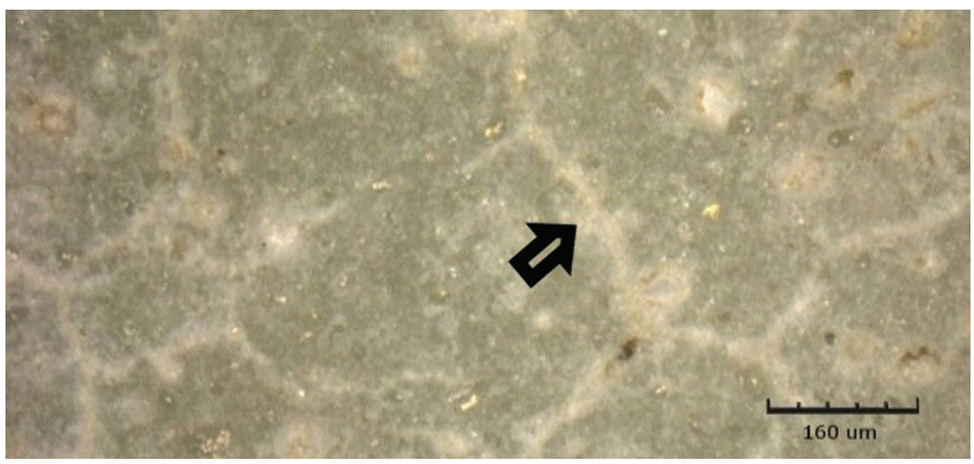
**Obr. 1**
Kontrolní vzorek Harvard Ionoresin Fill ve vodě

***Fig. 1***
*Harvard Ionoresin Fill control in water*



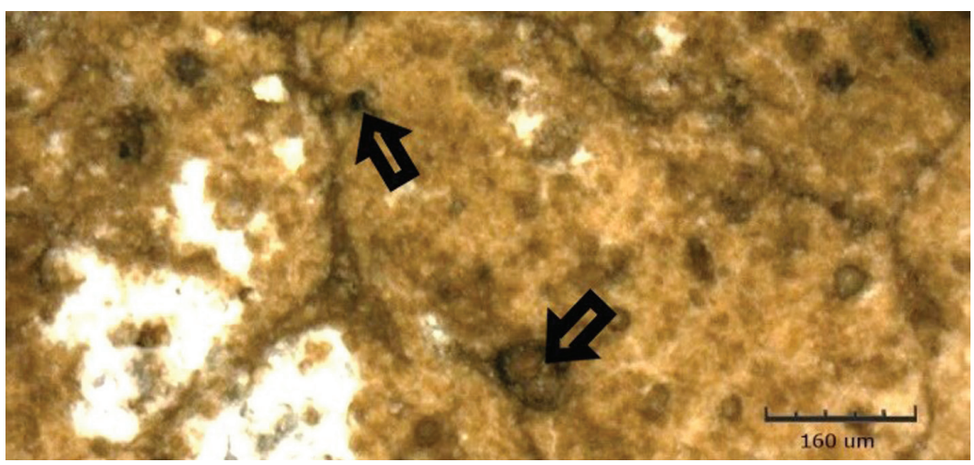
**Obr. 2**
Harvard Ionoresin Fill v kyselém pH po 14 dnech

***Fig. 2***
*Harvard Ionoresin Fill at acidic pH after 14 days*




**Obr. 3**
Kontrolní vzorek Harvard Ionoresin Fill ve vodě, zobrazeno CLSM

***Fig. 3***
*Harvard Ionoresin Fill control in water, shown by CLSM*




**Obr. 4**
Harvard Ionoresin Fill v kyselém pH po 14 dnech, zobrazeno CLSM

***Fig. 4***
*Harvard Ionoresin Fill at acidic pH after 14 days, shown by CLSM*

proLékaře.cz | 10.11.2026



• Non-gamma 2 kapslový amalgám strojově míchaný GS-80 (SDI, Austrálie) – výplňový materiál ze slitiny kovů a rtuti, pro svou odolnost a nízkou estetiku je indikován spíše do postranního úseku chrupu.

Z každého materiálu byl do silikonové matrice připraven vzorek tvaru disku o průměru 5 mm a tloušťce 3 mm, po vytvrzení byly vzorky vyleštěny disky OptiDisc (KerrHawe, Švýcarsko) Coarse/Medium o zrnitosti 40 µm, Fine o zrnitosti 20 µm a Extra Fine o zrnitosti 10 µm v mikromotoru. Pro srovnání byl použit vzorek skloviny ze studie doktorky Morozove upravený a testovaný stejným způsobem při expozičním čase pět minut v Coca-Cole [13].

Vzorky byly ponořeny do Coca-Coly (pH 2,4; Coca-Cola HBC, Česká republika, složení: voda, cukr, kyselina uhličitá, barvivo E150d, kyselina fosforečná, aroma, kofein) [1, 14] po dobu pěti minut a pro názornost erozivního procesu také po dobu 14 dnů. Kontrolní vzorek každého materiálu byl po stejnou dobu uchován ve vodě.

Poté byly vzorky vyjmuty a bylo provedeno měření tvrdosti pomocí nanoindentace. V našich experimentech jsme používali indentační sílu o velikosti 10 mN aplikovanou na kalibrovaný Berkovičův indentor, přičemž zatěžování a následné odlehčování probíhalo rychlostí 0,5 mN/s. Vzorek byl vystaven maximální indentační zátěži po dobu pěti sekund. Na každém vzorku bylo provedeno šest měření. Jednotlivé vtisky byly umístěny v lineární matici, vzdálenost mezi vtisky činila 30 µm. Vtisková tvrdost (nanoindentační tvrdost) byla určena z experimentálních indentačních křivek pomocí metody navržené Oliverem a Pharrem [15]. Analyzovány byly pouze křivky standardního tvaru. Charakteristické střední hodnoty mikrotvrdosti příslušného vzorku byly vždy vypočteny z nejméně čtyř nezávislých měření a jsou uvedeny v GPa [13]. Pro statistické zpracování výsledků byl zvolen jednovýběrový Wilcoxonův test při hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Byla také provedena optická analýza digitálním světelným mikroskopem a mikroskopem konfokálním LEXT OLS 3100 (confocal laser scanning microscopy – CLSM).

## VÝSLEDKY

### Optická analýza jednotlivých materiálů

#### Skloionomerní výplňový materiál – Harvard Ionoresin Fill

Kontrolní vzorek materiálu se při makroskopickém pozorování zdá být hladký a lesklý **(obr. 1)**, na druhém vzorku i bez zvětšení vidíme hnědé linie, které se objevily až po expozici Coca-Cole **(obr. 2)**. Erozivní proces probíhal nejintenzivněji na predilekčních liniích, patrný však byl na celém povrchu vzorku, kde způsobil mírné zvýšení drsnosti, a tím zmatnění. Lze zaznamenat vyleptanou povrchovou nerovnost, do níž kyselý nápoj vtekl, a usadilo se v ní barvivo. Také na snímku vzorku vystaveného pouze vodě lze pozorovat nehomogenní povrch – v povrchu není patrná rýha nebo vryp, spíše nerovnoměrné tuhnutí materiálu způsobilo vznik míst s odlišnou mírou nasycení plniva **(obr. 3)**.

Po dvou týdnech v Coca-Cole povrch vykazuje četné defekty zasahující hluboko pod povrch výplně **(obr. 4)**. Dále byla zaznamenána vrstva vysoce erodovaného měkkého materiálu pokrývající povrch.

Naměřené hodnoty tvrdosti ukazují, že po pětiminutové expozici kyselému prostředí se tvrdost signifikantně nezměnila. Dlouhodobá expozice však poškodila povrch natolik, že tvrdost nebyla měřitelná **(tab. 1)**.

#### Skloionomerní výplňový materiál – Omnifill C

Chemicky tuhnoucí skloionomerní cement Omnifill C obsahuje drobné defekty povrchu **(obr. 5)**, tím je dán menší lesk a větší drsnost. Nepozorujeme však rozdílnou distribuci plniva, vzorek se zdá více homogenní. Na povrchu erodovaného vzorku jsou hluboké erozivní defekty. Oproti předchozímu vzorku však nejsou patrny makroskopické infrakce. Povrch je značně nerovný a velmi náchylný k mechanickému opotřebení i prostému otěru o jiný výrazně méně tvrdý povrch **(obr. 6)**.

Také na mikroskopické úrovni pozorujeme vyšší homogenitu a nízký výskyt povrchových nerovností, což však může být dáno pouze zaměřením snímku **(obr. 7)**. Po expozici Coca-Cole po 14 dnech vznikly hluboké ostře ohraničené defekty, ve kterých se usadilo barvivo z nápoje a celý povrch vykazuje minimální tvrdost **(obr. 8)**.

Hodnoty tvrdosti se po pětiminutové expozici, stejně jako u minulého případu, signifikantně nezměnily. Po dlouhodobé expozici i zde vzorek erodoval natolik, že se tvrdost nepodařila nanoindentací změřit **(tab. 2)**.

#### Kompozitní výplňový materiál – Filtek Ultimate

Makroskopicky není pozorovatelný žádný rozdíl mezi vzorky v kyselém a neutrálním pH, oba si zachovaly lesk, hladký povrch i tvrdost **(obr. 9, 10)**.

proLékaře.cz | 10.11.2026



**Tab. 2** Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Omnifill C
***Tab. 2*** *Values of average hardness along with statistical evaluation – Omnifill C*

| | Průměr (GPa) | SD (GPa) | Median (GPa) | Min. (GPa) | Max. (GPa) | Wilcoxon paired test (hodnota p) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Voda – neutrální pH (referenční hodnota) | 1,01 | 0,45 | 1,1 | 0,4 | 1,6 | |
| Coca-Cola – expozice 5 minut | 0,96 | 0,49 | 0,8 | 0,4 | 1,6 | 0,767 |
| Coca-Cola – expozice 14 dní | - | - | - | - | - | - |



5



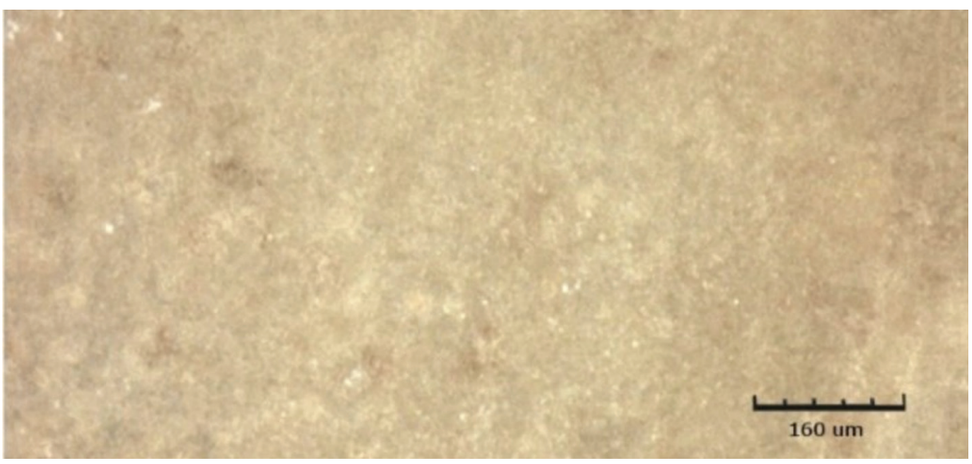
6

**Obr. 5**
Kontrolní vzorek Omnifill C ve vodě

***Fig. 5***
*Omnifill C control sample in water*

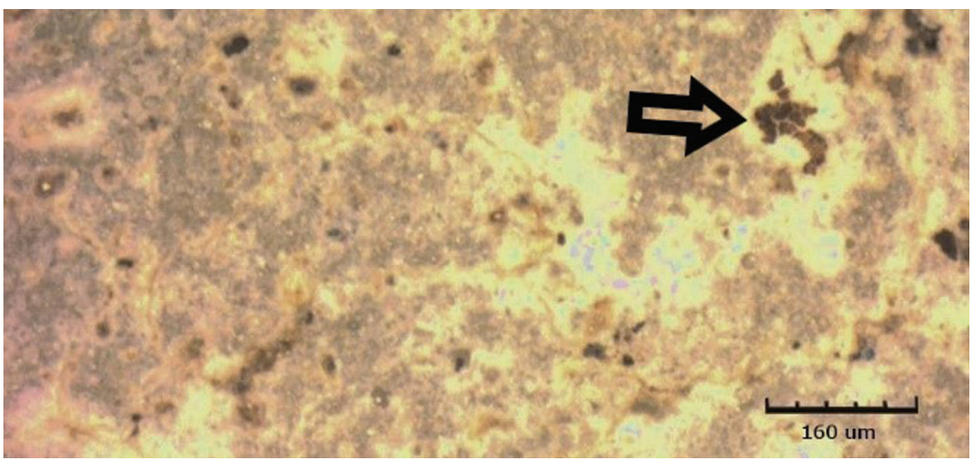
**Obr. 6**
Omnifill C vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

***Fig. 6***
*Omnifill C exposed to acidic pH for 14 days*




**Obr. 7**
Kontrolní vzorek Omnifill C ve vodě, zobrazeno CLSM

***Fig. 7***
*Control sample of Omnifill C in water, shown by CLSM*




**Obr. 8**
Omnifill C vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

***Fig. 8***
*Omnifill C exposed to acidic pH for 14 days, shown by CLSM*

proLékaře.cz | 10.11.2026



**Tab. 3** Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti jednotlivý materiálů spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Filtek Ultimate
***Tab. 3*** *Values of average hardness along with statistical evaluation – Filtek Ultimate*

| | Průměr (GPa) | SD (GPa) | Median (GPa) | Min. (GPa) | Max. (GPa) | Wilcoxon paired test (hodnota p) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Voda – neutrální pH (referenční hodnota) | 0,9 | 0,22 | 0,9 | 0,5 | 1,2 | |
| Coca-Cola – expozice 5 minut | 0,91 | 0,2 | 0,9 | 0,6 | 1,3 | 1 |
| Coca-Cola – expozice 14 dní | 0,87 | 0,26 | 0,85 | 0,5 | 1,3 | 1 |

**Obr. 9**
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate ve vodě

***Fig. 9***
*Filtek Ultimate control sample in water*



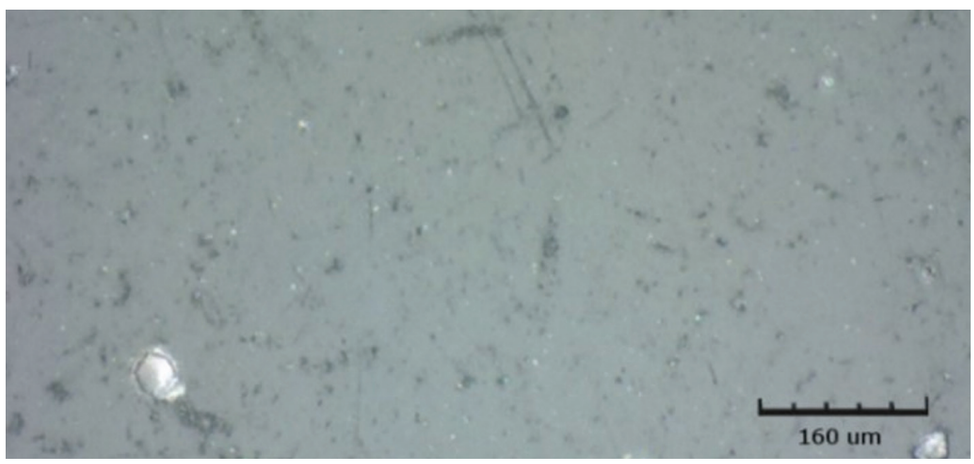
9

**Obr. 10**
Filtek Ultimate vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

***Fig. 10***
*Filtek Ultimate exposed to acidic pH for 14 days*

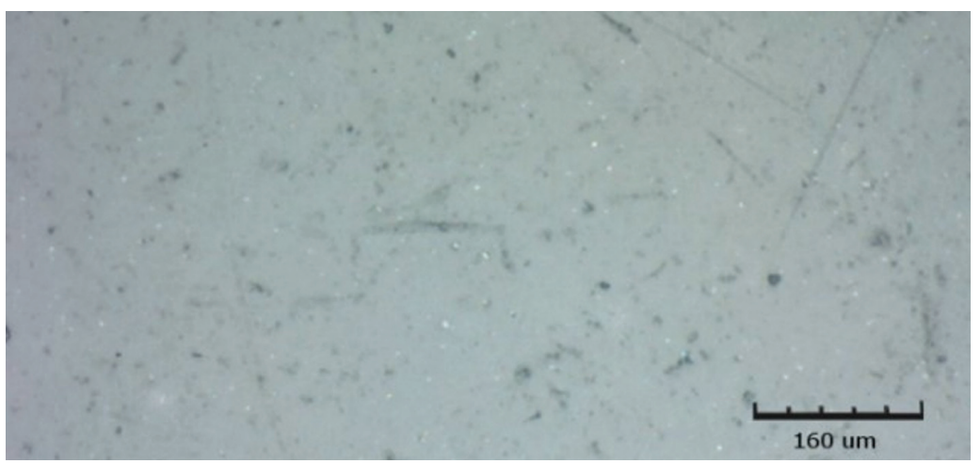


10




**Obr. 11**
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate ve vodě, zobrazeno CLSM

***Fig. 11***
*Filtek Ultimate in water sample, shown by CLSM*




**Obr. 12**
Filtek Ultimate vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

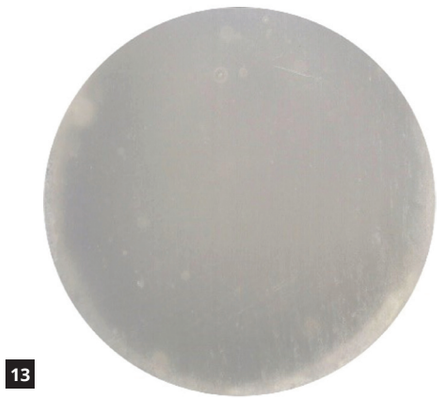
***Fig. 12***
*Filtek Ultimate exposed to acidic pH for 14 days, shown by CLSM*

proLékaře.cz | 10.11.2026



**Tab. 4** Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Filtek Ultimate Flow
***Tab. 4*** *Values of average hardness along with statistical evaluation – Filtek Ultimate Flow*

| | Průměr (GPa) | SD (GPa) | Median (GPa) | Min. (GPa) | Max. (GPa) | Wilcoxon paired test (hodnota p) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Voda – neutrální pH (referenční hodnota) | 0,65 | 0,16 | 0,65 | 0,4 | 0,9 | |
| Coca-Cola – expozice 5 minut | 0,72 | 0,21 | 0,8 | 0,4 | 1 | 1 |
| Coca-Cola – expozice 14 dní | 0,6 | 0,16 | 0,65 | 0,4 | 0,8 | 1 |



13



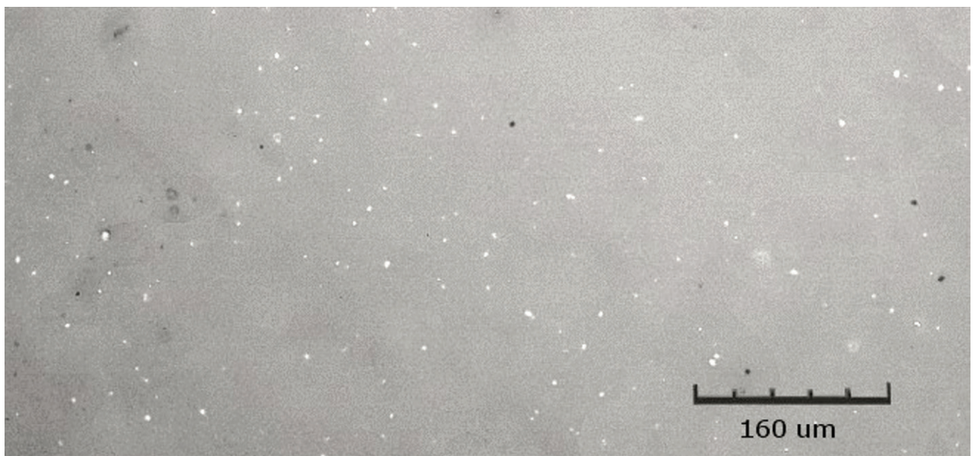
14

**Obr. 13**
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate Flow ve vodě

***Fig. 13***
*Filtek Ultimate Flow control sample in water*

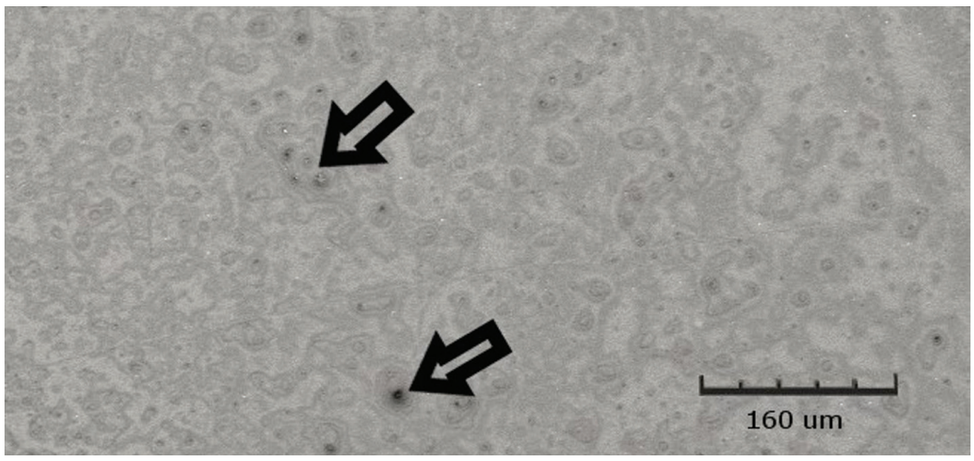
**Obr. 14**
Filtek Ultimate Flow vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

***Fig. 14***
*Filtek Ultimate Flow exposed to acidic pH for 14 days*




**Obr. 15**
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate Flow ve vodě, zobrazeno CLSM

***Fig. 15***
*Filtek Ultimate Flow control sample in water, shown by CLSM*




**Obr. 16**
Filtek Ultimate Flow vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

***Fig. 16***
*Filtek Ultimate Flow exposed t o acidic pH for 14 days, shown by CLSM*

proLékaře.cz | 10.11.2026



Při použití konfokálního laserového skenovacího mikroskopu lze potvrdit, že homogenita a kompaktnost povrchu kompozitní výplně zůstávají výborné i po 14denní expozici Coca-Cole a predilekční místa vyššího erozivního poškození jsou jen drobná **(obr. 11, 12)**. Je třeba poznamenat, že vzhledem ke složení materiálu to lze očekávat a že eroze bude pouze nepatrná. Po 14denní expozici Coca-Cole došlo k uvolnění několika drobných částic nebo spíše shluků těchto částic, jinak je však povrch i po této dlouhodobé expozici beze změn.

Tvrdost vzorků uložených ve vodě a v Coca-Cole je stejná, a to po krátkodobé i dlouhodobé expozici **(tab. 3)**. Nebyla tedy prokázána signifikantní změna tvrdosti.

**Kompozitní materiál v konzistenci FLOW – Filtek Ultimate Flow**

Původní materiál je makroskopicky velmi hladký a lesklý **(obr. 13)**. Coca-Cola však vyvolala ztrátu lesku na některých částech povrchu vzorku **(obr. 14)**.

Eroze povrchu je po 14 dnech v mikroskopu již patrná, nezasahuje však do hlubších struktur materiálu. Oproti kontrolnímu vzorku **(obr. 15)** chybí také některé větší shluky plnivových částic **(obr. 16)**. Pozorujeme tzv. delaminaci vrstev [16]. Tento mechanismus eroze, kdy se jednotlivé vrstvy plniva odlupují, odkrývá hlubší vrstvy, které jsou sice topograficky nerovné, ale není v nich snížená tvrdost. Naopak u hybridních materiálů, kde není homogenní distribuce plniva, lze naměřit pod deskvamovanou vrstvou oblast s vyšší koncentrací částic plniva, a tím i tvrdší při indentačním měření. Tyto výsledky lze nalézt ve studii Hong-Yi Fana z roku 2014 [17].

Změřená tvrdost po pětiminutové erozi v Coca-Cole odpovídá výše uvedené studii, došlo k mírnému zvýšení. To však mohlo být způsobeno i odlišným charakterem zkoumané oblasti. Nepovažujeme tuto změnu z hlediska statistiky za signifikantní. Po 14denní expozici se opět tvrdost signifikantně nezměnila **(tab. 4)**.

**Amalgám**

Amalgámové výplně uvádíme pro úplnost našeho měření. Potvrdil se náš předpoklad, že kapslový non-gama-2 amalgám jako výplňový materiál není nijak ovlivňován kyselým prostředím. Na snímcích nelze pozorovat žádné makroskopické rozdíly mezi kontrolním vzorkem a vzorkem vystaveným kyselému pH **(obr. 17, 18)**.

V mikroskopu jsou rozdíly mezi vzorky jen minimální a lze je přisoudit pouze rozdílnému lokálnímu charakteru zkoumané oblasti vzorků. Žádný defekt, který by potenciálně mohl ohrozit výplň jako takovou nebo být alespoň makroskopicky patrný, nebyl zaznamenán. Fotografie z konfokálního mikroskopu jsou pro vyšší záchyt drobných defektů pořízeny ve větším zvětšení **(obr. 19, 20)**.

Žádné změny nenastaly ani v hodnotách tvrdosti, a to ani po dlouhodobé expozici v erozivním prostředí **(tab. 5)**. Ze zkoumaných materiálů se amalgám jeví vůči erozi nejvíce rezistentní.

Souhrn výsledků testování tvrdosti nanoindentací uvádíme pro přehlednost v **tabulce 6**.

## DISKUSE

Podle našeho pozorování jsou výplňové materiály ovlivněny kyselým prostředím pouze minimálně ve srovnání s tvrdými zubními tkáněmi. Skloionomerní cementy vzhledem k obsahu vápníku jsou náchylné k erozím povrchu již po poměrně krátké expozici, avšak v porovnání se zubními tkáněmi nelze říci, že eroze povrchu bude pravděpodobnou příčinou fatálního selhání výplně [18]. Spíše to bude prekurzor dalších navazujících poškození, jako je mechanické opotřebení, vrypy, a hlavně predilekční místa fraktur. Z klinického pozorování vyplývá, že skloionomerní výplň selže při mechanickém namáhání nejčastěji frakturou [19].

Amalgám se jako materiál odolný proti kyselému pH osvědčil nejlépe. Nebyly pozorovány žádné známky erozí povrchu. V porovnání se sklovinou lze tedy předpokládat, a klinická pozorování to potvrzují, že amalgám bude odolávat kyselinám lépe než zub samotný nebo než jiný výplňový materiál [20]. Vzhledem k náročnosti amalgámu na tvar kavity a retenci a esteticky nevyhovujícím vlastnostem však není a nebude volbou pro řešení erozivních defektů [21].

Výplně zhotovené z kompozitního materiálu odolaly kyselému prostředí lépe než sklovina. Došlo pouze k mikroskopickým změnám povrchu a deskvamaci povrchových částic plniva. Makroskopické změny nebyly patrné. Jistý vliv na erozi povrchu kompozit však má jejich složení. Organické kyseliny snadněji rozpouští Bis-GMA polymery a dochází k uvolňování částic plniva. Je to pravděpodobně dáno i tím, že UEDMA/TEGDMA dosahují vyššího stupně konverze než Bis-GMA. V závislosti na typu pojiva byla klinicky pozorována rozdílná rychlost

proLékaře.cz | 10.11.2026

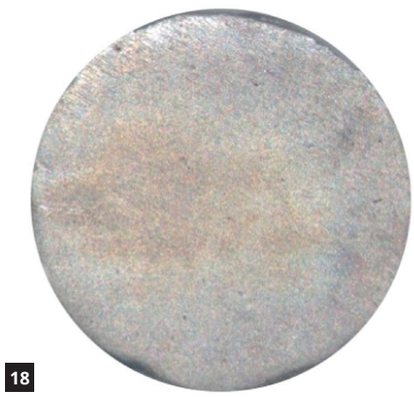


**Tab. 5** Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – amalgám
***Tab. 5*** *Values of average hardness along with statistical evaluation – amalgam*

| | Průměr (GPa) | SD (GPa) | Median (GPa) | Min. (GPa) | Max. (GPa) | Wilcoxon paired test (hodnota p) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Voda – neutrální pH (referenční hodnota) | 2,25 | 0,38 | 2,3 | 1,6 | 2,7 | |
| Coca-Cola – expozice 5 minut | 2,23 | 0,28 | 2,25 | 1,8 | 2,6 | 1 |
| Coca-Cola – expozice 14 dní | 2,24 | 0,34 | 2,25 | 1,7 | 2,8 | 1 |



17



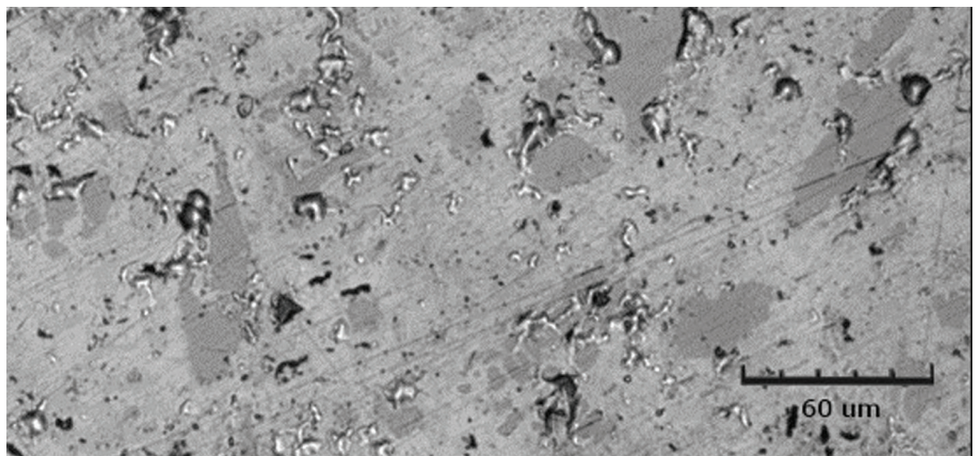
18

**Obr. 17**
Kontrolní vzorek amalgámu ve vodě

***Fig. 17***
*Amalgam control sample in water*

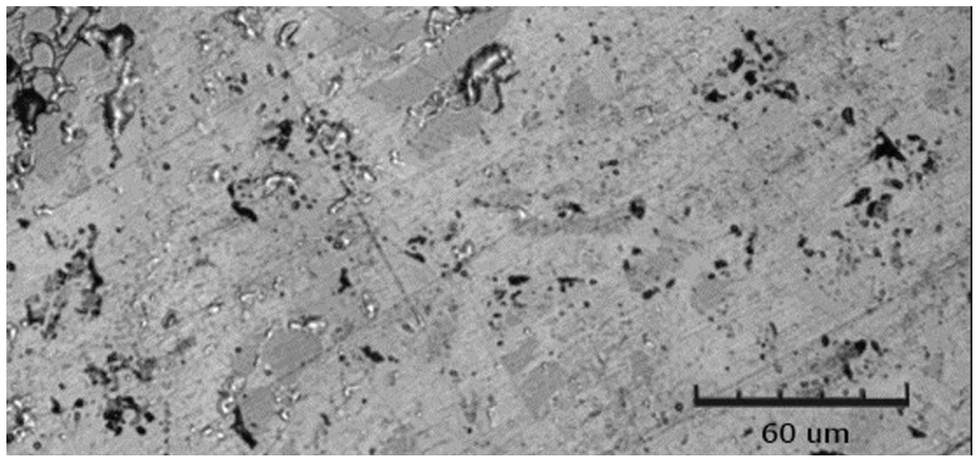
**Obr. 18**
Amalgám vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

***Fig. 18***
*Amalgam exposed to acidic pH for 14 days*




**Obr. 19**
Kontrolní vzorek amalgámu ve vodě, zobrazeno CLSM

***Fig. 19***
*Amalgam control sample in water, shown by CLSM*




**Obr. 20**
Amalgám vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

***Fig. 20***
*Amalgam exposed to acidic pH for 14 days, shown by CLSM*

proLékaře.cz | 10.11.2026



**Tab. 6** Měření tvrdosti nanoindentací – souhrn
***Tab. 6*** *Hardness measurement – summary*

| | Tvrdost (GPa) voda neutrální pH | Tvrdost (GPa) Coca-Cola po 5 min | Snížení tvrdosti v % po 5 min | Tvrdost (GPa) Coca-Cola po 14 dnech |
|---|---|---|---|---|
| Harvard Ionoresin Fill | 0,78 ± 0,38 | 0,73 ± 0,4 | 6 % | - |
| Omnifill C | 1,01 ± 0,45 | 0,96 ± 0,49 | 5 % | - |
| Filtek Ultimate | 0,9 ± 0,22 | 0,91 ± 0,2 | 0 % | 0,87 ± 0,26 |
| Filtek Ultimate Flow | 0,65 ± 0,16 | 0,72 ± 0,21 | 0 % | 0,6 ± 0,16 |
| Amalgám | 2,25 ± 0,38 | 2,23 ± 0,28 | 1 % | 2,24 ± 0,34 |
| Sklovina [13] | 5,00 ± 0,50 | 2,90 ± 1,00 | 42 % | - |

opotřebení [22]. Z hlediska povrchu a jeho odolnosti vůči kyselinám však kompozitní materiál obstál výborně, což prokazují i další studie [17, 18, 23]. Díky adhezivní retenci materiálu i na drobných erozivních defektech bez nutnosti preparovat retenční kavitu se tento typ materiálu jeví jako ideální volba [9]. Lze jej využít i preventivně jako ochrannou vrstvu, která chrání tvrdé zubní tkáně před kyselinami [24]. Primární a nejdůležitější v ošetření erozí však zůstává zjištění a odstranění příčiny [25].

Největší limitací této studie bylo omezené spektrum materiálů. Dalším logickým krokem by mohlo být detailní prozkoumání a porovnání materiálů v dané skupině mezi sebou. Jak bylo uvedeno výše, různé typy monomerů reagují na kyselé prostředí s různou citlivostí. Stejně tak skloionomerní materiály jsou dnes vyráběny v širokém spektru zásadních modifikací, které by mohly mít vliv na výsledek erozivního testu.

## ZÁVĚR

U žádného z testovaných vzorků nedošlo jeho vystavením Coca-Cole na dobu pěti minut ke snížení jeho tvrdosti. U všech testovaných výplňových materiálů došlo po pětiminutové expozici Coca-Cole k menší změně tvrdosti než u skloviny.

V případě dlouhodobé expozice (14 dnů) byly vzorky obou skloionomerních výplňových materiálů (Harvard Ionoresin Fill, Omnifill C) erodované natolik, že jejich povrchová tvrdost nebyla již nanoindentací měřitelná. Naopak u vzorků amalgámu a kompozitních materiálů (Filtek Ultimate, Filtek Ultimate Flow) nedošlo k výraznější změně tvrdosti ve srovnání se vzorkem ve vodě.

**MDDr. Pavel Holík**
Klinika zubního lékařství UP a FN
Palackého 12
779 00 Olomouc
e-mail: holikpavel@volny.cz

SVĚTOVÝ DEN ÚSTNÍHO ZDRAVÍ 2022

Světový den ústního zdraví
20. březen

Mezinárodní projekt pod názvem World Oral Health Day (WOHD) organizuje od roku 2008 Světová dentální federace (FDI) společně s přibližně 150 národními dentálními asociacemi a ve spolupráci s globálními partnery.

Tato preventivní osvětová akce s celosvětovým dosahem se každým rokem slaví 20. března. Česká stomatologická komora připravila program, který probíhá v průběhu celého měsíce března.
**https://sduz.cz/**

proLékaře.cz | 10.11.2026



## LITERATURA

**1. Morozova J.**
Erozivní defekty tvrdých zubních tkání: Část 1. Čes stomatol Prakt zubní lék. 2011; 59(1): 4–13.
**2. Lussi A.**
Eroze zubů: vyšetření, diagnóza, rizikové faktory. Prophylaxis dialogue.
Zvláštní vydání o erozi. 2009/2010: 13–16.
**3. Saads Carvalho T, Lussi A.**
Acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear.
In: Zohoori FV, Duckworth RM. The impact of nutrition and diet on oral health.
Basel: Karger; 2020, 91–98.
**4. Joshi M, Joshi N, Kathariya R, Angadi P, Raikar S.**
Techniques to evaluate dental erosion: A systematic review of literature. J Clin Diagn Res. 2016; 10(10): ZE01–ZE07. doi:10.7860/JCDR/2016/17996.8634
**5. Lussi A, Ganss C.**
Erosive tooth wear. Basel: Karger; 2014, 163–179.
**6. Lussi A, Addy M, Angmar-Mansson B.**
Dental erosion from diagnosis to therapy.
Basel: Karger; 2006, 67–69, 130–135.
**7. Rajeev G, Lewis AJ.**
A time based objective evaluation of the erosive effects of various beverages on enamel and cementum of deciduous and permanent teeth. J Clin Exp Dent. 2020; 12(1): e1–e8. doi:10.4317/jced.55910
**8. Hans R, Thomas S, Garla B, Dagli RJ, Hans MK.**
Effect of various sugary beverages on salivary pH, flow rate, and oral clearance rate amongst adults. Scientifica (Cairo). 2016; 2016: 5027283. doi: 10.1155/2016/5027283
**9. Loomans B, Opdam N, Attin T, Bartlett D, Edelhoff D, Frankenberger R, Benic G, Ramseyer S, Wetselaar P, Sterenborg B, Hickel R, Pallesen U, Mehta S, Banerji S, Lussi A, Wilson N.**
Severe tooth wear: European consensus statement on management guidelines.
J Adhes Dent. 2017; 19(2): 111–119.
doi: 10.3290/j.jad.a38102
**10. Ahmed ME.**
Surface hardness assessment of tooth substrates and different esthetic restorative materials after Immersion in different acidic media. Int J Dent Oral Heal. 2018; 4(11): 178–183.
**11. Aliping-McKenzie M, Linden RW, Nicholson JW.**
The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. J Oral Rehabil. 2004; 34(11): 1046–1052.
**12. Ozdemir-Ozenen D, Sungurtekin-Ekci E, Ozenen G.**
Effect of common daily acidic beverages on the surface roughness of glass ionomer-based dental restorative biomaterials.
Glass Phys Chem. 2019; 45(6): 496–502.
**13. Morozova J, Zapletalová Z, Čtvrtlík R, Ranc V.**
Effect of selected acidic foodstuffs and beverages on enamel mechanical properties of human extracted teeth and their role in dental erosion origin. Čes stomatol Prakt zubní lék. 2012; 112(3): 77–87.
**14. Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A.**
Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. Oral Dis. 2005; 11(1): 7–12.
**15. Oliver WC, Pharr GM.**
An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. J Mater Res. 1992; 7(6): 1564–1583.
**16. Onat A.**
Mechanical and dry sliding wear properties of silicon carbide particulate reinforced aluminium-copper alloy matrix composites produced by direct squeeze casting method. J Alloys Compd. 2010; 489(1): 119–124.
**17. Hong-Yi F, Xue-Qi G, Yang L, Zhuo-Li Z, Hai-Yang Y.**
The nanomechanical and tribological properties of restorative dental composites after exposure in different types of media. J Nanomater. 2014; 2014(2): 759038. doi:10.1155/2014/759038
**18. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D.**
Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials.
J Dent. 2006; 34(3): 214–220.
**19. Heck K, Frasheri I, Diegritz C, Manhart J, Hickel R, Fotiadou C.**
Six-year results of a randomized controlled clinical trial of two glass ionomer cements in class II cavities. J Dent. 2020; 97: 103333. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103333
**20. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhaes AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR.**
Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. J Oral Rehab. 2008; 35(12): 947–953.
**21. Patki B.** Direct permanent restoratives--amalgam vs composite.
J Evol Med Dent Sci. 2013; 2(46): 8912–8919.
**22. Söderholm KJ, Lambrechts P, Sarrett D, Abe Y, Yang MC, Labella R, Yildiz E, Willems G.**
Clinical wear performance of eight experimental dental composites over three years determined by two measuring methods. Eur J Oral Sci. 2001; 109(4): 273–281.
**23. Attin T, Wegehaupt FJ.**
Impact of erosive conditions on tooth-colored restorative materials.
Dent Mater. 2014; 30(1): 43–49.
**24. Zhao X, Pan J, Malmstrom HS, Yan-Fang R.**
Protective effects of resin sealant and flowable composite coatings against erosive and abrasive wear of dental hard tissues. J Dent. 2016; 49: 68–74. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.013
**25. Šedý J.**
Abrazivně-erozivní poškození tvrdých zubních tkání. In: Šedý J. Kompendium stomatologie II. 1. vydání. Praha: Triton; 2017, 200–208.

PRAŽSKÉ**DENTÁLNÍ**DNY PRAGUE**DENTAL**DAYS

**25. ROČNÍK MEZINÁRODNÍHO KONGRESU PRAŽSKÉ DENTÁLNÍ DNY**

**14.–15. 10. 2022 / O2 UNIVERSUM, PRAHA**

Česká stomatologická komora v současnosti připravuje podrobný program přednášek, které opět budou probíhat v jednotlivých tematických blocích.
**Konkrétní informace budou průběžně zveřejňovány na www.dent.cz**