stoma+pzl_3.07 15.6.2007 8:55 Str. 70
proLékaře.cz | 20.11.2026

Účinek mléka a fluoridovaného mléka na kaz zubního kořene v podmínkách *in vitro*

Ivančaková R., Harless J. D., Hogan M. M., Wefel J. S.

Stomatologická klinika LF UK a FN, Hradec Králové,
přednostka doc. MUDr. V. Hubková, CSc.
Dows Institute for Dental Research, College of Dentistry,
University of Iowa, USA

Souhrn

Karioprotektivní účinek mléka a fluoridovaného mléka na zubní sklovinu je dostatečně znám. Existuje však velmi málo informací o tom, zda mléko či fluoridované mléko má podobný efekt na tkáně zubního kořene. Cílem této studie bylo porovnat účinek obyčejného mléka a fluoridovaného mléka na kaz na povrchu zubního kořene. Nejprve byly experimentálně vytvořeny arteficiální kariézní kořenové léze, které byly nařezány a následně hodnoceny pomocí mikroskopie v polarizovaném světle (PLM) a mikroradiografie (MRG). Potom byly jednotlivé řezy pokryty acidorezistentním lakem, kromě vlastní léze, a rozděleny do skupin. Vzorky byly vystaveny působení 2% obyčejného a fluoridovaného mléka na dobu 40 hodin. Po této době byly léze identickým způsobem hodnoceny znovu. Byla měřena jejich hloubka a charakter a výsledky byly porovnány pomocí nepárového t-testu. Obě evaluační metody prokázaly redukci hloubky léze (pro mléko i fluoridované mléko), přičemž statisticky významně větší redukce hloubky byla zaznamenána u fluoridovaného mléka ($p<0,05$). Na základě těchto výsledků lze předpokládat, že fluoridované mléko by mohlo mít pozitivní efekt na remineralizaci kazu na povrchu zubního kořene.

Klíčová slova: fluoridy – mléko – kaz kořene – remineralizace

Ivančaková R., Harless J. D., Hogan M M., Wefel J. S.:
Effect of Plain and Fluoridated Milk on Root Surface Caries *in Vitro*

Summary: The caries-protective effect of milk and fluoridated milk on enamel has been reported; however, few data are available concerning the role of milk and/or fluoridated milk on root surfaces. The aim of this study was to compare the effect of plain and fluoridated milk on root surface caries. Artificial root surface lesions were created, sectioned and analysed using polarized light microscopy (PLM) and microradiography (MRG). The sections were covered with acid – resistant varnish except of the original surface and assigned to a treatment group. The samples were immersed in 2% plain milk or fluoridated milk for 40 hours and re-evaluated. Changes were measured and mean differences were compared with an unpaired t-test. Both techniques revealed a reduction in lesion depth for each milk group; however, a significantly greater reduction ($p<0.05$) was observed with the fluoridated milk. These results suggest that fluoridated milk may have a beneficial effect on the remineralization of root surface caries.

Key words: fluoride – milk – root caries – remineralization

Čes. Stomat., roč. 107, 2007, č. 3, s. 70–76.

ÚVOD

Mléko je tekutina, obsahující značné množství vápníku a fosfátu, lipidů, mucinu a proteinů. Experimenty v podmínkách *in vitro* prokázaly schopnost mléka remineralizovat kazem poškozenou zubní sklovinu [1, 2]. Preventivní účinek fluoridovaného mléka ve vztahu ke kariéznímu postižení skloviny dokládají četné klinické i experimentální studie [3].

Biologickou dostupnost fluoru z fluoridovaného mléka potvrdily studie prováděné *in vitro* [4] a *in vivo* pokusy se zvířaty [5]. Fluoridované mléko se také ukázalo jako vhodný a účinný prostředek fluoridové suplementace u těhotných žen, neboť zvýšená koncentrace fluoridů v plodové vodě vedla k inkorporaci fluoridů do zubních tkání [6]. Kromě systémového účinku fluoridovaného mléka na vyvíjející se zubní tkáně existuje také jeho účinek lokální, kdy fluoridy působí na povrch skloviny již prořezaného zubu do dutiny ústní [7]. Klinické studie u dětí, které pravidelně konzumovaly fluoridované mléko po dobu 12 měsíců, potvrdily vztah mezi obsahem fluoridů ve sklovině a mírou její rozpustnosti v kyselém prostředí [8, 9]. Laboratorní pokusy se zvířaty pro-

stoma+pzl_3.07 15.6.2007 8:55 Str. 71
proLékaře.cz | 20.11.2026

kázaly, že inkorporace fluoru do zubní skloviny je z fluoridovaného mléka dokonce vyšší (357 mg/l fluoru) než z fluoridované vody (248 mg/l fluoru) [10].

Pokud se týká zubního kořene, neexistují zatím žádné studie, které by hodnotily vliv mléka a fluoridovaného mléka při remineralizaci kazu na jeho povrchu . Ve srovnání se sklovinou je proces remineralizace dentinu odlišný. Při demineralizaci dentinu nedochází pouze k minerálním ztrátám, ale také k proteolytické degradaci kolagenní matrix [11]. Působení fluoridů v prevenci kazu na povrchu zubního kořene bylo hodnoceno klinicky i experimentálně v laboratoři a také v pokusech se zvířaty a jejich preventivní účinek byl dostatečně dokumentován [12-15]. Wefel a spol. [14] prokázali významnou redukci hloubky kazivých lézí po přidání 0,25 a 0,5 ppm fluoru k demineralizačnímu roztoku. Arends a spol. [16, 17] potvrdili, že přítomnost malého množství fluoru hraje pozitivní úlohu při remineralizaci dentinu. Popsali, že po přidání 2 a 10 ppm fluoru do remineralizačního roztoku dochází k akumulaci minerálů uvnitř kariézní léze, především však na jejím povrchu. Tento hypermineralizovaný zevní povrch dentinu obsahuje vyšší koncentraci minerálů než zdravý dentin a je také odolnější vůči kyselinám.

Na rozdíl od této teorie Clarkson a spol. [18] prokázali, že dentin zcela demineralizovaný působením organických kyselin ztrácí schopnost remineralizovat. Podobně Wefel a spol. [19] zjistili, že zbylá organická matrix není dostatečným podkladem pro remineralizaci, ale že k remineralizaci dochází na zbylých krystalech uvnitř kazivé léze. Zda podobný mechanismus remineralizace lze očekávat při použití fluoru a mléka není známo.

Cílem této studie bylo porovnat účinek mléka samotného a mléka s 5,0 ppm fluoru na kariézní léze na povrchu zubního kořene.

MATERIÁL A METODIKA

K přípravě kariézních lézí byly použity extrahované lidské moláry. Zuby byly nejprve očištěny od zbytků měkkých tkání a prohlédnuty, zda nejsou poškozeny mechanicky, či zda nejsou v gingivální třetině zubní korunky napadeny zubním kazem. Zubní korunky byly poté pokryty barevným lakem na nehty (Revlon, USA), odolným v kyselém prostřední tak, že na zdravém, intaktním povrchu kořene bylo ponecháno úzké okénko široké přibližně 1 mm a dlouhé 5 až 6 mm. Po zaschnutí laku byly zuby ponořeny na 96 hod. do demineralizačního roztoku, který obsahoval 2,2 mM $CaCl_2$, 2,2 mM NaH_2PO_4 a 0,05 M kyselinu octovou. Experiment jsme prováděli za pokojové teploty. Hodnota pH demineralizačního roztoku byla upravena na 4,6. Po vytvoření kariézních lézí na povrchu kořene byly zuby longitudinálně nařezány vodou chlazeným diamantovým kotoučem pomocí Silverston-Taylorova mikrotomu tak, že jednotlivé řezy procházely napříč vytvořeným okénkem. Jednotlivé řezy, jejichž síla byla přibližně 100–150 μm, byly poté vyjmuty a uchovány v deionizované vodě do doby, než byly dále použity. Pro experiment jsme vybrali 10 vzorků, kde kazivé léze byly přibližně stejně velké a hluboké, pokryté stejně silnou vrstvou cementu. Hloubku a obsah minerálů uvnitř jednotlivých kariézních lézí jsme hodnotili mikroskopicky v polarizovaném světle (PLM) a pomocí mikroradiografie (MRG). Před zahájením vlastního pokusu byl každý řez za použití stereomikroskopu pokryt vrstvičkou transparentního laku kromě původního zevního povrchu zubu. Pro lepší manipulaci byla ke každému řezu připevněna dentální nit. Jednotlivé řezy byly náhodně rozděleny do dvou skupin, 5 v každé skupině. Ve skupině 1 jsme jako remineralizační roztok použili samotné mléko s obsahem 2 % tuku (150 ml), pro skupinu 2 mléko (2% tuku) s obsahem 5 ppm fluoru (150 ml). Jednotlivé řezy s vytvořenými kariézními lézemi byly ponořeny do mléka, resp. fluoridovaného mléka, po dobu 40 hodin při teplotě 4 °C. Roztoky byly měněny každých 12 hodin a po celou dobu trvání experimentu promíchávány (Thermolyne, USA).

HODNOCENÍ EXPERIMENTU

Všechny řezy s vytvořenými kariézními lézemi byly po skončení pokusu hodnoceny pomocí PLM ve vodním médiu (Olympus BH-2 s PM10AD mikrofotografický systém, Olympus Corp., Lake Success, N.Y., USA). Mikrofotografie každé léze byly zhotovovány před a po experimentu.

Jejich hloubka byla měřena promítnutím mikrofotografií na podložku přes digitální zpětný projektor. Léze vyfotografované před a po vlastním experimentu byly promítány za stejných podmínek na jednu a tutéž podložku a zakreslením hloubky lézí jsme zjišťovali jejich progresi. K MRG hodnocení jsme použili ty samé léze jako při fotografování, stejné zvětšení a jejich orientaci. Mikroradiografy jsme zhotovovali fixací jednotlivých řezů na aluminiový proužek se stupňovitě dělenou denzitou. Potom jsme vše připevnili na fotografický film Kodak a jednotlivé vzorky jsme ozařovali dávkou 70 kV a 3 mA po dobu 2,5 minuty (Faxitron Model 43855A). K vyvolání filmu jsme použili standardní chemikálie dodávané firmou Kodak. Mikroradiografy byly vyhodnoceny pomocí CCD kamery a systému pro analýzu mikroradiografických obrázků (Image Pro Plus, 4.1,

stoma+pzl_3.07 15.6.2007 8:55 Str. 72
proLékaře.cz | 20.11.2026

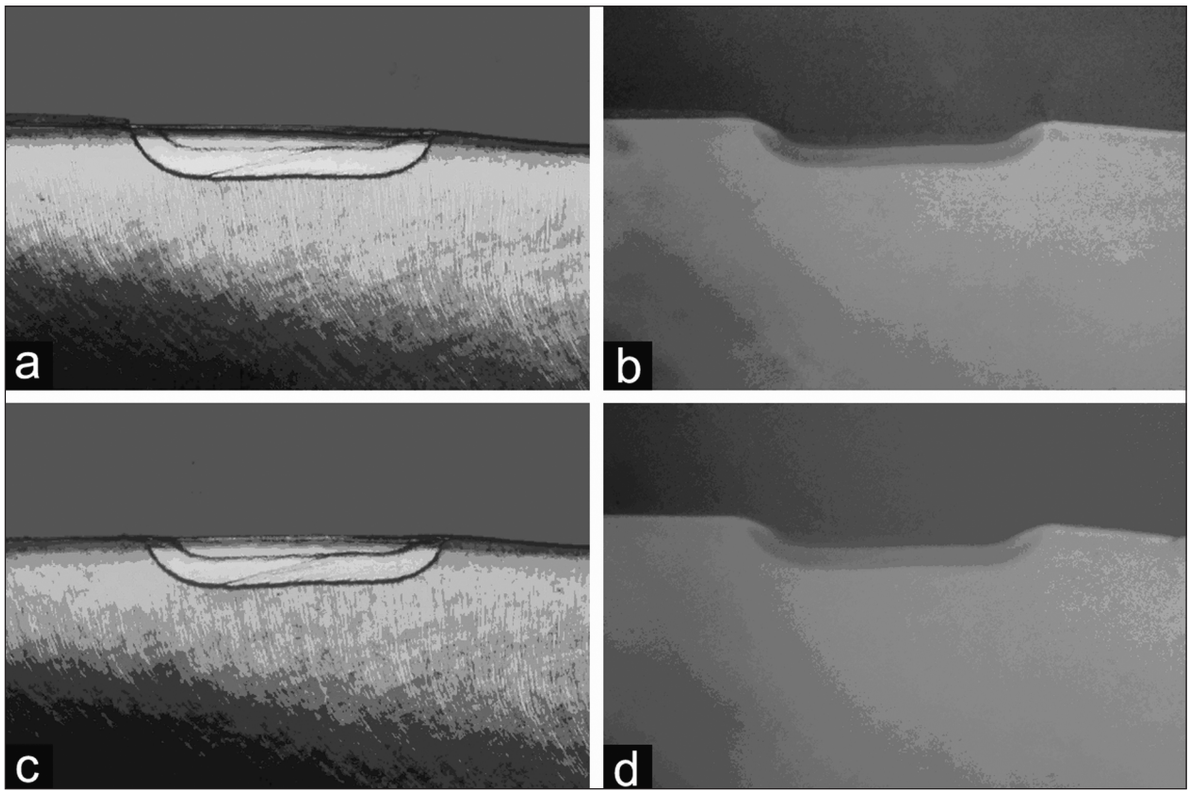
MediaCybernetics, Silver Spring, Md., USA). Pro radiografické měření denzity jednotlivých lézí před a po experimentu jsme použili odpovídající zobrazovací software. Jednotlivá měření denzity byla převedena pomocí speciálně konstruovaného počítačového programu, který využitím stupnice denzity na aluminiovém proužku kalkuloval obsah minerálů uvnitř lézí a porovnával ho s minerálním obsahem zdravé tkáně [19, 20]. Předpokládali jsme, že minerální obsah zdravé tkáně zubního kořene je 47 % v/v. Výsledky byly vyhodnoceny jako hodnoty ΔZ a jednotkami byly vol% μm. Změny, ke kterým došlo v průběhu experimentu, byly porovnávány mezi oběma sledovanými skupinami. Všechna měření hloubky lézí a minerální denzity byla prováděna od původního horního okraje léze, který jsme standardně značili vodorovnou přímkou. Tím jsme minimalizovali chyby, kdy v důsledku vysychání lézí dochází k jejich smrštění.

Ke statistickému hodnocení rozdílů mezi oběma skupinami jsme použili Student t test. Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$.

VÝSLEDKY

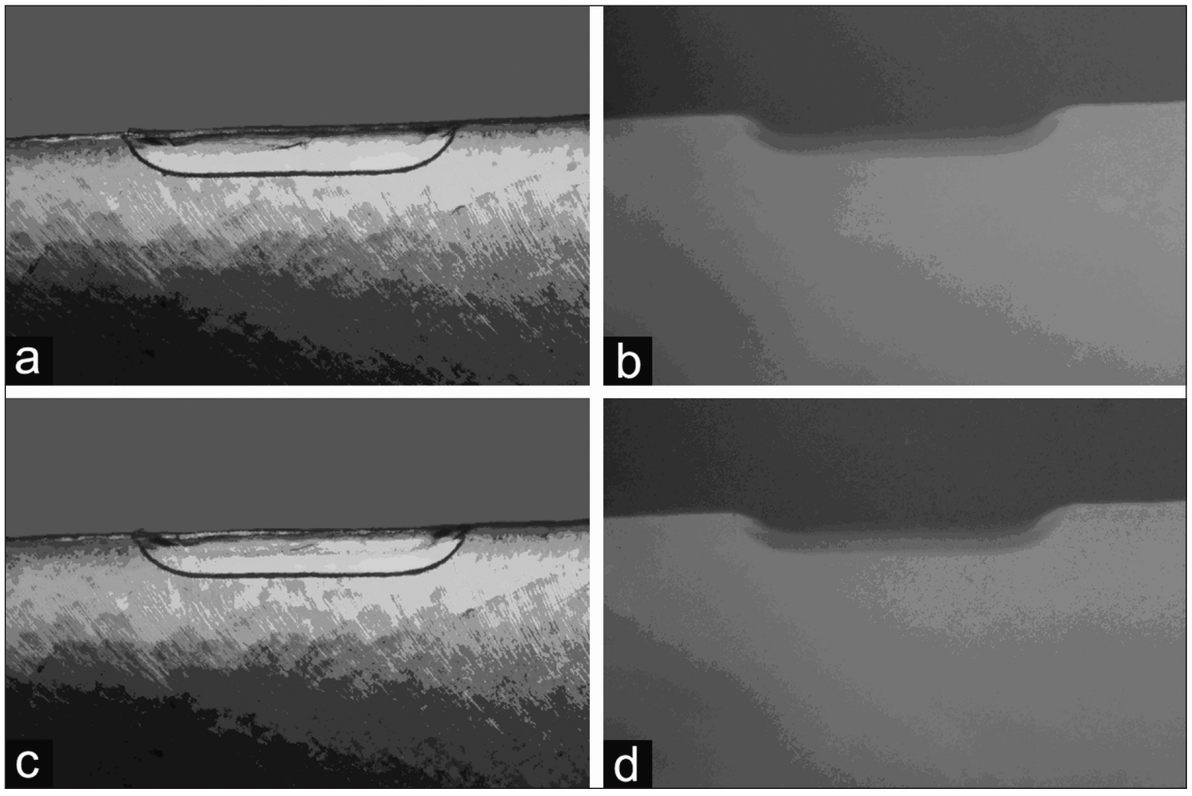
První částí naší studie bylo vytvoření kariézních lézí na povrchu zubního kořene. Na prvním obrázku (obr. 1) je příklad kazivé léze vytvořené po 96 hodinách v demineralizačním roztoku, která byla následně remineralizována působením samotného mléka. Pokud se použije deionizovaná voda jako médium pro jednotlivé řezy, lze přímo měřit hloubku kariézních lézí pomocí mikroskopie v polarizovaném světle (PLM), protože je zřetelně vidět hranice mezi tělem léze a zdravou tkání zubního kořene (obr. 1a, 1c). Na fotomikroradiografii té samé demineralizované léze (obr. 1b) je patrná povrchová ztráta tkáně v důsledku dehydratace, což je při mikroradiografickém zobrazení běžné. Pokud dojde k minerálním ztrátám, povrchová vrstva se jeví zkolabovaná nebo smrštěná. Minerály nepodložený kolagen při hydrataci zvětší svůj objem a následně se smršťí, pokud dojde k jeho vysušení. Obrázek 1b je příkladem takového smrštění, přestože obrázky v polarizovaném světle nenaznačují žádné změny povrchu, pokud jsou řezy vyšetřovány ve vodním médiu.

Obrázek 2 znázorňuje kariézní lézi po iniciální demineralizaci (obr. 2a, 2b) a následné remineralizaci za použití fluoridovaného mléka (obr. 2c, 2d). Pokud je v remineralizačním roztoku přítomen fluor, jsou uvnitř těla léze patrné minerální bariéry jako jemné vodorovné tmavé linie (obr 2c). Za použití MRG techniky je přítomnost těch-



Obr. 1. Mikrofotografie v polarizovaném světle a identické mikroradiofotografie lézí na povrchu zubního kořene in vitro po demineralizaci (a,b) a po následném 40 hod. působení samotného mléka (c,d).

stoma+pzl_3.07 15.6.2007 8:55 Str. 73
proLékaře.cz | 20.11.2026



Obr. 2. Mikrofotografie v polarizovaném světle a identické mikroradiofotografie lézí na povrchu zubního kořene in vitro po demineralizaci (a,b) a po následném 40 hod. působení fluoridovaného mléka (mléko + 5 ppm F) (c, d).

to bariér obtížně detekovatelná (obr 2d). Při mikroskopickém hodnocení lézí v polarizovaném světle (PLM) byla jejich průměrná hloubka po demineralizaci 151 μm u skupiny 1(mléko) a 148 μm u skupiny 2 (mléko + 5 ppm fluoru). Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1 a 2. Podobné výsledky jsme získali mikroradiografickým hodnocením, 149 μm u skupiny 1 (tab. 3) a 146 μm u skupiny 2 (tab. 4).

Při použití PLM činila průměrná hloubka kazivých lézí po 40 hodinách remineralizace v mléce 145 μm, což představuje 3,8% redukci jejich hloubky (tab. 1). Při použití fluoridovaného mléka byla průměrná hloubka lézí 134 μm, tedy redukce jejich hloubky o 9,6 % (tab. 2). Rozdíl byl statisticky významný, p< 0,05.

Tab. 1. Redukce hloubky kariézních lézí v μm (průměr ± SD) na kořeni zubu po 40 hod. působení samotného mléka. Hodnoty zjištěné pomocí mikroskopie v polarizovaném světle (PLM)

Řez	PRE	POST	Redukce hloubky	%
M 1	170	160	10	5,9
M 2	160	155	5	3,1
M 3	155	145	10	6,4
M 4	135	135	0	0
M 5	135	130	5	3,7
PRŮMĚR	151	145	6	3,8
SD	15,6	12,7	4,2	2,6
N	5	5	5	5

Tab. 2. Redukce hloubky kariézních lézí v μm (průměr ± SD) na kořeni zubu po 40 hod. působení fluoridovaného mléka (mléko + 5 ppm F). Hodnoty zjištěné pomocí mikroskopie v polarizovaném světle (PLM)

Řez	PRE	POST	Redukce hloubky	%
MF 1	150	140	10	6,7
MF 2	170	160	10	5,9
MF 3	170	150	20	11,7
MF 4	130	110	20	15,4
MF 5	120	110	10	8,3
PRŮMĚR	148	134	14	9,6
SD	22,8	23	5,5	3,9
N	5	5	5	5

Obdobné výsledky jsme získali hodnocením MRG. Po 40 hodinách expozice kariézních lézí v mléce byla jejich hloubka v průměru 140 μm (6,1% redukce), jak znázorňuje tabulka 3. Po přidání fluoru do mléka byla průměrná hloubka kazivých defektů 131,3 μm, což představovalo zmenšení o 10,2 % (tab. 4). Rozdíl by opět statisticky významný, p <0,05.

Při hodnocení změn v obsahu minerálů v těle

stoma+pzl_3.07 15.6.2007 8:55 Str. 74
proLékaře.cz | 20.11.2026

Tab. 3. Remineralizace kariézních lézí na kořeni zubu po 40 hod. působení samotného mléka. Hodnoty zjištěné pomocí kvantitativní mikroradiografie (MRG)

Řez	PRE		POST		Redukce hloubky	%	Redukce Δ Z	%
	Hloubka	Δ Z	Hloubka	Δ Z				
M 1	168	4916	159,2	4528	8,8	5,2	388	7,9
M 2	160,7	5536	151,1	4652	9,6	6	884	16
M 3	158,5	5160	149,7	4205	8,8	5,6	955	18,5
M 4	127,7	4622	120,3	3778	7,4	5,8	844	18,3
M 5	129,9	4580	119,6	3757	10,3	7,9	823	18
PRŮMĚR	149	4963	140	4184	9	6,1	779	15,7
SD	18,8	398	18,6	414	1,1	1,1	224	4,5
N	5	5	5	5	5	5	5	5

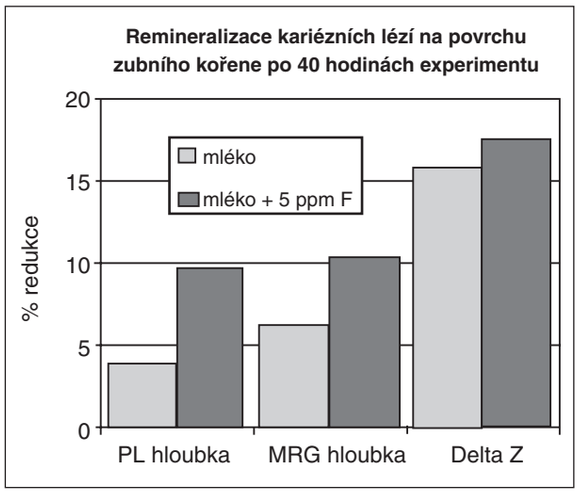
Tab. 4. Remineralizace kariézních lézí na kořeni zubu po 40 hod. působení fluoridovaného mléka (mléko + 5 ppm F). Hodnoty zjištěné pomocí kvantitativní mikroradiografie (MRG)

Řez	PRE		POST		Redukce hloubky	%	Redukce Δ Z	%
	Hloubka	Δ Z	Hloubka	Δ Z				
MF 1	151,1	5183	133,5	4198	17,6	11,6	985	19
MF 2	171	5562	157	4739	13,9	8,2	822	14,8
MF 3	170	4644	155,5	3712	14,7	8,6	932	20,1
MF 4	116,7	3442	101,3	2929	15,5	13,2	513	14,9
MF 5	120,3	3764	109,3	3068	11	9,1	697	18,5
PRŮMĚR	145,9	4519	131,3	3729	14,5	10,2	790	17,5
SD	26,2	904	25,7	761	2,4	2,2	190	2,4
N	5	5	5	5	5	5	5	5

léze (ΔZ) jsme zjistili, že k poklesu minerálních ztrát došlo jak v případě mléka, tak fluoridovaného mléka. U mléka činila hodnota ΔZ 15,7 %, u fluoridovaného mléka potom 17,5 %. Rozdíl nedosáhl statistické významnosti, p > 0,05.

Remineralizační efekt mléka samotného a fluoridovaného mléka v procentech dokumetnuje graf 1.

Při porovnávání redukce hloubky kazivých lézí se fluoridované mléko zdá být účinější při obou měřeních, 5,8 % (PLM) a 4,1 % (MRG). Při hodnocení minerálních změn v těle léze (ΔZ) byl účinek fluoridovaného mléka ve srovnání se samotným mlékam vyšší o 1,8 %.



Graf 1. Porovnání remineralizačního účinku samotného mléka a fluoridovaného mléka po 40 hodinách experimentu. Rozdíly jsou vyjádřeny v procentech.

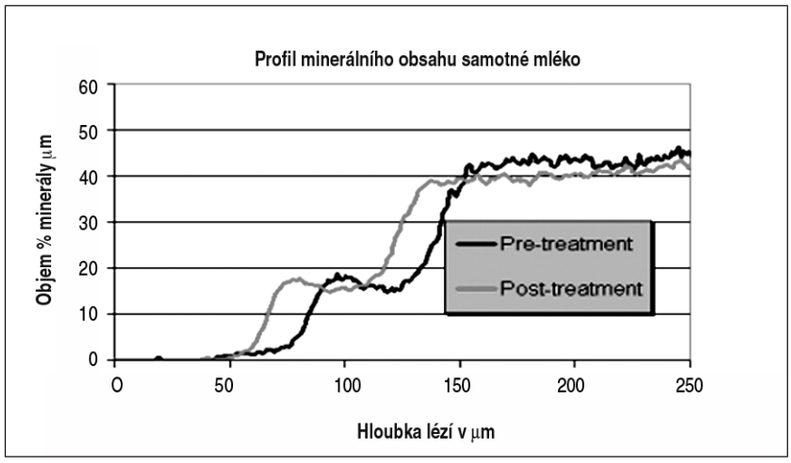
Profily minerálních změn versus hloubka lézí po demineralizaci a následné remineralizaci ukazuje graf 2a. Povrchové minerální ztráty (smrštění) představuje vzdálenost mezi začátkem grafu a první měřitelnou hodnotou minerálního obsahu (přibližně 75 μm na grafu 2a a 50 μm na grafu 2b). K vzestupu minerálního obsahu došlo v experimentu s mlékem i fluoridovanám mlékem zhruba v hloubce 75 μm.

DISKUSE

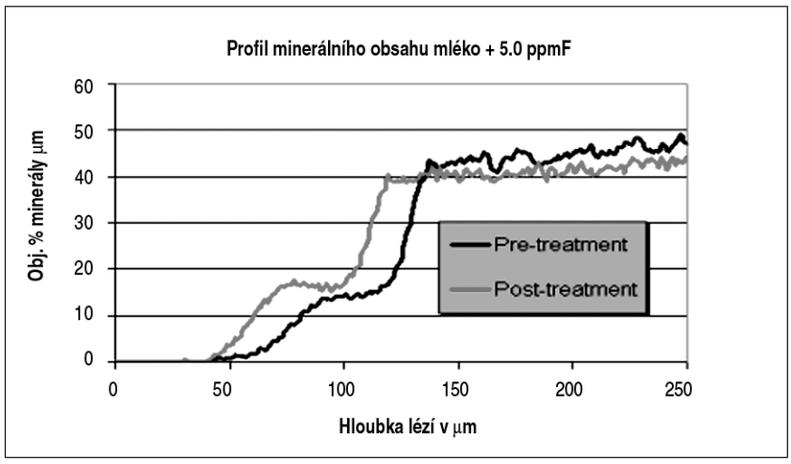
Pozitivní účinek fluoridovaného mléka na kariézní léze ve sklovině publikovali Tóth a kol. [21], kteří ve sklovině stanovovali množství fluoru a fosforu. Zjistili významný vzestup koncentrace fluoru v povrchové vrstvě skloviny a pokles její rozpustnosti v kyselém prostředí, když vystavili vzorky skloviny působení mléka s 10 ppm fluoru po dobu 2 týdnů. Tyto výsledky nastínily možnost poklesu vzniku kazivých lézí v dentinu a možný preventivní účinek fluoridovaného mléka na kaz kořene zubu.

Je známo, že fluoridy se hojně užívají v prevenci kazu skloviny i kořene. Bylo by proto velmi uži-

proLékaře.cz | 20.11.2026



a)



b)

Graf 2. Minerální profily identických lézí po demineralizaci (pre-treatment) a po 40 hod. (post-treatment) samotného mléka (a) a fluoridovaného mléka (b).

tečné zjistit, jaký účinek má mléko samotné a mléko fluoridované na ukládání minerálů v dentinu v podmínkách *in vitro*. V naší studii jsme použili dvě metody hodnocení. Mikroskopií v polarizovaném světle jsme hodnotili hloubku kazivých lézí a pomocí mikroradiografie jsme stanovovali hloubku a změny v obsahu minerálů v těle léze. Při použití PLM došlo k redukci hloubky kazivých lézí v průměru o 3,8 % u mléka a 9,6 % u fluoridovaného mléka. MRG přinesla podobné výsledky. Tyto výsledky jsou v souladu s pracemi jiných autorů, kteří prokázali, že fluoridy mají schopnost reminealizovat kariézní defekty na povrchu zubního kořene.

Mléko samotné je komplexní koloidální tekutina obsahující organické a anorganické složky a značné množství kalcia a fosfátů. Kromě své nutriční hodnoty ma také schopnost remineralizovat kariézní sklovinu [1, 22]. Mor a Rodda [2] publikovali práci, kde uvádějí pokles v porozitě skloviny z původních 25 % na méně než 5 % objemu, když lidskou sklovinu vystavili expozici mléka po dobu 40 hodin. Jejich výsledky ukazují, že složky mléka mají schopnost difundovat do celé hloubky těla kazivé léze a ovlivňovat porozitu skloviny a v některých případech i zmenšovat velikost léze samotné. V našem experimentu jsme prokázali, že mléko samotné má schopnost redukovat hloubku kariézních lézí na povrchu zubního kořene, pokud jsou ponořeny do mléka na stejně dlouhou dobu (40 hod.)

Když jsme do mléka přidali fluor, zmenšila se hloubka lézí o dvojnásobek. Arends a kol. [17] zjistili 20% redukci hloubky kazivých lézí v lidském dentinu vyvolanou remineralizačním účinkem roztoků s různými koncentracemi fluoru po dobu 8 dnů.

Ke snížení využitelnosti ionizovaného fluoru z pasterovaného fluoridovaného mléka (5 mg/l) nedochází, a pokud je skladováno při teplotě 4 °C zůstává jeho obsah 5 mg/l po 3 dny [4]. V minulosti se objevily pochybnosti, zda vysoká koncentrace vápníku ve mléce (1200 mg/l) nemůže vést v případě fluoridovaného mléka k interakci mezi vápníkem a fluorem a k tvorbě precipitátů fluoridů vápenatého. Pozdější výzkum prokázal, že k tomuto jevu nedochází, pokud koncentrace fluoru ve fluoridovaném mléce je mezi 2–5 ppm F (mg/l). Důvodem je to, že většina vápníku v mléce se již dříve navázala na řadu jiných mléčných komponent (např. citráty a kasein). Pouze relativně malá část vápníku, 80 mg/l, se v mléce nachází ve formě volných iontů [23], což nepostačuje k tomu, aby při uvedené koncentraci fluoru došlo k tvorbě precipitátů fluoridu vápenatého.

V naší studii jsme zjistili, že remineralizační účinek fluoridovaného mléka je vyšší než mléka samotného. Při hodnocení změn v obsahu minerálů (ΔZ) v těle léze jsme zjistili také vyšší účinnost fluoridovaného mléka, ale rozdíl nebyl tak výrazný při porovnávání redukce hloubky lézí. To by mohlo být způsobeno tím, že při vzniku kazivých lézí nebyl v demineralizačním roztoku přítomen fluor, a tím mohlo dojít k vytvoření míst s velkou minerální ztrátou. Vezmeme-li v úvahu, že k remineralizaci nedochází na organické mat-

stoma+pzl_3.07 15.6.2007 8:55 Str. 76
proLékaře.cz | 20.11.2026

rix, ale narůstáním zbylých krystalů, není ukládání minerálů uvnitř těla léze tak evidentní. Tendenci fluoridovaného mléka k remineralizaci jsme nicméně prokázali.

Profily minerálního obsahu v naší studii potvrdily, že k remineralizaci dochází na existujících minerálech uvnitř léze. Na jejím povrchu jsme žádné známky remineralizace nezaznamenali. Ukládání minerálů jsme pozorovali v hloubce 75 μm, zatímco na povrchu kazivé léze k žádným změnám nedošlo. Naše výsledky korespondují s těmi, které publikovali Wefel a kol. [19], že zbytky organické matrix neslouží jako substrát pro remineralizaci. Naproti tomu Arends a kol. [16, 17] popsali významnou kumulaci minerálů nejenom v těle léze, ale také v povrchové vrstvě dentinu.

Klinicky, po demineralizaci povrchu kořene, dochází k rozpadu minerály nepodložených kolagenních vláken a mírné povrchové ztrátě tkáně kořene [24]. Příčinou ztráty tkáně na povrchu zubního kořene může být mechanické dráždění, např. při čištění zubů nebo při žvýkání, a následně dochází k vytvoření mělkých defektů se zaoblenými okraji. Tuto ztrátu tkáně nelze reparovat zastavením kariézní léze na povrchu kořene nebo její remineralizací. Za oblast remineralizace lze považovat vznik nové tvrdé povrchové vrstvy, jejíž vytvoření je podmínkou pro zastavení kariézní kořenové léze [25]. Takto vytvořená nová remineralizovaná vrstva na povrchu zubního kořene je pravděpodobně méně rozpustná v kyselém prostředí.

K tomu, aby došlo k potvrzení protektivního účinku fluoridovaného mléka na kaz zubního kořene, musí výzkum na tomto poli pokračovat, zejména je nutné stanovit jaké množství fluoru je potřebné pro dostatečnou remineralizaci.

LITERATURA

1. **McDougall, W. A.:** Effect of milk on enamel demineralization and remineralization *in vitro*. Caries Res, 11, 1977; s. 166-172.
2. **Mor, B. M., Rodda, J. C.:** *In vitro* remineralization of artificial caries-like lesions with milk. New Zealand Dental Journal, 79, 1983; s. 10-15.
3. **Stephen, K. W., Banoczy, J., Pakhomov, G. N.:** Milk fluoridation for the prevention of dental caries. WHO/BDMF, Geneva, 1996.
4. **Phillips, P. C.:** Fluoride availability in fluoridated milk system. Caries Res, 29, 1991; s. 237.
5. **Cutress, T. W., Suckling, G. W., Coote, G. E., Gao, J.:** Uptake of dietary fluoride from milk into the developing teeth of sheep (Abstract). J. Dent. Res , 74, 1995; s. 564.
6. **Brambilla, E., Cerati, M., Strohmenger, L., Phillips, P. C.:** Fluoride levels in amniotic fluid and blood of pregnant women resulting from consumption of fluoridated milk and sodium fluoride tablets (Abstract.) Adv. Dent. Res , 1995; 9, s. 154.
7. **Light, A. E., Bibby, B. G., Smith, F. A., Gardner, D. E., Hodge, H. C.:** Fluoride content of teeth from children who drank fluoridated milk. J. Dent. Res, 47, 1968, s. 668.
8. **Toth, Z., Zimmermann, P., Banozcy, J.:** Enamel biopsy studies after five year consumption of fluoridated milk. Fluoride, 20, 1987; s. 171-176.
9. **Toth, Z., Zimmermann, P., Ginter, Z., Banoczy, J.:** Changes of acid solubility and fluoride content of the enamel surface in children consuming fluoridated milk. Acta Physiol. Hung., 74, 1989; s. 135-140.
10. **Poulsen, S., Larsen, M. J., Larson, R. H.:** Effect of fluoridated milk and water on enamel fluoride content and dental caries in the rat. Caries Res.,10, 1976, s. 227-233.
11. **Clarkson, B. H., Hall, D. L., Heilman, J. R., Wefel, J. S.:** Effect of proteolytic enzymes on caries lesion formation *in vitro*. J. Oral. Pathol., 15, 1986; s. 423-429.
12. **Hoppenbrouwers, P. M. M., Driessens, F. C. M., Broggreven, J. M. P.M.:** The mineral solubility of human tooth roots. Arch. Oral. Biol., 32, 1987; s. 319-322.
13. **Feagin, F. F., Graves, C. N.:** Evaluation of the effect of fluoride in acidified gelatin gel on root surface lesion development in vitro. Caries Res , 22, 1988; s. 145-149.
14. **Wefel, J. S., Clarkson, B. H., Heilman, J. R.:** Histology of root surface caries. In Thylstrup, A., Leach, S. A., Quist, A. (eds): Dentine and dentine reactions in the oral cavity. Oxford, IRA Press, 1987, s. 117-125.
15. **Heilman, J. R., Jordan, T. H., Warwick, R., Wefel, J. S.:** Remineralization of root surfaces demineralized in solutions of differing fluoride levels. Caries Res., 31, 1997; s. 423-428.
16. **Arends, J., Christoffersen, J., Ruben, J., Jongebloed, W. L.:.** Remineralization of bovine dentine in vitro: The influence of the fluoride content in solution on mineral distribution. Caries Res., 23, 1989; s. 309-314.
17. **Arends, J., Ruben, J. L., Christoffersen, J., Jongebloed, W. L., Zuidgeest, T. G. M.:** Remineralization of human dentine *in vitro*. Caries Res., 24, 1990, s. 432-435.
18. **Clarkson, B. H., Feagin, F. F., McCurdy, S. P., Sheetz, J. H., Speirs, R.:** Effect of phosphoprotein moieties on the remineralization of human root caries. Caries Res., 25, 1991, s: 166-173.
19. **Wefel, J. S., Heilman, J. R., Jordan, T. H.:** Comparison of *in vitro* root caries models. Caries Res., 29, 1995, s. 204-209.
20. **Chow, L. C., Takagi, S., Tung, W., Jordan, T. H.:** Digital image analysis assisted microradiography: Measurement of mineral content of caries lesion in teeth. J. Res., NIST 96, 1991, s. 203-214.
21. **Toth, Z. S., Ginter, Z., Banoczy, J., Phillips, P. C.:** The effect of fluoridated milk on human dental enamel in an *in vitro* demineralization model. Caries Res., 31, 1997, s. 212-215.
22. **Gedalia, I., Dakuar, A., Shapira, L., Lewinstein, I., Goultschin, J., Rahamin, E.:** Enamel softening with Coca Cola and rehardening with milk or saliva. Am. J. Dent., 1991; 4, s. 12-22.
23. **Holt, C., Dalgleish, D. G., Jennes, R.:** Calculation on the ionic equilibria in milk diffusate and comparison with experiment. Anal. Biochem., 113, 1981; s. 154-163.
24. **Wefel, J. S.:** Root caries histopathology and chemistry. Am. J. Dent., 1994; 7, s. 261-265.
25. **Nyvad, B., Fejerskov, O.:** Active and inactive root surface caries – Structural entities? In Thylstrup, A., Leach, A. S., Quist, A. (eds): Dentine and dentine reactions in the oral cavity. Oxford, IRA Press, 1987, s. 165-179.

MUDr. Romana Ivančaková, CSc.
Stomatologická klinika LF UK a FN
Sokolská 581
500 05 Hradec Králové
e-mail: ivancakova@lfhk.cuni.cz