

Alternativa léčebné vložky v endodoncii

MUDr. Ladislav Záruba, privátní stomatolog, Česká Lípa

Mgr. Jiří Škoda, odborný asistent katedry chemie PF UJEP, Ústí nad Labem

Úvod

S důsledky kolonizace mikroorganismy v dutině ústní se lékař-stomatolog setkává denně. Napravování následků poškození tkání parodontopatiemi nebo zubním kazem a jeho komplikacemi je doménou naší práce.

V moderní endodoncii jde o to, abychom vhodně mechanicky a chemicky vyřešili problém bakteriální kontaminace zubu a zajistili zubu a okolním tkáním co nejdélší životnost. V ošetření infikovaného kanálku a zubních tkání obecně, hraje významnou

roli hydroxid vápenatý - $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Jeho indikační šíře je značná a je známa již delší dobu, i když až teprve v posledních letech se doceňuje.

Cílem této práce je pojednat o komplexním vlivu zásaditých látek v kořenovém kanálku (neutralizace, baktericidní efekt atd.), umožnit lepší pochopení dějů, které probíhají v kanálku a okolní zubní tkáni po aplikaci zásadité léčebné vložky (dále jen zlv.) a na základě těchto úvah podáváme návrh alternativní (či námi modifikované) zlv.

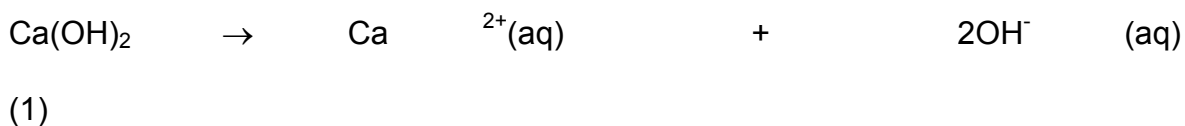
Základy

Je to množství OH^- iontů, které tvoří zásadité prostředí a určují pH tohoto prostředí, vytvářejí baktericidní efekt, pro svou malou velikost relativně snadno difundují a ve zdravých tkáních se neutralizují. V určitých podmínkách ideální desinfekční až sterilizační prostředek. Motivem této práce je také zajistit dostatek OH^- iontů, vytvořit pro působení OH^- iontů příznivější podmínky v kořenovém kanálku (dále jen kk). Je tedy z tohoto úhlu pohledu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ skutečně tak dobrým produ-

centem OH^- iontů? Abychom lépe pochopili odpověď na tuto otázku je třeba poznat základy chemie $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tato látka totiž pro nás představuje jakýsi normativ.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ - charakteristika vzhledem k užití v endodoncii

Hydroxid vápenatý je středně silným hydroxidem, avšak jen obtížně rozpustným, a to přesto, že je tzv. "hydrogelem" (tj. obsahuje více vody, než odpovídá chemickému vzorci). Míru rozpustnosti, v našem případě ve vodě, vyjadřuje tzv. "součin rozpustnosti" respektive jeho záporný dekadický logaritmus - $\text{pK}_S = 5,43$. Prakticky to znamená, že jen jedna molekula z více než čtvrt milionu je disociována na ionty ve smyslu rovnice :



Ve vodném roztoku je $\text{Ca}(\text{OH})_2$ přítomen obvykle ve třech formách:

- nerozpuštěný podíl - naprostá většina látky - okolo 99,9% látky
- rozpuštěný, ale nedisociovaný podíl (v případě středně silného hydroxidu je tento podíl poměrně malý),
- rozpuštěný a disociovaný podíl - okolo 0,15 - 0,17 % látky

Pouze tento třetí podíl je producentem volných OH^- iontů a tudíž nositelem zásadité reakce ve vodném roztoku. Jsou-li tyto ionty spotřebovány, je jejich deficit kompenzován rozdisociováním části dosud nedisociovaného podílu $\text{Ca}(\text{OH})_2$, až do výše dané součinem rozpustnosti, tedy opět do 0,15 - 0,17% volných OH^- iontů v roztoku. Jinak řečeno - velmi pomalu se $\text{Ca}(\text{OH})_2$ rozpouští, jeho rozpuštěná část však zásluhou vysokého disociačního stupně disociuje ze 70-80% a produkuje OH^- ionty stále a po dlouhou dobu. Z tohoto důvodu se $\text{Ca}(\text{OH})_2$ znamenitě hodí k dlouhodobému udržování zásaditého pH roztoku či suspenze - má protrahovaný zásaditý efekt. Toho si všiml Hermann v roce 1920 a použil hydroxid kalcia pro

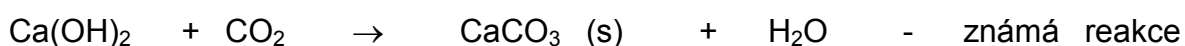
dezinfekci kořenových kanálků. Jeho postřeh byl excelentní a objevil dosud nejlepší léčebnou vložku používanou v endodoncii. Podívejme se ale na celou problematiku z hlediska současných znalostí a s ohledem na děje probíhající v kořenových kanálcích a dentinových tubulech - zubní tkáni obecně.

Kořenový kanálek

Jaká je tedy situace v podmínkách kontaminovaného kořenového kanálku ? Bakteriální flora je představována převážně anaerobními nesporeujícími mikroby. Nemůžeme se spolehnout na to, že odstraníme mechanicky veškeré bakterie z kk a okolní zubní tkáně. Užití desinfekčního či až sterilizačního prostředku se tedy přímo nabízí. Jak si v této situaci vede hydroxid kalcia ? Náš názor je - koncentrace OH^- iontů - navozená hydroxidem kalcia nepostačuje k razantnější neutralizaci kyselých bakteriálních metabolitů, k výraznému baktericidnímu efektu na mikroby v dentinových tubulech - velikost mikroba průměrně je 1 mikrometr, průměr dentinových tubulů je 3 - 4 mikrometry - je to velmi nízká rozpustnost hydroxidu vápenatého, která je jakousi škrticí klapkou a neumožňuje vyšší výdej volných hydroxylů.

Další nevýhodou je :

- 1) Reakce vzniku uhličitanu vápenatého v důsledku styku se vzdušným a tkáňovým CO_2 tj.:

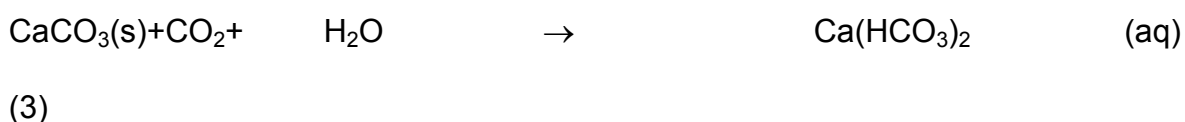


(2)

Vznikající sraženinou CaCO_3 jsou OH^- ionty absorbovány a zachycovány v její struktuře, dále jim sraženina fyzicky brání v difuzi.

2) Vznikají těžce rozpustné vápenaté soli organických kyselin (mléčné, octové, citronové) - průběhem neutralizace - opět sraženina brání hydroxylům v prostupu a vychytává je.

Můžeme tedy konstatovat, že zpočátku je koncentrace OH^- iontů dostatečná jen v bezprostředním okolí $\text{Ca}(\text{OH})_2$. V úvahu musíme vzít další děje probíhající v k a to: sraženina CaCO_3 je sice v chemicky čisté vodě nerozpustná, ale v přítomnosti vody nasycené CO_2 (a tedy i tkáňových tekutin), probíhá reakce vzniku hydrogenuhličitanu vápenatého, který je už ve vodě podstatně rozpustnější, než CaCO_3 . Tento děj, vyjádřený následující rovnicí, je v přírodě příčinou krasových jevů:



K těmto dějům nedochází pouze účinkem vzdušného a tkáňového CO_2 , ale i přítomností iontů hydrogenkarbonátového pufru, $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ a $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ v tkáňových tekutinách. Hydrogenuhličitan vápenatý, ačkoli ve vodě rozpustný, vykazuje prakticky neutrální reakci, dochází tedy k stálému odebírání OH^- iontů z disociovaného podílu hydroxidu vápenatého, rovnice (2) a (3). Tento úbytek je jen částečně kompenzován další disociací dosud nedisociovaného podílu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ až do úrovně dané součinem rozpustnosti.

Myslíme si, že je značná poptávka v zubní tkáni po hydroxylových iontech, ale jen malá nabídka daná těžkou rozpustností hydroxidu vápenatého. Všechny tyto děje se v čase různě realizují v závislosti na individuálních podmínkách zubní tkáně (anatomické podmínky k, apikální ramifikace, více nebo méně organických zbytků zubní dřevě, větší či menší bakteriální kontaminace, opracovanost zk, stav

dentinových tubulů, exsudace tkáňového moku - větší nebo menší - obsah ostatních iontů, atd.).

Návrh alternativy

Nabízí se řešení využít sloučeniny či jejich směsi s vyšší rozpustností a tím vyšší koncentrací OH^- částic, s podobně vysokou či vyšší mírou disociace, jako je tomu u $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Samozřejmostí je neškodnost přípravku pro tkáň periapexu a parodontu, fyziologická kompatibilita a celková netoxicitá pro pacienta. Těmto požadavkům vyhovuje natronové vápno - natron, (dále jen N.). Eliminuje do jisté míry nevýhody $\text{Ca}(\text{OH})_2$, aniž ubírá na pozitivěch jeho použití. N. je směs NaOH s CaO . Volný NaOH je přítomen v 5% - 7%. Ve vodném roztoku N. dochází k vyhašení oxidu vápenatého za vzniku $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tzv. "hašeného vápna":



Ve vodném roztoku N. je samozřejmě přítomen NaOH , který je disociován úplně, dle rovnice :



a hydroxid vápenatý, který je disociován jen nevýrazně. Vzhledem k dobré rozpustnosti a totální disociaci NaOH , pochází naprostá většina hydroxylů v roztoku z disociace NaOH , který se takto stává hlavním donorem hydroxylů. Tím je dosažena vysoká koncentrace OH^- iontů, tedy silný baktericidní a neutralizační efekt. Zatímni praktické zkušenosti ukazují, že ani tyto koncentrace hydroxylů nemusí být při vysoké spotřebě vždy dostačující, proto se osvědčuje rozpouštět N. v 5 - 10% vodném roztoku NaOH . Rozpouštědlo, resp. koncentrace NaOH v rozpouštědle, může být volně měněna podle konkrétních podmínek či požadavků na míru zásaditého efektu zlv.

Dvoufázový efekt účinku natronu

Je determinován chemickými vlastnostmi jeho složek.

1. fáze účinku - NaOH fáze - charakterizována kvanty volných hydroxylů, mohutným neutralizačním efektem, trvá jen desítky hodin - asi do 48hod. Majoritně se uplatňuje NaOH, plně disociuje, viz rovnice (5). Neutralizace organických kyselin bakteriálního původu popisuje obecně rovnice :



Na rozdíl od vápenatých solí organických kyselin, jsou sodné soli dobře rozpustné ve vodě, netvoří tedy nežádoucí sraženiny, nedochází k omezování difuze OH^- iontů do okolí touto sraženinou. Další výhodou je, že sodné soli organických kyselin mají v důsledku hydrolyzy ve vodných roztocích, až na řídké výjimky, zásaditou reakci, jak demonstruje rovnice hydrolyzy :



(7)

Reakcí vzniká nedisociovaná forma příslušné organické kyseliny. V roztoku se pak hromadí volné OH^- ionty, které odpovídají za zásaditou reakci sodných solí těchto kyselin._____

NaOH rovněž reaguje s CO_2 (tkáňovým i vzdušným), případně s ionty hydrogenukarbonátového pufru, viz rovnice :

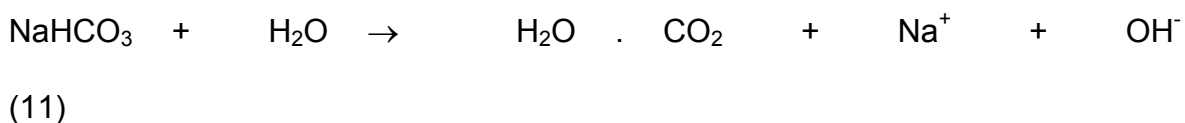
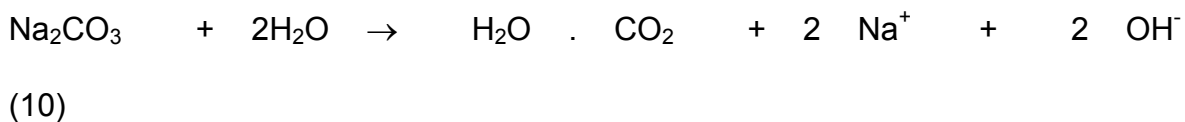


(8)



(9)

Na rozdíl od sraženiny CaCO_3 , vznikající v případě hydroxidu vápenatého, jsou oba tyto možné produkty reakce ve vodě rozpustné. Reakcí hydrolyzy mají oba produkty ve vodě opět zásaditou reakci :



Adukt $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$ (postaru a nesprávně “kyselina uhličitá”) je opět nedisociován, proto v roztoku převládají OH^- ionty. Zajímavé a příznivé je, že přítomnost alkalických solí poněkud zvyšuje jinak malou rozpustnost $\text{Ca}(\text{OH})_2$, čímž se tyto produkty podílejí na udržování zásaditého pH roztoku.

NaOH je silnějším hydroxidem než $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tudíž v probíhajících reakcích má jasně dominující roli, přednostně reaguje s CO_2 - poskytuje proto určitý protektivní efekt pro hydroxid vápenatý po dobu svojí existence, ovšem i v této fázi jisté množství CaCO_3 vzniká - tato reakce vzniku vápenaté soli však není majoritní.

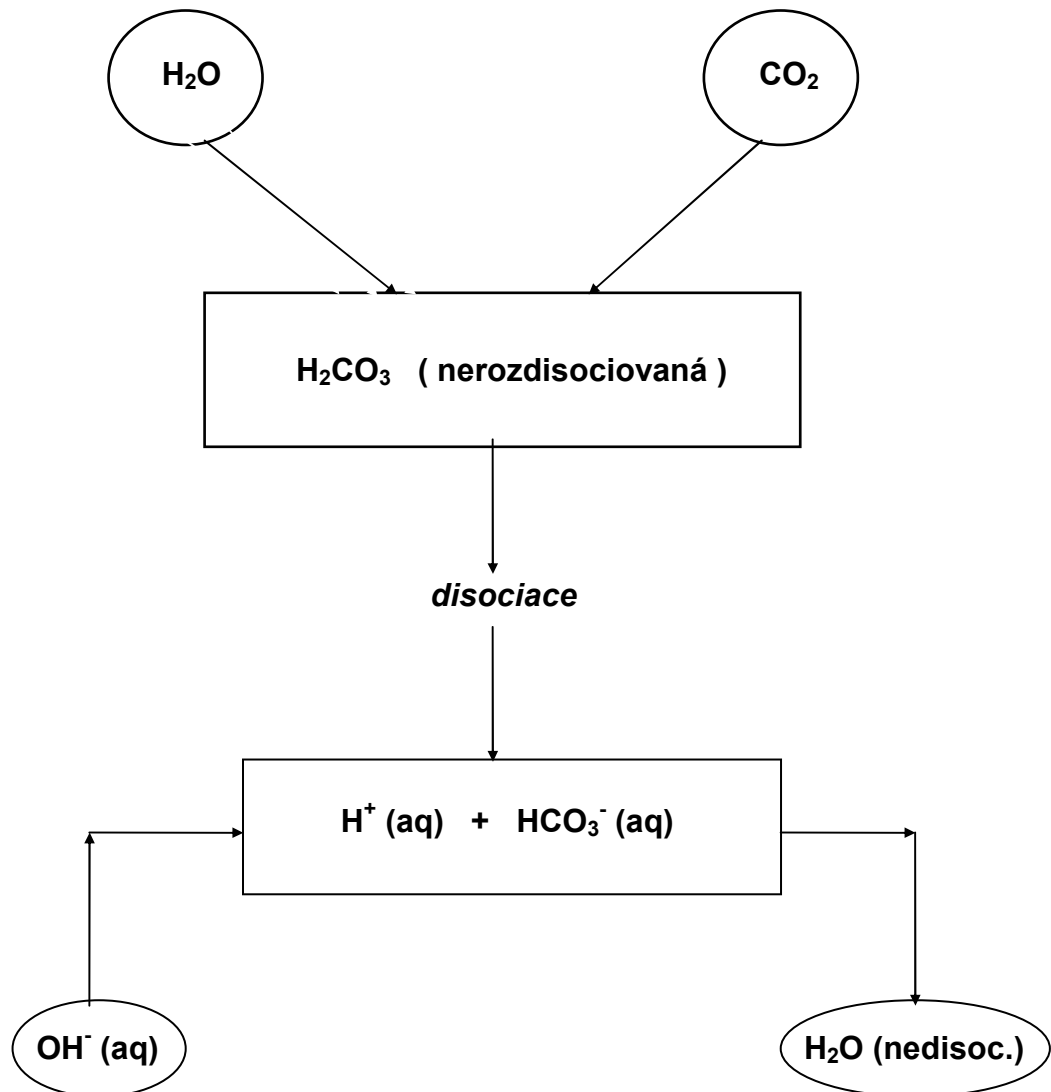
- Interakce s pufráčními systémy

Poměrně vysoká vstupní koncentrace hydroxylů NaOH fáze je postupně saturována pufráčními systémy přítomnými v tkáňových tekutinách, zejména se zde uplatní hydrogenkarbonátový nárazníkový systém, podílejí se rovněž fosfátový, proteinový, hemoglobinový. Nejdůležitější roli má systém hydrogenkarbonátový - viz mechanismus účinku schématicky:



Je zde tedy udržována zvrtná rovnováha mezi “kyselinou uhličitou” a nestabilním aniontem HCO_3^- . Přidáme-li do systému OH^- ionty (což je náš případ), probíhá reakce s H^+ ionty za vzniku nerozdisociovaných molekul vody. Odčerpání H^+ iontů se nahrazuje disociací “kys.uhličitě”, ta se doplňuje slučováním vody a oxidu uhlí-

čitého atd. Viz schema a jinak odkazujeme na učebnice biochemie -literatura (3), str.372.



Teorie, studie propustnosti zubní tkáně pro volné hydroxyly in vitro, kterou jsme si provedli, zatímní praktická zkušenost - ukazují, že není třeba se obávat poškození živé tkáně volnými hydroxyly. Produkty reakcí jsou látky fyziologicky kompatibilní a netoxické. V oblasti kk lze očekávat hodnotu pH = 13. Modelové výpočty ukazují, že v zubní tkáni, v dentinových tubulech lze očekávat pH cca 10,5. Odhad pro periapex je pH 9 - 10.

Konec 1. fáze: po určité době je většina hydroxylů přítomných v roztoku po disociaci NaOH zneutralizována. Protože se NaOH zcela rozpustil, nastává 2.fáze.

2. fáze účinku - Ca(OH)₂ fáze

Charakteristika : poměrně malé kvantum volných hydroxylů, které mají spíše vyrovnávací účinek, ovšem působí dlouhodobě - řádově týdny. Chemismus této fáze je udáván vlastnostmi a efektem Ca(OH)₂, který nyní ale působí v příznivějších podmínkách - vytvořených NaOH fází . Děje jsou popsány v části o kořenovém kanálku a trvají do skončení produkce hydroxylů rozpuštěním a disociací hydroxidu vápenatého, nakonec dochází k neutralizaci volných hydroxylů vlivem CO₂ a pufrčních systémů organismů, účinek zlv postupně odeznívá.

Přípravek

Natronové vápno je dodáváno v granulích o velikosti 3-4 mm.Uchovává se v suchém prostředí při pokojové teplotě, v dobře uzavřené nádobě, doba skladovatelnosti není omezena. Malé množství N. se rozmačká v třecí misce tloučkem nebo těrkou a rozetře až do jemného prachu, tím se vytvoří dostatečné množství látky na více zlv. Potom uložte do skleněné malé nádoby s těsnícím víčkem.

Použití

Na podložním skle je prášek natronu, prášek hydroxidu vápenatého - poměr 2 : 1, dvě kapky rozpouštědla (rozpuštědlem je 5 -10% roztok NaOH) - promíchat do konzistence, že dobře lne na rotační plnič - proto potřebujeme utření na jemný prach. Je věcí individuální volby, zda dát více či méně Ca(OH)₂ či ho dokonce nedávat vůbec. My jsme pracovali převážně s uvedenou směsí.

Mechanická úprava kanálku je naprosto nutná a je součástí terapie, čím více se podaří rozšířit a opracovat zk, tím jsou podmínky pro zlv lepší a celkový úspěch pravděpodobnější, kanálek plníme pomalými otáčkami za kontaktu se stěnou zk a

tím rotační plnič "odstrkává" směs konzistence hodně husté smetany do kanálku. Detailně popisuje způsob aplikace zlv literatura (6) a (7). Krycí výplní byl běžný fosfátový cement, osvědčuje se poměrně dobře.

Indikace

Bakteriálně kontaminované zk, nedokončené rozšíření kanálku, bolesti na poklep - spíše tedy tam, kde se mohou uplatnit typické vlastnosti zlv - jak bylo popsáno.

Praxe

Po teoretickém zhodnocení problematiky, po studii propustnosti zubní tkáně, jsme přistoupili k opatrné klinické zkoušce v ordinaci. Pacienti s vhodnou indikací byli poučeni o významu zlv, terapie probíhala s jejich souhlasem s tím, že v případě nežádoucích potíží se mají dostavit k řešení stavu. Při aplikaci zlv nebyla nikdy žádná nevůle pacienta. Po celou dobu, co aplikujeme tuto zlv, nebyla pozorována žádná nežádoucí reakce, byly již takto ošetřeny řádově desítky zubů, po 1 - 2 zlv následovala kořenová výplň a to buď AH26 s gutaperčovými čepy - metoda laterální kondenzace - či plnění foredentem s gut. čepy, na základě volby pacienta. Rozhodoval vždy klinický vývoj situace, nález v kanálku, RTG nález. Doba aplikace zlv: 1 - 3 týdny. Byly provedeny dvě extrakce. V obou případech nebyly ještě terapeutické možnosti vyčerpány ale prostě pacienti si přáli rychlejší řešení stavu.

Dosavadní klinické zkušenosti hodnotíme jako slušné, výsledky jsou srovnatelné s metodikou aplikace Ca(OH)_2 a doufáme, že časem budou ještě lepší.

Diskuse

V endodoncii v současné době dominuje mechanická metoda ošetření kk - velmi se zlepšilo instrumentarium, stále se vyvíjejí nové systémy kořenových nástrojů ručních i rotačních - procento úspěšně léčených zubů je vysoké. Faktem však je, že anatomická a histologická skladba zubů je tak rozmanitá, že stojí zato pokusit se inteligentní chemií ještě posunout procento úspěchu. Hydroxid kalcia a hypochlorit jsou takovou rozumnou chemií - praxe to potvrdila. Zásaditá léčebná vložka v endoncii jasně dominuje - jiné léčebné vložky jsou v podstatě odmítnuty. Baktericidní efekt hydroxylů, příznivé ovlivnění periapexu zvýšením pH - alkalická fosfata má pH optimum 9 - 10, aktivace osteoblastů a inaktivace osteoklastů - vede k žádoucí regeneraci periapikální tkáně. Je možné zásaditý efekt vylepšit ? Autorka práce - (literatura 8) - použila fyzikální metodu - iontoforézu a tak zesílila tok hydroxylů do periapexu. Naše cesta byla jiná - chemická - nalezení jiné chemikálie, která odstraňuje určité nevýhody hydroxidu vápenatého, nechává nám jeho výhody a poskytuje vyšší výdej hydroxylů. To je naše odpověď na otázku - proč nová zásaditá léčebná vložka. Děje byly popsány nezbytnými a jednoduchými chemickými rovnicemi - jejich vynechání by práci znehodnotilo. Řeč rovnic však nic neříká o rychlosti probíhajících reakcí, o jejich kvalitě atd. To už jsou podmínky jednotlivých zubů a tkání. Je třeba pochopit, že naše práce si neklade úroveň odborné (vědecké) práce. Nepracujeme s definovanými soubory pacientů, v podmínkách privátní praxe sestavit takové srovnávací soubory je velmi obtížné, naši práci spíše chápeme jako odborné sdělení. Samozřejmě bychom rádi časem očekávali od alternativy zlv lepší výsledky než dává léčebná vložka hydroxidu vápenatého, v současnosti však vzhledem k ještě malému počtu léčených zubů není možné tuto problematiku nějak přesněji vyhodnotit.

Považujeme za nutné zdůraznit, že toto sdělení není vhodné pochopit jako návod pro okamžitou paušální aplikaci alternativy zlv. Někteří členové rady odborníků ČSK jsou o této práci informováni - jistě časem rada zaujme stanovisko. Pokud se některý lékař rozhodne použít tuto zlv ve své praxi, je to věc jeho odpovědnosti.

Závěr

Vážený kolegové,
seznámili jsme vás s návrhem na alternativu léčebné vložky v endodoncii, předložili jsme vám úvahy, které nás vedly k předmětu naší práce. Očekáváme diskusi korektní a věcnou, kterou vítáme. Zásadně platí, že v endodoncii si lékař musí svůj úspěch odpracovat, chemie hraje pouze pomocnou roli, jestliže se podaří alespoň zčásti zlepšit podmínky pro naši práci a pomoci našim pacientům, pak náš příspěvek dosáhl svého cíle.

Použitá literatura

1. Bednář M. , Fraňková V., Schindler J., Souček A., Vávra J. : Lékařská mikrobiologie. Marvil, Praha 1996.
2. Greenwood N.N., Earnshaw A.: Chemie prvků I. a II. Informatorium, Praha 1993.
3. Hořejší J. a kol. : Základy klinické biochemie ve vnitřním lékařství. Avicenum, Praha 1989.
4. Klika E. a kol.: Histologie. Avicenum, Praha 1985.
5. Remy H.: Anorganická chemie I. a II. SNTL, Praha 1956.

6. Sedelmayer J.: Léčebná vložka Ca(OH)_2 . LKS č.2, únor 1996.
7. Staehle J.: Hydroxid vápenatý v endodoncii. Quintessenz č.4, srpen 1993.
8. Střešíková H.: Možnosti použití přístroje Odontometer v zachovné stomatologii.
PZL č. 5, říjen 1998.