

Tato studie se zabývá vyhodnocením endodontického ošetření s použitím materiálů s hydroxidem vápenatým u stálých zubů s nedokončeným vývojem kořene následkem traumatu, především po úrazech závěsného aparátu.

- Cílem práce je zejména:

- a. analyzovat faktory, které přispívají ke vzniku post-traumatických komplikací, především po avulzi stálých zubů s nedokončeným vývojem kořene,
- b. zkoumat účinnost endodontické léčby těchto komplikací s použitím materiálů s hydroxidem vápenatým u stálých zubů s nedokončeným vývojem kořene,
- c. vyhodnotit různé materiály s hydroxidem vápenatým,
- d. porovnat vlastní výsledky s ostatními studiemi v literatuře, týkajícími se vlastností hydroxidu vápenatého v případech, kdy je používán jako dočasná kořenová výplň.

- Preklinická a klinická část této studie jsou rozdělené na 3 části:

1. Vyhodnocení znalostí učitelů základních škol při poskytování první pomoci v případech avulze stálých zubů: bezprostřední a správná první pomoc a rychlý transfer dětí k zubnímu lékaři jsou určujícími faktory prognózy poraněných zubů a budoucího výskytu posttraumatických komplikací. 300 učitelů bylo požádáno o vyplnění dotazníků týkajících se avulze stálých zubů. 69 % respondentů nebylo nikdy informováno o poskytnutí první pomoci v situacích dentálního traumatu, 34 % nikdy neslyšelo pojem „avulze“ a 81% by uchovalo vyražený zub během transferu k zubnímu lékaři v suchém kapesníku. Tyto výsledky ukázaly nedostatečné znalosti učitelů v poskytování první pomoci při úrazu zubů, ačkoliv právě školy jsou častým místem výskytu těchto úrazů. Tento fakt zhoršuje výsledek zubního ošetření a prognózu.

2. Retrospektivní analýza 90 vyražených zubů u 58 dětí: tato studie byla zaměřena především na způsob ošetření (replantace či nikoliv), časový interval mezi úrazem a ošetřením zubu, způsob uchování zubu, výskyt posttraumatických komplikací a endodontické ošetření u zubů s nedokončeným vývojem kořene. Pouze 27 zubů (30 %) bylo replantováno; 12 z nich nemělo dokončený vývoj kořene. 10 z 12 zubů s nedokončeným vývojem kořene bylo endodonticky ošetřeno hydroxidem vápenatým (apexifikace), neboť nedošlo k revaskularizaci pulpy a u 8 z nich se vytvořila apikální bariéra. Ve dvou případech se objevila revaskularizace pulpy a následně došlo k postupné obliteraci kořenového kanálku. Dva ze dvou replantované zuby s nedokončeným vývojem kořene bylo nutno extrahovat, neboť se vyskytla zánětlivá resorpce kořene. Prodloužená extra-orální perioda nebo uložení vyraženého

zubu v nevhodném prostředí do doby replantace ovlivňuje výsledek ošetření a zvyšuje riziko výskytu posttraumatických komplikací.

3. Endodontický zásah při ošetření post-traumatických komplikací u zubů s nedokončeným vývojem kořene: byly analyzovány záznamy 178 pacientů s 383 poraněnými zuby, kteří byly ošetřeni na Stomatologické klinice Fakultní nemocnice v Plzni, se zaměřením především na výskyt posttraumatických komplikací u laterálních luxacích, komplikovaných a nekomplikovaných frakturách klinických korunek, u zubů s nedokončeným vývojem kořene. 156 z 383 zraněných zubů nemělo dokončený vývoj kořene.

Ze 70 zubů s nedokončeným vývojem s laterální luxací nebo subluxací se objevila obliterace kořenového kanálku v 19 případech, nekróza pulpy v 9 případech a zánětlivá resorpce kořene ve 4 případech. U 50 nekomplikovaných fraktur klinických korunek u zubů s nedokončeným vývojem kořene byla nejčastější post-traumatickou komplikací nekróza pulpy (7 případů, 14 %) a byla vždy ošetřena endodonticky. Všechny zuby s nekrozou pulpy a zánětlivou resorpcí kořene byly ošetřeny hydroxidem vápenatým. Jeden zub musel být extrahován, vzhledem k tomu, že i po zaplnění kořenového kanálku hydroxidem vápenatým se objevila zánětlivá resorpce kořene.

- Experimentální část této práce je zaměřena na poskytnutí nových informací zabývajících se výsledky ošetření zubů, preparáty s hydroxidem vápenatým jako kořenové výplně. Posuzovali jsme jeho krátkodobé i dlouhodobé použití, především v případech apexifikace zubů s nedokončeným vývojem kořene. Na Stomatologické klinice Fakultní nemocnice v Plzni jsou používány různé materiály s hydroxidem vápenatým:

- "Calxyd" (Spofa Dental, CZ), složení:  $\text{Ca(OH)}_2$ , glycerin, destilovaná voda
- "Calxyl" (OCO Präparate, Germany)
  - a) červený, složení:  $\text{Ca(OH)}_2$ , destilovaná voda
  - b) modrý, složení:  $\text{Ca(OH)}_2$ , destilovaná voda, síran barnatý
- "Dentbalzam" (Spofa Dental, CZ), složení:  $\text{Ca(OH)}_2$ , destilovaná voda
- "Calcium hydroxide PLUS points" (Roeko, Germany), složení: 52 %  $\text{Ca(OH)}_2$ , 42 % gutaperča, chlorid sodný, barviva.

Experimentální část studie je rozdělena na 5 částí:

1. Hydroxid vápenatý v endodncii – měření pH různých materiálů in vitro:

Cílem experimentu bylo změřit pH a zjistit, zda přidané substance ovlivňují hodnoty pH výše uvedených materiálů. Z tohoto důvodu bylo dané váhové množství každého materiálu rozpouštěním v určitém objemu destilované vody v uzavřených plastových zkumavkách a po 10 min., 30 min. a po sedmi dnech bylo za použití WTW Microprocessor pH meter pH 537 měřeno pH destilované vody. Měřením bylo zjištěno, že všechny materiály ve formě pasty mají vysoké hodnoty pH, pohybující mezi 11,65 a 11,82. Průměrné pH čepů s hydroxidem vápenatým bylo 6,73, dokonce i po 1 týdnu.

2. Difúze kalciových iontů z různých materiálů ve fyziologickém roztoku s in vitro:

Pro tento experiment byly použity výše uvedené materiály. Cílem studie bylo zjistit in vitro schopnost penetrace iontů kalcia použitých materiálů přes foramen apicale. Následně jsme měřili koncentraci iontů kalcia a vypočítali a porovnávali pH těchto materiálů.

Z těchto důvodů byl každý z uvedených materiálů aplikován do malé plastové pipety s otvorem velikosti 0,5 mm, která měla simulovat kořenový kanálek a foramen apicale zubu. Tyto pipety byly následně umístěny do plastových, uzavřených zkumavek s fyziologickým roztokem. S pomocí mikroprocesoru WTW pH meter pH 537 byla opakovaně měřena koncentrace iontů kalcia ve fyziologickém roztoku. Tato měření odhalila, že koncentrace iontů kalcia ve fyziologickém roztoku byla vyšší v pipetách s materiálem ve formě pasty, než s čepý s hydroxidem vápenatým.

3. Průnik kalciových a hydroxylových iontů dentinem – srovnávací studie různých materiálů:

Pro tento experiment byly použity rovněž výše uvedené materiály. Cílem této studie bylo popsat schopnost difúze iontů kalcia a hydroxyly z kořenového kanálku do periradikulárního prostředí přes dentinové tubuly. Z tohoto důvodu jsme po endodontickém ošetření (s použitím výše uvedených materiálů s hydroxidem vápenatým) obnažili kořenový dentin. Následně jsme porovnali koncentraci iontů kalcia a změny pH v extraradikulárním prostředí. Bylo použito 25 intaktních premolárů, extrahovaných z ortodontických důvodů. Do každého zubu byla ve střední třetině kořene vypreparována standardní kavita simulující resorpci kořene. Zuby byly ošetřovány endodonticky za stejných podmínek a stejným způsobem. U skupiny 5 zubů byl aplikován vždy stejný materiál. Trepanační otvor byl vyplněn skloionomerním cementem a foramen apicale překryto stejným materiálem. Dva kontrolní zuby, které měly kořenové kanálky vyplněné papírovými čepý, byly ošetřeny stejným způsobem. Zuby byly následně uloženy do plastových zkumavek s fyziologickým roztokem. Pouze kořeny zubů byly

ponořeny v roztoku. V určitých časových intervalech byly zuby umístěny do rezervních plastových zkumavek a v originálních tubusech byla měřena koncentrace iontů kalcia ve fyziologickém roztoku. Po měření byly zuby uloženy zpět do originálních plastových zkumavek. Měření byla opakována v prvních 12–ti hodinách po hodině, následně jednou za 24 hodin a to po dobu 21 dní. Výsledky odhalily, že ionty kalcia a hydroxyly pronikly přes dentinové tubuly do fyziologického roztoku. Rychlost difúze závisela na složení a konzistenci preparátů s hydroxidem vápenatým. Vyšší koncentrace kalcia a vyšší pH fyziologického roztoku bylo naměřeno u materiálů ve formě pasty.

4. Měření tvrdosti dentinu u zubů s dlouhodobou výplní kořenového kanálku s hydroxidem vápenatým:

Byly použity zuby z předchozí experimentální studie. Tyto zuby byly uchovány po dobu 1 roku ve fyziologickém roztoku, v uzavřených skleněných tubusech, při pokojové teplotě. Zuby byly fixovány ethanolem a uloženy v EPON za použití standardních postupů. Postupně byly zuby umísťovány do termostatu se specifickými podmínkami a následně byly uskladněny v místnosti s pokojovou teplotou. Pro broušení vzorků byla použita ruční rozbrušovačka „HK 350“. Na počátku se provádělo hrubé abrasivní obrusování. Vzorky byly přidržovány u brusného kotouče, dokud nebyla odstraněna polovina zubu (podélně) a byla odkryta celá dřevná dutina. Po hrubém broušení se provádělo rovinné broušení a následně jemné broušení. Jako chladicí a lubrikační prostředek byla ve všech fázích použita destilovaná voda. Výsledného vyleštění bylo dosaženo prostřednictvím Labopol 5 leštícího stroje. Leštění bylo provedeno za účelem získání hladkého povrchu zubu, který je důležitý pro techniku nanoindentace (měření tvrdosti dentinu).

Byla měřena mikrotvrdość kořenového dentinu u 2 vzorků každého materiálu a 5 kontrolovaných zubů, za použití nanoindentace testů s Nano Indenter XP. Měření byla realizována po celé délce dentinu kořene, na straně, kde byla preparována kavita ve střední třetině kořene. Bylo realizováno 50 měření tvrdosti vtiskem ve vzdálenosti 200  $\mu\text{m}$  od sebe.

50 výstupů měření tvrdosti dentinu u každého vzorku bylo statisticky analyzováno a vyhodnoceno a průměrné (střední) hodnoty tvrdosti dentinu každého vzorku a kontrolních zubů byly navzájem porovnávány. Výsledky odhalily, že zuby, které byly zaplněny hydroxidem vápenatým, reprezentovaly vyšší hodnoty tvrdosti dentinu než kontrolní zuby. To potvrzuje, že dlouhodobé použití kalcium hydroxidu (např. v případech apexifikace nebo při ošetření chronické periodontitis) ovlivňuje tvrdost kořenového dentinu zubů.

5. Histologické vyhodnocení hypercalcifikace dentinu po dlouhodobém zaplnění kanálku hydroxidem vápenatým:

Provedli jsme mikroskopickou studii kořenového dentinu. Cílem této studie bylo zkoumat ve Scanning Electron Microscope (SEM) kořenový dentin po dlouhodobém použití kalcium hydroxidu. Porovnali jsme zuby zaplněné hydroxidem vápenatým a zuby bez jakékoliv výplně. Kromě toho jsme za pomoci SEM porovnávali procentuální hmotnost kalcia v oblastech kořenového dentinu jak u zubů, které byly zaplněny hydroxidem vápenatým, tak u zubů bez kořenové výplně. Bylo zjištěno, že zuby, které byly dříve ošetřeny dlouhodobou aplikací kalcium hydroxidu měly hyperkalcifikované oblasti na svém kořenového dentinu, dentinové tubuly obsahovaly částice kalcium hydroxidové pasty a v intertubulárním dentinu byly identifikovány krystaly kalcia. Kromě toho byla naměřena vyšší váhová procenta materiálů kalcia v kořenovém dentinu u zubů, které byly vyplněny kalcium hydroxidem než u kontrolních zubů, které byly použity pro tento experiment. Výše uvedené vede k závěru, že dlouhodobé použití kalcium hydroxidu může vést ke strukturálním změnám a hypercalcifikaci kořenového dentinu.