

Paste con idrossido di calcio: valori di pH e rilascio di ioni calcio

Traduzione dell'articolo:

Calcium hydroxide pastes: pH values and release of calcium ions

RIASSUNTO

Scopo: obiettivo del lavoro è valutare il rilascio di ioni calcio ed il pH di tre paste di idrossido di calcio: UltraCal XS, CalciCur e una pasta di idrossido di calcio in veicolo acquoso.

Metodologia: l'analisi del calcio nelle paste è stata condotta per mezzo di spettrofotometria ad assorbimento atomico. Un pHmetro è stato impiegato per misurare i valori di pH. Misurazioni di pH e di rilascio di ioni calcio sono state effettuate ad 1 ora e a 1, 3, 7, 15, 30, 45 e 60 giorni.

Risultati: l'analisi dei valori di base, minimi e massimi, e la differenza tra i valori finali e di base hanno mostrato significative differenze nel pH e nel rilascio degli ioni calcio da parte delle tre paste. La pasta di controllo ha mostrato i valori di pH ed il rilascio di calcio più elevati, seguiti dal CalciCur (1-way ANOVA). Il rilascio di ioni idrossili e di ioni calcio da parte del CalciCur e da parte del controllo è stato rapido fino a 45 giorni. Il pH di UltraCal, CalciCur, e del controllo è sempre stato superiore a 12. Il rilascio di ioni idrossili e di ioni calcio da parte dell'UltraCal è stato più lento e graduale.

Discussione: in base ai risultati emersi si può concludere che:

1. I valori di pH del controllo e di UltraCal e CalciCur erano sempre superiori a 12;
2. Il rilascio di ioni idrossili e calcio è stato più lento e graduale nell'UltraCal;
3. Il rilascio di ioni idrossili e calcio è stato maggiore fino a 45 giorni nel controllo e nel CalciCur.

Parole chiave:

Endodonzia, composti chimici, concen-

trazione di ioni idrossili e ioni calcio

INTRODUZIONE

L'endodonzia, una scienza e specializzazione dell'odontoiatria, è basata non solo sugli sviluppi tecnici, ma anche e principalmente su principi biologici secondo cui il rispetto dei tessuti apicali e periapicali è fondamentale nel trattamento endodontico. Questi principi dovrebbero essere seguiti nelle diverse fasi del trattamento endodontico, che sono tutte collegate ed ugualmente importanti: sottovalutarle può comportare il fallimento del trattamento.

In denti con polpa necrotica o lesione periapicale cronica identificabile radiograficamente, è infetto non solo il lume canale principale, ma anche i tubuli dentinali e le ramificazioni che formano il complesso sistema di canali radicolari (Byström & Sundqvist, 1981; Peters et al., 2001). La sopravvivenza dei microrganismi nel sistema e l'impossibilità di eliminarli con una adeguata preparazione chemomeccanica (Nair et al., 1990; Nair et al., 2005) sono fattori che contribuiscono in maniera chiara al fallimento del trattamento endodontico e riducono le speranze di riparazione dei tessuti.

A questo proposito, per ridurre il numero di microrganismi presenti nella dentina e nel sistema di canali radicolari è stata proposta una disinfezione addizionale con medicinali intracanalari. Le paste a base di idrossido di calcio sono state raccomandate per la loro abilità nel combattere le infezioni nel sistema di canali radicolari (Sjögren et al., 1991; Leonardo et al., 1995).

Sin dalla pubblicazione degli studi di Hermann (1920), l'idrossido di calcio è stato

proposto come medicazione intracanalare nei casi di necrosi pulpare e di lesione periapicale cronica. Il meccanismo di azione dell'idrossido di calcio è stato attribuito al rilascio di ioni calcio e idrossili. Il modello di dissociazione ionica è responsabile delle proprietà biologiche dell'idrossido di calcio, come l'attività antibatterica (Safavi & Nichols, 1993; Safavi & Nichols 1990), e il potenziale di riparazione attraverso l'induzione di formazione di tessuto duro (Holland et al., 1979; Leonardo et al., 1995).

Ci sono tre tipi di veicoli per le paste di idrossido di calcio: acquoso, viscoso e oleoso. Il veicolo acquoso (acqua distillata, soluzione salina) provoca una veloce dissociazione ionica, e quindi un prolungato contatto degli ioni con i tessuti e i microrganismi. Il veicolo viscoso (glicol propilenico 400, glicol polietilenico 400) rilascia ioni calcio e idrossili lentamente e progressivamente, e promuove il tipo di contatto già descritto per il veicolo acquoso. Il veicolo oleoso (olio di oliva) è invece una sostanza non polare che ha scarsa solubilità in acqua e quindi rallenta la dissoluzione e la dissociazione delle paste all'idrossido di calcio nei tessuti (Fava & Saunders, 1999).

È quindi importante studiare i veicoli scelti per le paste all'idrossido di calcio nelle differenti situazioni cliniche perché possono influenzare il modo e l'intensità della dissociazione ionica.

Le proprietà fisico-chimiche delle paste all'idrossido di calcio, specialmente il pH e la produzione di ioni calcio, sono state oggetto di diversi studi a causa dell'importanza che queste proprietà rivestono nel loro meccanismo di azione (Tronstad et al., 1981; Leonardo et al., 1992; Esberard et al., 1996; Beltes et al., 1997; Duarte et al., 2004).

Lo scopo di questo studio è di valutare le proprietà fisico-chimiche del rilascio di io-

ni calcio ed il pH di tre paste all'idrossido di calcio: UltraCal XS, Calcicur e una pasta di idrossido di calcio in veicolo acquoso.

MATERIALI E METODI

In questo studio sono state usate due paste all'idrossido di calcio commerciali: UltraCal XS (Ultradent Product, Inc. South Jordan, USA) e una pasta acquosa Calcicur (VOCO, Cuxhaven, Germany). Una terza pasta all'idrossido di calcio è stata preparata con 1,2 g di idrossido di calcio (Riedel De Haën AG, Seelze, Hannover, Germany) e 1 ml di acqua distillata (Farmácia Escola, ULBRA, Canoas, RS, Brazil) per essere usata come controllo. Il produttore dell'UltraCal XS non ha fornito informazioni riguardo alla formula.

Una bilancia di precisione (Adventurer, Ohaus Corp., USA) è stata usata per pesare 0,206 g di ogni pasta; i campioni sono stati poi versati in provette di plastica di 120 ml con tappo. Sono stati preparati tre campioni per ogni pasta, cioè tre provette per ogni pasta. Ad ogni campione è stata aggiunta acqua ultrapura (100.0 ml; Milli-Q, Milipore, São Paulo, Brazil). Dopo circa 30 minuti di contatto tra pasta ed acqua la miscela è stata agitata con un bastoncino di vetro, aspettando 2 minuti per la sedimentazione delle particelle in soluzione.

Analisi degli ioni calcio

L'analisi degli ioni calcio nelle paste è stata condotta con spettrofotometria ad assorbimento atomico con uno spettrofotometro mod. 4000 (Perkin-Elmer Corporation, Connecticut, USA).

Le concentrazioni di calcio sono state calcolate comparando una curva di calibrazione con 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 5.0, 10.0 e 20 ppm soluzioni standard (Calcium Standard Solution, Merck, Darmstadt, Germany) in acqua ultrapura.

Per ogni lettura si sono presi 100,0 ml dal campione con una pipetta automatica e diluiti in 2 ml di cloruro di potassio allo 0,15% (Reagen, Rio de Janeiro, Brazil). Per migliorare l'atomizzazione del calcio sono stati aggiunti 250 ml di acido nitrico (Merck, Darmstadt, Germany). Il calcio sotto forma di aerosol, ottenuto dall'aspirazione di 2 ml della soluzione, è stato processato (essiccazione, bruciatura, atomizzazione) a circa 2900°C su

un bruciatore acetilene-ossido di azoto. Il calcio, quando eccitato, assorbe la radiazione emessa da un catodo Ca-Mg (lunghezza d'onda = 422,7 nm; intensità = 20 mA; ampiezza = 0,7 nm; lunghezza = 5,0 nm). La quantità di calcio rilasciata a 1 ora e a 1, 3, 7, 15, 30, 45 e 60 giorni è stata misurata, e i valori corrispondenti stampati con un computer interfacciato allo spettrofotometro.

Analisi degli ioni idrossili (pH)

Dopo 2 minuti dall'agitazione, il pH è stato misurato direttamente nelle provette immergendo un elettrodo di vetro nelle soluzioni. L'elettrodo era collegato con un pHmetro (CG 840, Schott, Germany) calibrato precedentemente con soluzioni tamponate a pH 7,0 e 4,0 (Synth Ltda, Diadema, Brazil). Tra una lettura e l'altra l'elettrodo veniva abbondantemente risciacquato con acqua distillata e asciugato con carta assorbente. Quando non in uso, l'elettrodo rimaneva in contatto con la soluzione tamponata.

Per registrare i valori di pH a 1, 3, 7, 15, 30, 45, 60 giorni è stata usata una tabella standardizzata.

Dopo ogni misurazione, una cannula collegata con una bombola di azoto veniva inserita in ogni provetta senza toccare la superficie della soluzione, e un flusso leggero ma continuo di gas veniva aperto per 20 secondi. Le provette venivano quindi tappate e mantenute a 36,5°C fino alla misurazione seguente.

L'analisi statistica descrittiva è stata condotta sulle medie e deviazioni standard dei valori di pH e del rilascio di calcio. L'ANOVA (1 way) è stata usata per analizzare i valori iniziali, minimo, massimo e differenziale; Il Tukey's Post Hoc test è stato usato per il follow-up con significatività $\alpha = 0,05$

RISULTATI

L'analisi statistica condotta con ANOVA 1-way dei valori di pH iniziale, minimo e massimo e la differenza tra il valore iniziale e quello finale hanno rivelato differenze significative nel pH delle paste prese in esame (Tab. 1)

La Tabella 1 mostra un andamento lineare dei valori medi di pH, eccetto al 15° giorno, quando è stato osservato un leggero calo. Inoltre, valori superiori di pH sono stati osservati per il controllo fino al 45° giorno, se-

guito dal Calcicur e dall'UltraCal XS. A 60 giorni i valori dell'UltraCal XS erano leggermente superiori.

La Tabella 2 illustra i valori medi (mg/l) di rilascio di ioni calcio per le tre paste valutati secondo i valori di assorbimento ottenuti con spettrofotometria ad assorbimento atomico.

L'analisi statistica condotta con ANOVA 1-way dei valori di rilascio di ioni calcio iniziale, minimo e massimo e la differenza tra il valore iniziale e quello finale hanno rivelato differenze significative nel rilascio di ioni calcio delle paste prese in esame. La quantità di calcio ionizzato nelle tre paste è aumentata nei primi 30 giorni, e i valori maggiori sono stati trovati per il controllo e per il Calcicur. A 45 giorni, il Calcicur ha mostrato un progressivo aumento nel rilascio di calcio, mentre l'UltraCal e la pasta di controllo hanno mostrato una lieve diminuzione. A 60 giorni, un calo significativo è stato osservato per il Calcicur e per il controllo, insieme ad un leggero calo per l'UltraCal, riportando così le tre paste a valori simili. (Tab. 2)

DISCUSSIONE

L'induzione da parte dell'idrossido di calcio di formazione dei tessuti duri e la sua attività antibatterica possono essere spiegate attraverso la sua dissociazione ionica in ioni calcio e ioni idrossili. Poiché il pH dell'idrossido di calcio è circa 12,4, la maggior parte delle colonie batteriche che si possono isolare da canali infetti sono sensibili alla sua azione e sono eliminate in un breve periodo di tempo quando sono a diretto contatto con questa sostanza (Siqueira Jr & Uzeda, 1998).

L'azione degli ioni calcio originati dall'idrossido di calcio è stata osservata nelle aree di formazione dei tessuti duri, nelle barriere di tessuto duro che si ritrovano dopo incappucciamenti, pulpectomie e in apicizzazioni (Holland 1979; Leonardo et al., 1995). Tronstad et al. (1981) hanno proposto che questi ioni siano i responsabili dell'attivazione dell'ATPasi calcio-dipendente in aree di formazione di tessuto duro.

Le importanti proprietà fisico-chimiche dell'idrossido di calcio sono associate con le sue condizioni di impiego clinico, che sono più evidenti durante il riempimento dello spa-

zio canalare. I veicoli usati per le paste dovrebbero promuovere la dissociazione ionica dell'idrossido di calcio perché il suo effetto biologico è dipendente da tale dissociazione e può essere influenzato dalla viscosità e solubilità in acqua del veicolo.

La spettrofotometria ad assorbimento atomico è stata usata per l'analisi del calcio nelle paste e nei cementi all'idrossido di calcio a causa della sua attendibilità, sicurezza, e velocità di esecuzione, ed è stata adottata da diversi altri Autori (Gomes et al., 1996; Duarte et al., 2004). Durante il nostro studio, i valori di pH delle paste all'idrossido di calcio sono stati sempre oltre 12, indicando la loro alcalinità. Fino a 45 giorni, il pH della pasta di controllo era superiore a quello del Calcicur e dell'UltraCal. Similmente, il pH del Calcicur era superiore di quello dell'UltraCal nello stesso periodo. Questi risultati possono essere rapportati al diverso tipo di veicolo delle paste. Sia il controllo che il Calcicur hanno un veicolo acquoso, che promuove una più rapida dissociazione ionica e, conseguentemente, valori più elevati di pH osservati fin dall'inizio del nostro studio. Allo stesso tempo, i risultati trovati per l'UltraCal, i cui costituenti non erano noti, suggeriscono che esso abbia un veicolo viscoso e non acquoso. Da questa maggiore viscosità deriva un più lento ma graduale rilascio di ioni idrossili.

In un intervallo di pH limitato (12,02 - 12,62), l'analisi statistica ha rivelato una differenza significativa tra le tre paste, con valori maggiori di pH per il controllo, seguito dal Calcicur e dall'UltraCal. L'inclusione di una soluzione a pH neutro nello studio (controllo negativo) avrebbe potuto causare una perdita di significatività nelle differenze tra le tre paste.

Quando le paste all'idrossido di calcio sono usate come medicazioni intracanalari a lungo termine nei casi di necrosi pulpare o lesioni periapicali croniche, l'alcalinità è considerata fondamentale; le tre paste esaminate si sono dimostrate capaci di mantenere l'alcalinità.

I nostri risultati sono in accordo con quelli di Beltes et al. (1997), che hanno dimostrato che il pH era stabile (oltre 12) nelle paste all'idrossido di calcio in veicolo acquoso.

Le tre paste all'idrossido di calcio hanno progressivamente rilasciato calcio durante tutti gli intervalli di tempo. Tuttavia, i valori più elevati sono stati trovati per il controllo, seguito dal Calcicur - entrambe paste in veicolo acquoso - a 45 giorni. A 60 giorni, un calo notevole di rilascio di calcio è stato osservato nelle paste in veicolo acquoso, e i valori medi delle tre paste sono stati per la prima volta simili. Forse la spiegazione di ciò può ricercarsi nella formazione di carbonato di calcio nel controllo, anche se veniva usato

azoto per eliminare anidride carbonica dalle provette. Ciò può essere successo anche con l'UltraCal, ma non significativamente.

I risultati sul rilascio di calcio trovati in questo studio sono in accordo con quelli riportati da Leonardo et al. (1992) e Beltes et al. (1997), i quali hanno trovato un maggior rilascio di ioni nei primi 30 giorni da parte di paste in veicolo acquoso rispetto alle paste in veicolo viscoso.

CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati e della metodologia impiegata in questo studio si possono formulare queste conclusioni:

1. I valori di pH per UltraCal, Calcicur, e pasta di controllo sono stati superiori a 12 in ogni momento;
2. Il rilascio di ioni idrossili e ioni calcio è avvenuto più lentamente e gradualmente nell'UltraCal;
3. Il rilascio di ioni idrossili e ioni calcio nel controllo e nel Calcicur è stato più veloce fino al 45° giorno.

*Traduzione a cura del
Dott. Cristiano Fabiani*