PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA
INTEGRADA (ÊNFASE EM ENDODONTIA).

MARCOS FELIPE IPARRAGUIRRE NUÑOVERO

AVALIAÇÃO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM PACIENTES HIV NEGATIVOS E HIV POSITIVOS SUBMETIDOS À HAART.

Curitiba
2024

MARCOS FELIPE IPARRAGUIRRE NUÑOVERO

ODONTOLOGIA – ENDODONTIA BOLSA (CNPQ)

AVALIAÇÃO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM PACIENTES HIV NEGATIVOS E HIV POSITIVOS SUBMETIDOS À HAART.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada (Ênfase em Endodontia).

Orientador: Prof. Dr. Everdan Carneiro
Coorientador: Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte

Curitiba
2024

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Bibliotecária: Edilene de Oliveira dos Santos CRB-9 /1636

I64a
2024

Iparraguirre Nuñovero, Marcos Felipe
Avaliação da dor pós-operatória no tratamento endodôntico em pacientes HIV negativos e HIV positivos submetidos à HAART / Marcos Felipe Iparraguirre Nuñovero ; orientador: Everdan Carneiro ; coorientador: Marco Antonio Hungaro Duarte. -- 2024
71 f. ; il. : 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2024
Inclui bibliografias

1. Endodontia. 2. Crioterapia. 3. Temperatura. 4. Dor. 5. Terapia antirretroviral de alta atividade. 6. Hipoclorito de sódio. 7. Dissolução. I. Carneiro, Everdan. II. Duarte, Marco Antonio Húngaro. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título

CDD. 20. ed. – 617.6342

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

Escola de Medicina e Ciências da Vida

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCOS FELIPE IPARRAGUIRRE NUÑOVERO

AVALIAÇÃO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO E CRIOTERAPIA EM ENDODONTIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Doutor em Odontologia**, Área de Concentração **Clínica Odontológica Integrada - Endodontia.**

Orientador (a): Prof. Dr. Everdan Carneiro
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Profª Drª Sandra Joia Mizrahi Jakobson
Curso de Odontologia, PUCPR

Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFPR

Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas Aplicadas, FOB/USP

Curitiba, 05 de dezembro de 2024.

DEDICATÓRIA

Dedico esta tesis a Dios, porque sin Él nada habría sido posible. A mi padre, Demetrio, y a mi madre, Rocío, quienes me criaron con amor y responsabilidad. A mis hermanos, Gabriel y Ximena, que al crecer conmigo me enseñaron a ser una mejor persona. A mi cuñado Jorge y a mi ahijado Estefano por ser una parte fundamental de mi familia. A mi Lollita, por haberme esperado en casa a pesar de mis ausencias durante tantos meses y recibirme siempre con el mismo amor. A mi enamorada Rubia por todo el amor que me da. Finalmente, a mis ángeles, que me cuidan y me guían a tomar las mejores decisiones: Demetrio (Mequito), Petita, Manuel, Modesta y José Antonio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus. Agradeço pelo Seu cuidado e amor, reconhecendo Sua soberania e graça, que me permitem estar aqui hoje.

Ao professor Dr. Everdan Carneiro, por acreditar em mim e no meu potencial.

Ao professor Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto, por ser parte fundamental na minha formação clínica como endodontista.

À professora Dra. Vânia Portela Ditzel Westphalen, por todo o seu apoio, carinho e sabedoria nos conselhos.

Ao professor Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte, por me dar a oportunidade e confiança de trabalhar com ele em pesquisa.

Ao professor Dr. Sergio Ignácio Aparecido, pela infinita paciência e constante assessoria na parte estatística deste trabalho.

À professora Dra. Luciana Reis Azevedo Alanis e ao professor Dr. Paulo Henrique Couto Souza, por todos os ensinamentos ao longo desta jornada acadêmica.

Ao professor André Vinicius Kaled Segato, por ser um irmão para mim durante todos estes anos.

À secretária Neide Reis Borges, do Programa de Pós-graduação da PUCPR, agradeço pela excelência no seu trabalho e apoio ao longo deste processo.

RESUMO

A dor pós-operatória no tratamento endodôntico é uma consequência comum que pode aumentar os níveis de estresse tanto no clínico quanto no paciente. Existem variações nos protocolos de tratamento que podem aumentar ou diminuir essa dor. Na fase de preparo do canal, um aumento excessivo do diâmetro foraminal pode expor mais os tecidos periapicais às substâncias irrigadoras e aos detritos dentinários. Na etapa de irrigação, as substâncias desempenham um papel importante tanto na desinfecção quanto na dissolução de tecido orgânico. A solução salina é uma substância que não é nociva nem tóxica ao entrar em contato com tecidos orgânicos. Quando aplicada fria, por um período de tempo determinado, pode trazer efeitos positivos para aliviar a dor. O primeiro artigo avaliou a crioterapia como uma opção terapêutica para a prevenção da dor após o tratamento endodôntico, com e sem ampliação foraminal, em pacientes com periodontite apical assintomática. Foram tratados 120 dentes de pacientes com pontuação pré-operatória de zero na Escala Visual Analógica (EVA). As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 4 grupos: Controle, Crioterapia, Alargamento Foraminal e Crioterapia com Alargamento Foraminal. Os grupos de crioterapia foram irrigados ao final do protocolo com 20 ml de solução salina fria (2,5 ℃) na extensão de trabalho por 5 minutos. Nos grupos com alargamento foraminal, foi utilizada uma lima K #40 até a marca 0.0 no display do localizador foraminal eletrônico. A obturação foi realizada e a dor pós-operatória foi avaliada às 6, 12, 24, 48 e 72 horas, e 7 dias após o tratamento endodôntico. O alargamento foraminal causou um aumento estatisticamente significativo na dor pós-operatória em comparação com os grupos de crioterapia e controle durante as primeiras 6 horas ($p< 0,05$). A crioterapia não influenciou a dor pós-operatória, independentemente de o alargamento foraminal ter sido realizada ou não. O segundo artigo avaliou o efeito do hipoclorito de sódio a baixa temperatura para reduzir a temperatura da superfície radicular e dissolver matéria orgânica simulada. Foram utilizadas 25 raízes de pré-molares inferiores que, após um processo de padronização, foram expostas a dois protocolos de irrigação. O primeiro grupo utilizou hipoclorito de sódio à temperatura ambiente, e o segundo grupo utilizou hipoclorito de sódio a baixa temperatura (2.5°C). Em ambos os casos, foram aplicados 20 ml por um período de 5 minutos para cada raiz. A temperatura inicial e a menor

obtida durante os protocolos foram registradas com a ajuda de um termômetro digital acoplado aos últimos 4 mm da raiz. Para a dissolução de matéria orgânica, foram utilizados 20 dentes prototipados com dois tubos capilares conectados aos lados do canal de cada dente para simular uma anatomia complexa. Cada capilar continha um pedaço de fio CATGUT, que foi pesado em uma balança de alta precisão antes e depois do experimento. O hipoclorito a baixa temperatura reduziu significativamente a temperatura da superfície radicular em comparação com a temperatura ambiente. Em relação à dissolução de tecido orgânico, ambos os protocolos apresentaram a mesma capacidade, sem diferença estatisticamente significativa. A crioterapia intracanal aplicada com hipoclorito de sódio a baixa temperatura consegue reduzir efetivamente a temperatura superficial da raiz e mantém uma capacidade de dissolução de tecido orgânico semelhante à sua versão em temperatura ambiente. O terceiro artigo teve como objetivo avaliar o nível de dor pós-operatória entre pacientes portadores de HIV (HIV+) sob Terapia Antirretroviral Altamente Ativa (HAART) e pacientes não portadores de HIV (HIV-). Neste estudo, foi realizado tratamento endodôntico em pacientes com pontuação pré-operatória de zero na EVA. A dor pós-operatória foi avaliada às 6, 12, 24, 48 e 72 horas, e 7 dias após o tratamento endodôntico. Ambos os grupos apresentaram um aumento da dor nas primeiras 24 horas. Os pacientes soronegativos apresentaram um aumento significativo da dor pós-operatória após 48 horas do tratamento, enquanto os pacientes soropositivos deixaram de sentir dor após esse período. Pacientes HIV+ em HAART apresentam um alívio antecipado da dor quando comparados aos pacientes HIV- que não estão sob nenhum outro tratamento medicamentoso.

Palavras-chave: Endodontia; Crioterapia; Dor; Temperatura; Hipoclorito de sódio; Dissolução; HI

SUMÁRIO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ 1
Escola de Ciências da Vida 1
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA 1
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO em Clínica Odontológica Integrada (Ênfase em Endodontia). 1
AVALIAÇÃO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO E CRIOTERAPIA EM ENDODONTIA 4
ARTIGO 1 – AVALIAÇÃO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM PACIENTES HIV NEGATIVOS E HIV POSITIVOS SUBMETIDOS À HAART. 8
INTRODUÇÃO 8
MATERIAL E MÉTODO 10
RESULTADOS 13
DISCUSSÃO 14
CONCLUSÃO 17
REFERÊNCIAS 17
ARTIGO 2 – EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO INTRACANAL A BAIXA TEMPERATURA NA REDUÇÃO DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DA RAIZ E NA DISSOLUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA. ESTUDO IN VITRO. 20
INTRODUÇÃO 20
MATERIAL E MÉTODO 22
RESULTADOS 26
DISCUSSÃO 27
CONCLUSÃO 29
REFERÊNCIAS 30

ARTIGO 3 – EFEITO DA CRIOTERAPIA INTRACANAL COM E SEM ALARGAMENTO FORAMINAL NA PREVENÇÃO DA DOR APÓS TRATAMENTO ENDODÔNTICO: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO. ...32

INTRODUÇÃO 32

MATERIAL E MÉTODO 35

REFERENCES.....46

ANEXOS 51

INTRODUÇÃO GERAL

A dor pós-operatória é uma preocupação comum entre pacientes submetidos a tratamentos endodônticos, afetando entre 3% e 58% dos casos (Ajeesh, 2023; Eyup Ghundogdu, 2018; Ferreira, 2020). Esse desconforto pode variar em intensidade, desde leve até severo, e pode ser provocado por diversos fatores, como lesões mecânicas, químicas ou microbiológicas que afetam os tecidos periapicais (Hespanhol, 2022; Ferreira, 2020). Além disso, a extrusão de irrigantes além do forame apical pode contribuir para o desenvolvimento de sintomas inflamatórios e dolorosos (Eyup Ghundogdu, 2018; Hespanhol, 2022). Um fenômeno clínico relevante é o "flare-up", uma exacerbação aguda da dor que pode requer uma intervenção não programada (Aoun, 2019; Rimmer, 1993; Alacam, 2002). Embora haja variabilidade na definição desse fenômeno, ele destaca a importância de implementar estratégias eficazes para minimizar a dor pós-operatória, fator crucial tanto para a satisfação do paciente quanto para a avaliação das habilidades do clínico (Eyup Ghundogdu, 2018; Aoun, 2019).

Diversos métodos farmacológicos e não farmacológicos são utilizados para controlar a dor pós-operatória e reverter o processo inflamatório. Analgésicos, anti-inflamatórios não esteroides e corticosteroides são opções amplamente empregadas, mas podem causar efeitos adversos, como problemas gastrointestinais, renais, hepáticos e respiratórios, o que incentivou a exploração de alternativas, como o tratamento a laser e a crioterapia (Hespanhol, 2022). Além dos medicamentos, outras estratégias têm sido propostas, como técnicas de relaxamento pré-operatório, redução oclusal e variações nos

movimentos mecânicos durante o tratamento do canal radicular, visando mitigar a dor pós-operatória (Eyup Ghundogdu, 2018; Keskin, 2016). Embora a dor pós-operatória geralmente seja transitória, sua ocorrência influencia diretamente a percepção dos pacientes sobre a competência do clínico (Sathorn, 2007). Métodos como drenagem linfática manual, laser e crioterapia têm se mostrado promissores para evitar esses efeitos secundários (Vera, 2018).

A crioterapia, derivada das palavras gregas "cryos" (frio) e "therapeia" (cura), refere-se ao uso terapêutico de baixas temperaturas para tratar lesões e condições inflamatórias (Vera 2015, Sadaf 2020). Sua origem remonta a tempos antigos, com relatos de uso pelos egípcios por volta de 3000 a.C. para reduzir inflamações e tratar lesões. A primeira aplicação moderna documentada foi em 1851, quando James Arnott utilizou uma mistura de gelo e sal para tratar doenças malignas (Mukhtar, 2020). A crioterapia, ao invés de simplesmente esfriar os tecidos, retira calor de uma área corporal mais quente, transferindo-o para uma substância de temperatura mais baixa. Esta técnica é amplamente usada em medicina para tratar lesões esportivas, tendinites, artrite e dor pós-operatória, incluindo cirurgias periodontais e ortopédicas (Vera 2015, Sadaf 2020, Eyup Ghundogdu, 2018).

Fisiologicamente, a crioterapia induz vasoconstrição, o que reduz o fluxo sanguíneo local e a formação de edema, além de diminuir a demanda de oxigênio celular. Isso limita a produção de radicais livres, contribuindo para a redução do processo inflamatório (Keskin, 2016). A aplicação do frio também pode alterar o limiar de dor ao bloquear

receptores nociceptores e termorreceptores, responsáveis por detectar lesões e responder às mudanças de temperatura (Keskin, 2016).

Na odontologia, a crioterapia tem sido amplamente utilizada para o controle da dor pós-operatória, especialmente após cirurgias intraorais e implantes para reduzir dor e inchaço, além de ser eficaz no tratamento de distúrbios temporomandibulares (Mukhtar, 2020). Embora seus mecanismos de ação e eficácia sejam bem descritos, ainda há uma falta de padronização em relação a fatores como tempo de aplicação, duração, modo de administração e tipo de agente de resfriamento utilizado (Keskin, 2016).

Vera et al. (2015), demonstraram que a irrigação intracanal com solução salina a 2,5°C, utilizando irrigação com pressão negativa, reduziu a temperatura da superfície radicular em mais de 10°C, mantendo essa redução por até 5 minutos. Essa queda de temperatura seria suficiente para produzir um efeito anti-inflamatório nos tecidos perirradiculares (Vera, 2015). Além disso, uma revisão sistemática de Sadaf et al. (2020) indicou que a crioterapia intracanal com solução salina fria como irrigante final reduziu significativamente a dor entre 6 e 24 horas após o tratamento de canal radicular (Sadaf, 2020). Essa técnica tem se mostrado uma opção terapêutica eficaz e livre de efeitos colaterais farmacológicos, com benefícios claros em casos de inchaço, dor e inflamação devido à redução do fluxo sanguíneo e metabolismo tecidual (Iparraguirre, 2024).

Apesar dos resultados promissores, a falta de padronização nos protocolos de crioterapia evidencia a necessidade de mais estudos para fortalecer as evidências clínicas e aprimorar o uso desta técnica

na odontologia. O objetivo desta tese é desenvolver três artigos: o primeiro avalia a crioterapia como opção terapêutica para prevenção da dor após tratamento endodôntico em pacientes com e sem alargamento foraminal, ambos com periodontite apical assintomática. O segundo artigo investiga se a temperatura superficial dos 4 mm apicais dos canais radiculares pode ser reduzida por até 4 minutos por meio da aplicação de NaOCl a baixa temperatura. O terceiro artigo avalia o nível de dor pós-operatória em pacientes HIV positivos sob tratamento antirretroviral e em pacientes HIV negativos.

ARTIGO 1 – AVALIAÇÃO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM PACIENTES HIV NEGATIVOS E HIV POSITIVOS SUBMETIDOS À HAART.

INTRODUÇÃO

Desde a introdução da terapia antirretroviral de alta eficácia (HAART) em 1996, observou-se uma transformação significativa no manejo da infecção pelo HIV. Estudos demonstraram um aumento notável na contagem de linfócitos CD4 e uma redução na carga viral de HIV-RNA plasmático, o que levou a uma diminuição expressiva na prevalência de diversas lesões orais associadas ao HIV.[1,2] O impacto da HAART foi evidente na redução de eventos secundários à infecção pelo HIV, como infecções oportunistas, incluindo candidíase oral e infecções por herpesvírus.[3,4]

Além da melhora no quadro clínico de pacientes com HIV, a HAART proporcionou uma redução substancial na morbidade e mortalidade relacionadas à AIDS, uma vez que promove a supressão viral e a restauração parcial da função imunológica. A terapia, composta por mais de 30 fármacos distribuídos em seis classes distintas, se tornou o tratamento padrão para a infecção pelo HIV.[5] Dependendo do caso, combinam-se diferentes classes de medicamentos, como inibidores da transcriptase reversa (nucleosídeos e não nucleosídeos) e inibidores de protease, para maximizar a eficácia terapêutica e minimizar a resistência viral.[5,6] Com o avanço da HAART, houve uma melhoria na qualidade de vida e no prognóstico de milhões de indivíduos vivendo com HIV ao redor do mundo.[5-7]

Apesar dos avanços notáveis das terapias antirretrovirais potentes na redução da mortalidade e morbidade associadas à infecção pelo HIV, a dor permanece como um problema frequentemente relatado entre os pacientes HIV+. Estima-se que a prevalência de dor crônica nessa população varie entre 25% e 80%, sugerindo que a dor pode ser mais comum entre pacientes HIV+ do que entre a população geral, onde os índices variam de 20% a 30%.[8] A dor crônica em pacientes HIV+ pode ter múltiplas causas, incluindo a própria doença, os efeitos colaterais dos tratamentos ou condições crônicas associadas.[9]

Além disso, a presença de comorbidades psiquiátricas e o uso de drogas intravenosas são frequentemente observados em pacientes com HIV, aumentando a complexidade do manejo do paciente.[4,8,10] Estudos realizados antes da era atual de tratamento sugerem que pacientes com histórico de uso de drogas intravenosas apresentam uma maior prevalência de dor e maior sofrimento relacionado aos sintomas.[10] Esse quadro indica que, mesmo com o tratamento eficaz da infecção, a dor ainda constitui um desafio clínico significativo.

Alguns tratamentos odontológicos estão relacionados diretamente com episódios de dor pós operatória, como no caso do tratamento endodôntico.[11] A dor pós-operatória em endodontia é uma preocupação recorrente entre pacientes submetidos a tratamentos endodônticos, com prevalência variando de 3% a 58% dos casos.[12-14] A intensidade desse desconforto pode variar de leve a intensa, sendo causada por diferentes fatores, como traumas mecânicos, químicos ou microbiológicos nos tecidos periapicais.[14,15] Além disso, a extrusão de

irrigantes para além do forame apical é um fator que pode agravar os sintomas inflamatórios e causar dor.[13,15]

Observou-se um crescimento nas pesquisas que avaliam a qualidade de vida de pacientes com AIDS, bem como o impacto da HAART nesse aspecto.[16]Considerando que há uma tendência na literatura que indica uma prevalência de dor crônica de até 80% em pacientes HIV positivos,[5,8] este estudo busca comparar o nível de dor pós-operatória em pacientes HIV- e HIV+, sob terapia HAART, após o tratamento endodôntico.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética local com o número de parecer 3.227.397. A população do estudo foi selecionada a partir de uma amostra de pacientes brasileiros com queixas odontológicas encaminhados pelo Centro de Orientação e Aconselhamento (COA) de Curitiba para avaliação na clínica odontológica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Os critérios de inclusão considerados foram: idade ≥ 18 anos; dentes diagnosticados com necrose pulpar e periodontite apical assintomática, com evidência radiográfica digital de periodontite apical (mínimo 2×2 mm). A vitalidade pulpar foi avaliada antes do início do tratamento usando o spray Endo Ice (Maquira, Maringá, Brasil). Para o grupo HIV+, foram adicionados os seguintes critérios: pacientes HIV+ para anticorpos contra o HIV quando testados por um teste de aglutinação de partículas para anticorpos contra o HIV (SERODIA® HIV, Fujirebio Inc., Shinjuku-ku, Tóquio, Japão) e ensaio imunoenzimático (ELISA) (Enzygnost® Anti-HIV ½ Plus, Behring, Behringwerke AG, Marburg,

Alemanha) e em um período mínimo de 3 anos em HAART com carga viral indetectável. Entre os critérios de exclusão foram considerados indivíduos com dor apical aguda, aqueles com uso crônico de corticóides ou analgésicos, reações alérgicas a materiais odontológicos, gestação, aqueles que passaram por tratamento de canal radicular prévio, dentes vitais, forame anatômico do dente (avaliado durante o tratamento de canal) com diâmetro > #20 tipo K ou < de um instrumento tipo K #10 e dentes com reabsorção radicular que comprometesse a região apical. Apenas um dente por paciente foi incluído no estudo. Todos os pacientes foram informados sobre o desenho e os objetivos do estudo, e o consentimento informado por escrito foi obtido antes do início do tratamento. O sexo, a idade, os dentes e as localizações dos dentes nos arcos dentários dos pacientes foram registrados.

Todos os participantes receberam um questionário baseado na EVA para registrar sua avaliação de sua dor no tratamento e 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h e 7 dias após o tratamento; as pontuações foram registradas de 0 a 10, onde 0 e 10 correspondem à ausência completa de dor e dor insuportável, respectivamente. O número de pacientes com um nível de dor entre 0 e 10 no período de 6 h a 7 dias foi registrado. Apenas pacientes com pontuações pré-operatórias de 0 foram incluídos.[11]

O tratamento endodôntico foi realizado por um único especialista em endodontia durante uma única visita. Os pacientes foram anestesiados usando 1,8 mL de mepivacaína a 2% com epinefrina 1:100.000 com técnica infiltrativa bucal. Uma aplicação suplementar de anestésico local via infiltração palatina ou lingual, foi administrada quando necessário. Os dentes foram isolados com um dique de borracha, e o acesso à cavidade foi realizado usando uma broca

esférica diamantada em alta velocidade. Os canais radiculares foram pré-alargados usando um instrumento rotatório modelo SX (17.08). Os canais foram explorados e a patência apical foi alcançada utilizando instrumentos de serie especial tipo K #06, 08 e 10. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado usando um localizador foraminal eletrônico (“Root ZX II”; J Morita, Tóquio, Japão) e um instrumento tipo K com o diâmetro mais adequado para a anatomia do canal. O CT foi ajustado 1 mm antes da marca 0,0 no display do localizador. A preparação do canal radicular foi realizada usando instrumentos mecanizados reciprocantes (25.06, 25.08, 40.05, 50.05) montados em um motor Smart plus (DentsplySirona, Ballaigues, Suíça). Os canais foram irrigados com 15 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. Os detritos no instrumento foram removidos usando gaze embebida em álcool a 70% após cada três movimentos de bicadas.

Foi realizada uma irrigação final em cada canal radicular utilizando 5 mL de ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) a 17%, que foi aplicado suavemente a 1 mm do comprimento de trabalho (WL) como irrigante final, permanecendo no interior do canal por 1 minuto.[11] Todos os canais foram secos com cones de papel estéreis, seguidos pela obturação com um cone único de gutapercha correspondente ao diâmetro do instrumento e cimento AH Plus (DentsplySirona, Ballaigues, Suíça). A cavidade de acesso foi temporariamente selada com resina Bulk fill Flow. A qualidade da obturação foi avaliada por meio de uma radiografia periapical intraoral para garantir que o comprimento de trabalho pré-estabelecido fosse mantido.

Os pacientes foram informados sobre a possibilidade de sentir dor nos dias seguintes e receberam um questionário, contendo seis escalas visuais analógicas (VAS), para levar para casa. Foram instruídos a registrar o nível de dor após 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h e 7

dias na VAS e também foram contatados por telefone em cada intervalo de tempo como um lembrete para completar os dados da VAS. Os pacientes também foram orientados a entrar em contato com os pesquisadores em caso de dor intensa, para que lhes fosse prescrito ibuprofeno de 400 mg, o que também seria registrado no questionário.[11] Após 7 dias os pacientes retornaram para reconstrução definitiva, do dente tratado, com resina composta.

Para a análise estatística foi realizado o teste qui-quadrado para avaliar a associação entre gênero, idade e localização dos dentes. (Tabela 1) Foi realizado o teste de KolmogorovSmirnof para analisar a distribuição dos dados. O resultado do teste mostrou que os dados referentes com nível de dor não foram homogêneos. Por tal motivo, foi empregado o teste não paramétrico de U de Mann Whitney para amostras independentes. (Tabela 2) O intervalo de confiança foi fixado em 95% para os testes.

RESULTADOS

O teste qui-quadrado indicou que em relação à condição sistêmica nos dois grupos não houve associação em sexo, idade e localização do dente. (P>0.05) (Tabela 1)

Tabela 1- Distribuição das variáveis: sexo, idade e localização entre grupos.

Variáveis	HIV- n=30	HIV+ n=30
Idade		
<30	3	3
30 – 50	16	18
50>	11	9

Localização		
Mandibular	22	9
Maxilar	8	21
Sexo		
Feminino	10	6
Masculino	20	24

A Tabela 2 apresenta as diferenças descritivas (média e desvio padrão) entre os valores de dor da escala VAS pré e pós-operatórios de acordo com os diferentes grupos e intervalos de tempo. Observou-se uma diferença estatisticamente significativa (P=0.021) no intervalo de tempo de 48h, onde se observa que grupo HIV+ apresenta um alívio total. Enquanto o grupo HIV- ainda apresenta certo nível de dor.

Tabela 2- Média (Desvio padrão) dos valores VAS do nível de dor de acordo com os grupos. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no intervalo 48h. ($p<0.05$)

	HIV-	HIV+
Inicial	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
6h	1,07 (1,5)	1,40 (1,6)
12h	0,87 (1,3)	1,30 (1,4)
24h	0,73 (1,5)	0,80 (1,3)
48h	0,30 (0,9)^{A}	0,00 (0,0)^{B}
72h	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
7 dias	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)

DISCUSSÃO

A dor em pacientes portadores de HIV tem sido objeto de estudo nas últimas décadas devido à contínua evolução no tratamento da

infecção e às possíveis repercussões na qualidade de vida relacionada à saúde.[8,9] Antes do HAART, a dor era considerada um sintoma comum entre pacientes soropositivos.[9] Esse índice elevado de dor pode ser explicado por múltiplos fatores, como a própria doença, condições crônicas, consequências de outros tratamentos, subestimação da gravidade da dor pelos médicos ou pelo fato de que os estudos da época eram focados em pacientes com AIDS ou em estágio terminal.[9,17]

Com o advento do HAART, as pesquisas em pacientes HIV+ entraram em uma nova era.[18] Na odontologia, estudos demonstraram que pacientes em tratamento podem apresentar redução na frequência de lesões orais,[2] menor variedade de espécies bacterianas em casos de periodontite crônica[18] e menor risco de sofrer dor orofacial.[5] No campo da endodontia, este é o primeiro estudo que avalia o nível de dor pós-operatório em tratamento endodôntico de pacientes soro positivo assintomáticos.

Uma revisão sistemática publicada por Sathorn[19] comprovou que a dor pós-operatória em endodontia pode estar presente em até 58% dos casos. De maneira semelhante, nosso estudo mostrou uma prevalência de dor pós-operatória em mais de 45% dos casos, independentemente da condição sistêmica do paciente. Além disso, fatores como ultrapassar o limite apical durante o preparo químico-mecânico podem levar a uma resposta inflamatória aguda relacionada a um trauma iatrogênico físico na região periapical.[20,21] Consequentemente, a obturação pode resultar em um aumento do índice de extrusão de material obturador, o que pode provocar uma reação inflamatória severa nos tecidos periapicais.[11] Para minimizar o

risco de dor pós-operatória, todos os casos foram tratados a 1 mm do ponto 0.0 do localizador foraminal.

Os resultados do nosso estudo indicam que, independentemente da condição sistêmica dos pacientes, não há diferença significativa na dor pós-operatória nas primeiras 24 horas ($P > 0,05$). Esse resultado inicial reafirma o que foi apresentado por Nittanayanta et al.[5] ao comparar a saúde bucal de pacientes soropositivos e soronegativos, observando que ambos podem apresentar o mesmo índice de risco de dor orofacial, independentemente da condição sistêmica.

Após as primeiras 48 horas, todos os pacientes soropositivos relataram alívio total da dor, o que se diferenciou significativamente ($P < 0,05$) do grupo soronegativo no mesmo intervalo de tempo. Foi somente após 72 horas do tratamento que ambos os grupos apresentaram alívio total da dor.

Estudos apontam que a dor crônica está associada a diversos fatores psicossociais, como redução da qualidade de vida relacionada à saúde, comprometimento funcional e sofrimento psicológico.[8,10] No Brasil, o programa nacional de DST/AIDS oferece orientação e acesso universal à terapia antirretroviral para pacientes soro+.[1] Esse tipo de apoio, que tem crescido ao longo dos anos, aliado ao tratamento correto e contínuo dos pacientes, pode ter melhorado a qualidade de vida, tanto no aspecto físico quanto emocional.

Os pacientes HIV+ deste estudo não relataram quadros sistêmicos de dores crônicas pré-existentes ao tratamento endodôntico, portanto somente as dores agudas advindas do tratamento endodôntico foram avaliadas. Considerando que os

participantes soropositivos deste estudo utilizam HAART há mais de 3 anos de forma contínua e consistente, é possível que a ausência de dor aguda pós-operatória encontrada nas primeiras 48 horas esteja associada a necessidade de uso a longo prazo de agentes antirretrovirais que expõe os pacientes HIV+, a perfis de efeitos colaterais agudos e crônicos, podendo levar a uma alteração do limiar de dor quando comparado a pacientes que não fazem o uso de medicamentos antiretrovirais. Um efeito colateral comum do uso de HAART é a dor crônica neuropática periférica.[22] Apesar de que neste estudo nenhum paciente tenha relatado tal condição, os possíveis efeitos colaterais da HAART devem ser considerados.

A maioria dos estudos sobre HIV e endodontia se concentra em avaliar a cicatrização e a taxa de sucesso do tratamento.[23-26] Contudo, há uma lacuna na literatura em relação à dor pós-operatória em intervalos curtos de tempo.

CONCLUSÃO

Em procedimentos endodônticos a dor pós-operatória apresentou comportamento semelhante entre os grupos, com ausência de dor após 48 horas no grupo HIV positivo, demonstrando que a condição sistêmica não interfere no manejo da dor pós-operatória em endodontia.

REFERÊNCIAS

1- de Brito L C N, da Rosa M A C, Lopes V S, e Ferreira E F, Vieira L Q, Sobrinho A P R. Brazilian HIV-Infected Population: Assessment of the Needs

of Endodontic Treatment in the Post–Highly Active Antiretroviral Therapy Era. J Endod 2009;35(9):1178-1181.

2- Greenspan D, Canchola A J, MacPhail L A, Cheikh B, Greenspan J S. Effect of highly active antiretroviral therapy on frequency of oral warts. Lancet 2001;357(9266):1411-1412.

3- Fontes T V, Ferreira S M S, Silva-Júnior A, et al. Periradicular lesions in HIV-infected patients attending the faculty of dentistry: clinical findings, socio-demographics status, habits and laboratory data-seeking an association. Clinics 2014;69:627-633.

4- Xu X, Zheng X, Lin F, et al. Expert consensus on endodontic therapy for patients with systemic conditions. Int J Oral Sci 2024;16(1):1-8.

5- Nittayananta W, Talungchit S, Jaruratanasirikul S, et al. Effects of long-term use of HAART on oral health status of HIV-infected subjects. J Oral Pathol Med 2010;39(5):397-406.

6- Hammer S M, Eron J J, Reiss P, et al. Antiretroviral treatment of adult HIV infection: 2008 recommendations of the International AIDS Society–USA panel. Jama 2008;300(5):555-570.

7- Lederman M M. Immune restoration and CD4+ T-cell function with antiretroviral therapies. Aids 2001;15:S11-S15.

8- Sharma A, Hoover D R, Shi Q, et al. Frequent occurrence of pain and prescription opioid use for treatment of pain among women with and at risk for HIV infection. AIDS Behav2018;22:2008-2017.

9- Aouizerat B E, Miaskowski C A, Gay C, et al. Risk factors and symptoms associated with pain in HIV-infected adults. JANAC 2010;21(2):125-133.

10- Merlin J S, Cen L, Praestgaard A, et al. Pain and physical and psychological symptoms in ambulatory HIV patients in the current treatment era. J Pain Symptom Manag 2012;43(3):638-645.

11- Iparraguirre Nuñovero M F, Hungaro Duarte M A, Kaled Segato A V, da Silva Neto U X, Portela Ditzel Westphalen V, Carneiro E. The effect of intracanal cryotherapy with and without foraminal enlargement on pain prevention after endodontic treatment: a randomized clinical trial. Sci Rep 2024;14(1):19905.

12- Ajeesh K, Jayasree S, James E P, Pooja K P, Jauhara F. Comparative evaluation of the effectiveness of intracanal and intraoral cryotherapy on

postendodontic pain in patients with symptomatic apical periodontitis: A randomized clinical trial. J Conserv Dent Endod 2023;26(5):555-559.

13- Gundogdu E C, Arslan H. Effects of Various Cryotherapy Applications on Postoperative Pain in Molar Teeth with Symptomatic Apical Periodontitis: A Preliminary Randomized Prospective Clinical Trial. J Endod 2018;44(3):349-354.

14- Ferreira N D S, Gollo E K F, Boscato N, Arias A, Silva E J N L D. Postoperative pain after root canal filling with different endodontic sealers: a randomized clinical trial. Braz Oral Re 2020;34:e069.

15- Hespanhol F G, Guimarães L S, Antunes L A A, Antunes L S. Effect of intracanal cryotherapy on postoperative pain after endodontic treatment: systematic review with meta-analysis. Rest Dent Endod 2022;47(3):1.

16- Brechtl J R, Breitbart W, Galietta M, Krivo S, Rosenfeld B. The use of highly active antiretroviral therapy (HAART) in patients with advanced HIV infection: impact on medical, palliative care, and quality of life outcomes. J Pain Symptom Manag 2001;21(1):41-51.

17- Larue F, Fontaine A, Colleau S M. Underestimation and undertreatment of pain in HIV disease: multicentre study. Bmj 1997;314(7073):23-28.

18- Gonçalves L D S, Soares Ferreira S M, Souza C O, Souto R, Colombo A P. Clinical and microbiological profiles of human immunodeficiency virus (HIV)–seropositive Brazilians undergoing highly active antiretroviral therapy and HIV-seronegative Brazilians with chronic periodontitis. J Periodontol 2007;78(1):87-96.

19- Sathorn C, Parashos P, Messer H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. Int Endod J 2008;41:91-99.

20- Yaylali I E, Teke A, Tunca Y M. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with a continuous rotary system on postoperative pain: a randomized controlled trial. J Endod 2017;43(3):359-363.

21- Machado R, Comparin D, Aparecido S I, Da Silva U X. postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth with large intentional foraminal enlargement.Restot Dent Endod 2021;46(3):1-13.

22-Addis D R, DeBerry J J, Aggarwal S. Chronic pain in HIV. Mol Pain2020;16:1-11.
23-Quesnell B T, Alves M, Hawkinson Jr R W, Johnson B R, Wenckus C S, BeGole E A. The effect of human immunodeficiency virus on endodontic treatment outcome. J Endod 2005;31(9):633-636.
24-Alley B S, Buchanan T H, Eleazer P D. Comparison of the success of root canal therapy in HIV/AIDS patients and non-infected controls. Gen Dent 2008;56(2):155-157.
25-Tootla S, Owen C P. A comparison of endodontic treatment outcomes between HIV-positive and HIV-negative patients. S Afr Dent J 2012;67(7):322-325.
26-de Araujo B M D M, de Miranda B M, Kowaltschuk T C, et al. Impact of chronic diseases on the periapical health of endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis. Plos One 2024;19(2):e0297020.

ARTIGO 2 – EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO INTRACANAL A BAIXA TEMPERATURA NA REDUÇÃO DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DA RAIZ E NA DISSOLUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA. ESTUDO IN VITRO.

INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico do sistema de canais radiculares envolve o uso de instrumentos endodônticos manuais ou mecanizados, associados a irrigantes químicos auxiliares. O hipoclorito de sódio (NaOCl), por suas propriedades bactericidas e capacidade de dissolver matéria orgânica, é amplamente utilizado na terapia endodôntica[1,2], contudo o efeito antibacteriano e a capacidade de dissolução dependem de sua concentração, volume e tempo de contato.[3,4]

Concentrações elevadas de NaOCl podem ser tóxicas para os tecidos periapicais e causar irritações graves se extravasarem durante a irrigação.[4,5] A fim de minimizar esses riscos, métodos de irrigação com pressão negativa foram introduzidos na endodontia para melhorar a eficácia da irrigação na região apical, minimizando os riscos de extrusão da solução[6], além de introduzir um fluxo maior de irrigante e produzir melhor desbridamento em comparação com o obtido pela irrigação por agulha.[1]

Por volta de 3000 a.C., a crioterapia já era utilizada com fins terapêuticos para o tratamento de lesões na moderação do processo inflamatório, a prática se expandiu ao longo dos séculos, sendo recomendada também por Hipócrates na Grécia Antiga.[7-9] A crioterapia atua pela extração de calor do tecido de maior temperatura para um ambiente de menor temperatura, visando reduzir a inflamação e o fluxo sanguíneo local, além de inibir os receptores neurais e diminuir a atividade metabólica.[9,10]

Na odontologia, a crioterapia tem sido amplamente empregada após procedimentos cirúrgicos intraorais, como extrações e colocação de implantes, demonstrando eficácia na redução de dor e edema, assim como no tratamento de distúrbios da articulação temporomandibular.[8] Embora a aplicação de frio seja frequentemente utilizada na odontologia após procedimentos cirúrgicos intraorais para controle da dor pós-operatória, há ainda uma limitação nas evidências fortes que suportem conclusões definitivas sobre seu mecanismo de ação, devido à falta de padronização de fatores cruciais como o tempo de aplicação, a duração, o modo de aplicação e o agente frio utilizado.[7,11]

A crioterapia tem ganhado destaque na endodontia como uma técnica de baixo custo, simples e atóxica, com diversos estudos clínicos randomizados avaliando sua eficácia no alívio da dor após o

tratamento endodôntico.[10,12,13] Uma das formas de aplicação da crioterapia nos tecidos perirradiculares inflamados por meio da irrigação intracanal com substâncias frias, como solução salina gelada, após o preparo do canal radicular.[7,9,10] Reduzindo a temperatura externa da superfície radicular em mais de 10°C, podendo causar um efeito anti-inflamatório nos tecidos perirradiculares.[7.13-16]

O NaOCl apresentou efeitos antibacterianos similares em diferentes temperaturas.[16] Da mesma forma, foi comprovado que o aumento da temperatura melhora a capacidade de solubilidade tecidual. No entanto, não há estudos que avaliem sua capacidade de dissolução em baixas temperaturas. Os objetivos do presente estudo foram determinar se a temperatura externa dos 4 mm apicais da superfície radicular poderia ser reduzida após irrigação contínua com NaOCl a baixa temperatura (2,5 °C) e avaliar a capacidade de dissolução de matéria orgânica do NaOCl a baixa temperatura comparado com NaOCl a temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODO

Estudo piloto

Foram realizados estudos pilotos no processo de adequação da metodologia. Para a primeira etapa do estudo, foi necessária uma plataforma que pudesse segurar o espécime com segurança, sem risco de interferir na temperatura da raiz.

Temperatura superficial

100 dentes pré-molares inferiores foram avaliados por meio de radiografia digital, frontal e sagital. Foram obtidos vinte e cinco dentes padronizados com configuração de canal tipo I de Vertucci, curvatura apical menor que 10° e diâmetro apical de até 0,3 mm. As coroas foram

seccionadas padronizando um comprimento de 15 mm para todas as raízes. (Figura 1) Posteriormente foram colocadas em solução de NaOCl 5% por 30 minutos e depois imersas em água destilada para evitar desidratação. Os canais radiculares foram acessados e pré-alargados utilizando instrumento rotatório 17.04 SX. A irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio a 2,5% e a patência foraminal foi confirmada utilizando instrumento #15 tipo K. O comprimento real (CR) dos canais foi medido visualmente, colocando a ponta da lima #15 até o forame apical maior sob magnificação de 10x. O preparo do canal radicular foi realizado com instrumentos mecanizados rotatórios (15.04, 20.06, 25.06, 35.04, 40.05). O canal foi irrigado com 2 ml de NaOCl 2,5% e foi realizada uma irrigação final com EDTA 17% por 1 minuto. Os canais foram secos com pontas de papel estéreis. As raízes foram colocadas em tubos de polipropileno adaptados para deixar expostos os últimos 4 mm da região apical da raiz. (Figura 2) Os dentes foram isolados com dique de borracha e resina Top dam (FGM Dental Group,Santa Catarina, Brasil). Termopares tipo K (modelo TP-01 [Thomas Edison Co, Wengzhou, China], conforme RoHs [faixa de temperatura, 50°C a 1350°C]), conectados a um termômetro digital [A-PlusType K RoHs; Thomas Edison Company, Wengzhou, China]) foram fixados nos 4 mm apicais da superfície radicular. Foram aplicados 2 protocolos de irrigação para os 25 espécimes. O primeiro foi com hipoclorito de sódio a 2,5% à temperatura ambiente (25°C) (Grupo controle) e o segundo com NaOCl a 2,5% a baixa temperatura (Grupo experimental). A irrigação de controle foi realizada com 20 ml de NaOCl a 2,5% à temperatura ambiente, aplicada no CT com sistema Endovac por 5 minutos. (Figura 2) Tanto a MICRO cânula do sistema Endovac quanto à seringa com a solução estavam à temperatura ambiente. O tempo foi controlado com cronômetro. A temperatura

inicial, da superfície da raiz, e a menor temperatura alcançada durante a irrigação foram registradas. (Figura 3) Para o grupo experimental, foram utilizados os mesmos espécimes e o mesmo protocolo. O que mudou foi o irrigante utilizado; neste caso, foi utilizada solução de NaOCl a 2,5°C, e a MICRO cânula de aspiração que também estava a 2,5°C. Foram aplicados 20 ml de NaOCl a 2,5°C por um período de 5 minutos em CT com sistema Endovac. Tanto a seringa com a solução quanto a cânula “MICRO” foram previamente armazenadas em um refrigerador calibrado a 2,5°C até o uso. A temperatura inicial, da superfície da raiz, e a menor temperatura alcançada durante a irrigação foram registradas.

Dissolução de matéria orgânica

Para avaliar a capacidade de dissolução de tecido foram utilizados 20 incisivos centrais superiores prototipados (IM do Brasil, São Paulo, Brasil). (Figura 4) Foram realizadas as aberturas coronárias e a preparação biomecânica. Foram feitos dois orifícios na superfície externa da raiz, um no terço cervical e outro no terço apical dos dentes, comunicando o interior do canal radicular com o ambiente externo.[2] Capilares de vidro com diâmetro interno de 0,4 mm e comprimento de 10 mm foram embutidos nos orifícios com a ajuda de resina composta fluida foto ativada para permitir a estabilização. Os capilares foram preenchidos com sutura de catgut cromado 4.0 (Bioline, São Paulo, Brasil).[2] (Figura 4) Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, de acordo com os protocolos de irrigação final descritos a seguir. O primeiro foi um controle com hipoclorito de sódio a 2,5% à temperatura ambiente e o segundo grupo com NaOCl a 2,5% a baixa temperatura. A irrigação de controle foi realizada com 20 ml de NaOCl a 2,5% à temperatura ambiente, aplicada no CT com sistema endovac

por 5 minutos. Tanto a MICRO cânula do sistema endovac quanto a seringa com a solução estavam à temperatura ambiente. (Figura 5) O tempo foi controlado com cronômetro. Para o grupo experimental, o mesmo protocolo foi seguido. O que mudou foi o irrigante utilizado; neste caso, foi utilizada solução de NaOCl a 2,5°C, e a MICRO cânula de aspiração que também estava a 2,5°C. Foram aplicados 20 ml de NaOCl a 2,5°C por um período de 5 minutos em CT com sistema endovac. Tanto a seringa com a solução quanto a MICRO cânula foram previamente armazenada em um refrigerador calibrado a 2,5°C até o uso. Os capilares foram secos em estufa de calor seco (50°C) por 15 minutos e posteriormente pesados em uma balança de precisão (Shimadzu, Barueri, Brasil) antes e depois dos protocolos de irrigação. Após os protocolos de irrigação, o peso inicial e final foi subtraído para medir o volume e a porcentagem de material orgânico dissolvido.[2]

Análise estatística

Temperatura superficial

Para a análise estatística, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov com o qual foi comprovada a distribuição normal. Foi aplicado o teste de T student para amostras emparelhadas para detectar diferenças entre as 4 medições intra-sujeitos: “temperatura inicial controle”, “temperatura menor controle”, “temperatura inicial experimental” e “temperatura menor experimental”.

Dissolução de matéria orgânica

Na análise estatística, após a realização de teste de Kolmogorov Smirnov e Shapiro Wilk, não houve distribuição normal dos dados do Peso final em ambos os grupos. Por tal motivo, os dados foram comparados por meio do teste de não paramétrico de U Mann Whitney.

Para as variáveis correspondentes a Peso inicial e Variação de peso, foi utilizado o teste de T Student para amostras independentes por ter apresentado previamente normalidade nos dados.

RESULTADOS

Em relação à temperatura, os resultados demonstraram que no grupo controle houve uma queda de quase 1°C ($p<0,05$) da temperatura superficial dos 4mm apicais da raiz após da aplicação do protocolo de irrigação. (Tabela 1) No entanto, no grupo experimental, a temperatura superficial da raiz caiu em média 8°C ($p<0,05$). O resultado da redução da temperatura do grupo experimental foi significativamente maior que a do grupo controle. ($p<0,05$)

Tabela 1- Média e desvio padrão (°C) da temperatura inicial e a temperatura menor alcançada durante o procedimento.

Grupo	Tempo	n	Media (°C)	DP
Controle	Inicial	25	24.94[a]	1,31
	Menor	25	24.04[b]	1,28
Experimental	Inicial	25	24.81[a]	1,02
	Menor	25	16.52[c]	2,36

Na tabela 2, observa-se no teste de dissolução. Não houve diferença na capacidade de dissolução de matéria orgânica entre os grupos, independentemente da temperatura. ($p>0.05$)

Tabela 2 - Média e desvio padrão do peso (mg) antes e depois dos protocolos de irrigação e a porcentagem de dissolução dos grupos analisados.

Grupo	Peso	Media ± DS (mg)	% Dissolução
Controle	Inicial	50.6 ± 6.48[a]	1.8 ± 0.79[A]
	Final	49.7 ± 6.49[a]	
Experimental	Inicial	46.9 ± 2.81[a]	1.71 ± 0.69[A]
	Final	46.1 ± 2.85[a]	

DISCUSSÃO

A crioterapia tem como objetivo alcançar uma resposta fisiológica baseada na diminuição do fluxo sanguíneo, inibição dos receptores neurais e redução da atividade metabólica.[7] Sua adaptação para aplicação intracanal surgiu como uma opção terapêutica local e de baixo custo que ajuda a controlar a inflamação e a dor após o tratamento endodôntico.[9]

A indicação da crioterapia em endodontia pode ser realizada em casos de pacientes sintomáticos para reduzir a incidência e intensidade da dor pós-operatória em tratamento endodôntico em pacientes com dor pulpite irreversível sintomática[16, 18] ou na prevenção de dor pós-operatória em tratamento endodôntico para pacientes assintomáticos.[14] Em ambas as situações clínicas a crioterapia intracanal representa um método eficaz que reduz a incidência de dor pós-operatória, especialmente nas primeiras horas após o tratamento.[12,14,18]

O protocolo de irrigação final com 20 ml de soro fisiológico a baixa temperatura (2°- 4°C) por um período de 5 minutos é o mais recomendado em estudos de crioterapia.[9,18] O presente estudo decidiu utilizar NaOCl a baixa temperatura, pois é a solução irrigante de escolha por muitos clínicos devido à sua capacidade de eliminar biofilmes associados a infecções endodônticas, dissolver matéria orgânica e seu poder de penetração nos túbulos dentinários.[2,17-21] Foi utilizado um sistema de irrigação com pressão negativa (EndoVac) para assegurar uma irrigação uniforme que alcançasse o comprimento de trabalho, simulando uma situação clínica que prevenisse o risco de extrusão da solução irrigante. A proposta de inserir o NaOCl a baixa temperatura parece facilitar os protocolos de irrigação quando comparado com o soro fisiológico pois não existe a necessidade de inserir uma solução diferente com baixa temperatura da que o clínico geralmente utiliza na sua rotina endodôntica.

Em 2015, Vera et al. avaliaram a redução da temperatura da superfície radicular utilizando soro fisiológico.[7] O estudo demonstrou uma capacidade de redução de até 14,3°C por um período de 4 minutos, enquanto este trabalho alcançou uma redução de até 8,3°C (Tabela 1). Essa diferença de redução observada no uso do soro fisiológico poderia ser justificada pela temperatura ambiente do local experimental onde nosso estudo foi realizado, que foi de 25°C, até 2°C superior ao estudo de Vera et al. Além disso, o NaOCl atua como solvente da matéria orgânica, degradando ácidos graxos e transformando-os em sais de ácidos graxos (sabão) e glicerol (álcool).[22] Essa reação de saponificação, por ser de natureza exotérmica, pode liberar calor[23], o que potencialmente poderia influenciar em um leve aumento de temperatura durante a irrigação final com NaOCl.

Em 2024, de Oliveira et al. avaliaram a capacidade de dissolução de tecido orgânico em áreas simuladas de complexidade anatômica após a aplicação de um protocolo de irrigação final, com e sem agitação ultrassônica, associada ao NaOCl a 2,5%, sendo que agitação interferiu na dissolução de tecido orgânico.[2] Por outro lado, este estudo não mostrou uma diferença estatisticamente significativa entre o peso inicial e final da matéria orgânica após o protocolo de irrigação final (Tabela 2), o que sugere que o NaOCl tem a mesma capacidade de dissolução de matéria orgânica, independentemente da temperatura utilizada. Essa diferença em relação ao estudo anterior pode ser justificada pelo maior volume de matéria orgânica utilizado em cada espécime no estudo de Oliveira et al. (>700 mg) comparado ao volume utilizado em cada espécime em nosso estudo (<51 mg).

Não há relatos prévios na literatura sobre o NaOCl a baixa temperatura e sua capacidade de dissolução de matéria orgânica em áreas simuladas de complexidade anatômica. Dentro das limitações deste estudo in vitro, os resultados sugerem que aplicar NaOCl a baixa temperatura por meio de irrigação com pressão negativa pode reduzir a temperatura da superfície radicular externa em mais de 8°C e mantê-la por tempo suficiente para possivelmente produzir uma resposta fisiológica a nível periapical. Além disso, a utilização de NaOCl a baixa temperatura compartilha a mesma capacidade de dissolução de matéria orgânica que à temperatura ambiente.

CONCLUSÃO

NaOCl a baixa temperatura permitiu a redução da temperatura da superfície radicular e manutenção da propriedade de dissolução de matéria orgânica quando comparado ao grupo controle.

REFERÊNCIAS

1- Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. J Endod 2013;*39*(11):1456-1460.

2- de Oliveira Neto R S, de Souza Lima L A, Titato P C G, de Andrade F B, Vivan R R, Alcalde M P, Duarte M A H. Effectiveness of a new endodontic irrigation system for removing smear layer and dissolving simulated organic matter. Clin Oral Investig 2023;*28*(1):1-6.

3- Moorer, W R, Wesselink P R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 1982;*15*(4):187-96.

4- Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. J Endod 2010;*36*(9):1558-1562.

5- Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006;*32*(5):389-398.

6- Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. Br Dent J 2014;*216*(6):299-303.

7- Vera J, Ochoa J, Vazquez-Carcaño M, Romero M, Arias A, Sleiman P. Effect of Intracanal Cryotherapy on Reducing Root Surface Temperature. J Endod 2015;41(11):1884-87.

8- Fayyad D M, Abdelsalam N, Hashem N. Cryotherapy: a new paradigm of treatment in endodontics. J Endod 2020;*46*(7):936-942.

9- Gundogdu E C, Arslan H. Effects of Various Cryotherapy Applications on Postoperative Pain in Molar Teeth with Symptomatic Apical Periodontitis: A Preliminary Randomized Prospective Clinical Trial. J Endod 2018;44(3):349-354.

10- Sadaf D, Ahmad M Z, Onakpoya I J. Effectiveness of Intracanal Cryotherapy in Root Canal Therapy: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. J Endodod 2020;46(12):1811-1823.

11- Keskin C, Özdemir Ö, Uzun İ, Güler B. Effect of intracanal cryotherapy on pain after single-visit root canal treatment. Aust Endod J 2017;43(2):83-88.

12- Hespanhol F G, Guimarães L S, Antunes L A A, Antunes L S. Effect of intracanal cryotherapy on postoperative pain after endodontic treatment: systematic review with meta-analysis. RestDent Endod 2022;*47*(3):1-15.

13- Al-Nahlawi T, Hatab T A, Alrazak M A, Al-Abdullah A.Effect of intracanal cryotherapy and negative irrigation technique on postendodonticpain.JContemp Dent Pract 2016;17(12):990-996.

14- Iparraguirre Nuñovero M F, Hungaro Duarte M A, Kaled Segato A V, da Silva Neto U X, Portela Ditzel Westphalen V, Carneiro E. The effect of intracanal cryotherapy with and without foraminal enlargement on pain prevention after endodontic treatment: a randomized clinical trial. Sci Rep 2024;*14*(1):19905.
15- Nandakumar M, Nasim I. Effect of intracanal cryotreated sodium hypochlorite on postoperative pain after root canal treatment-A randomized controlled clinical trial. J Conserv Dent Endod 2020;*23*(2):131-136.
16- Lalfakawmi S, Gupta A, Duraisamy A K, Abraham D, Mrinalini M, Mane A P. Impact of cryotreated and warm sodium hypochlorite on postoperative pain in teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized controlled trial. J Endod 2024:1-8.
17- Mokhtari H, Milani A S, Zand V, Shakuie S, Nazari L. The effect of different concentrations and temperatures of sodium hypochlorite irrigation on pain intensity following endodontic treatment of mandibular molars with irreversible pulpitis: A randomized, double-blind clinical trial. Clin Exp Dent Res 2023;9(5):859-867.
18- Vera J, Ochoa J, Romero M, et al. Intracanal cryotherapy reduces postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomized multicenter clinical trial. J Endod 2018;44(1):4-8.
19- Karataş E, Ayaz N, UlukÖylÜ E, Baltaci M Ö, Adigüzel A. Effect of final irrigation with sodium hypochlorite at different temperatures on postoperative pain level and antibacterial activity: a randomized controlled clinical study. J Appl Oral Sci 2021;29:1-8.
20- Clegg, M. S, Vertucci F J, Walker C, Belanger M, Britto L R. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. J Endod 2006;32(5):434-437.
21- Wong D T, Cheung G S. Extension of bactericidal effect of sodium hypochlorite into dentinal tubules. J Endod 2014;40(6):825-829
22- Estrela C, Estrela C R, Barbin E L, Spanó J C E, Marchesan M A, Pécora J D. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Br Dent J 2002;*13*:113-117.
23- Sun, M., Liu S, Zhang Y, Liu M, Yi X, Hu J. Insights into the saponification process of di (2-ethylhexyl) phosphoric acid extractant: Thermodynamics and structural aspects. J Mol Liq2019;*280*:252-258.

ARTIGO 3 – EFEITO DA CRIOTERAPIA INTRACANAL COM E SEM ALARGAMENTO FORAMINAL NA PREVENÇÃO DA DOR APÓS TRATAMENTO ENDODÔNTICO: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO.

INTRODUÇÃO

A dor pós-operatória é uma consequência frequente do tratamento endodôntico, ocorrendo em 3 a 58% dos casos [1-4]. Dor persistente ou aumentada após o tratamento endodôntico pode causar grande estresse e desconforto aos pacientes. A dor após o tratamento endodôntico tem origem na região do terço apical devido à presença de detritos dentinários, soluções irritantes ou microrganismos que podem ser empurrados para os tecidos periapicais durante o preparo químico-mecânico [4, 5].

O alargamento foraminal (AF) é uma técnica de preparo apical intencional e mecânica que envolve o uso de um instrumento de maior calibre no nível ou ligeiramente além do forame apical para aumentar seu diâmetro [6, 7]. Essa abordagem pode superar os limites potenciais da irrigação do canal radicular, permitindo uma melhor penetração na área apical e favorecendo a desinfecção do canal, reduzindo o contingente microbiano a níveis ainda mais favoráveis à reparação periapical [6, 8, 9].

Por outro lado, estudos sugerem que o uso de instrumentos de permeabilidade e um preparo de maior calibre pode resultar na remoção desnecessária de dentina, levando ao transporte apical [8, 9], extrusão de detritos, irrigante e/ou cimento durante a instrumentação,

em comparação com a quantidade que seria estruída se a instrumentação fosse realizada até 1 mm aquém do forame apical [6]. Todos esses fatores podem induzir uma resposta inflamatória a nível periapical e aumentar a intensidade dos episódios de dor pós-operatória [2, 8-11].

A avaliação da dor é importante na prática clínica e para avaliar os resultados do tratamento [12]. A escala visual analógica (EVA) é um índice de dor simples, rápido e eficiente, fornecendo uma medida unidimensional da percepção da intensidade da dor pelos pacientes [13]. Consiste em uma linha horizontal de 10 cm de comprimento, com cada centímetro numerado de acordo com os seguintes critérios: 0, sem dor; 1-3, dor leve; 4-6, dor moderada; 7-9, dor intensa; e 10, a pior dor já experimentada [14].

Apesar de um tratamento cuidadoso, uma exacerbação aguda da dor pode ser experimentada após o tratamento endodôntico [15, 16]. Segundo Ehrmann [17], um aumento de 2 pontos ou mais na EVA pode levar à transição da dor de leve para moderada ou intensa. Essas crises podem ser causadas por alterações locais nos tecidos, fenômenos imunológicos, fatores psicológicos e microbianos [15, 18]. Alacam e Tinaz [19] não relataram nenhuma diferença estatística na incidência de crises entre pacientes que receberam medicação (analgésico), placebo ou nenhuma medicação. Além disso, Ehrmann et al. analisaram 195 casos e não encontraram diferença nas taxas de crises nas primeiras 24h após o tratamento endodôntico entre pacientes que usaram Ledermix, hidróxido de cálcio e nenhum curativo intracanal [17].

Fármacos anti-inflamatórios não esteroidais ou corticosteroides geralmente são indicados para reduzir a dor ou reverter a condição inflamatória do paciente após o tratamento endodôntico. No entanto, apesar de serem relativamente seguros, podem causar intolerância gastrointestinal e danos renais, hepáticos ou respiratórios [20, 21].

A crioterapia tem sido descrita desde os tempos de Hipócrates, que recomendava o uso de gelo local ou sistemicamente para fins terapêuticos [22]. Desde 1960, tem sido usada em diferentes áreas da medicina, como ortopedia, fisioterapia, traumatologia, neurologia e cirurgia odontológica [22, 23]. Existem três respostas fisiológicas dos tecidos após a aplicação do frio: diminuição do fluxo sanguíneo local, inibição dos receptores neurais na pele e tecidos subcutâneos, e redução da atividade metabólica [23, 24]. A crioterapia também demonstrou ser eficaz na redução de edema, dor, espasmos musculares, distensão do tecido conjuntivo, hemorragia, inflamação e condução nervosa [14, 25]. Com relação às contraindicações, algumas são documentadas na literatura, como a doença de Raynaud e a hemoglobinúria [21]. Seu uso também é controverso em pacientes com certas doenças sistêmicas ou condições cardíacas, como arritmia, angina pectoris e hipertensão, devido à vasoconstrição que pode elevar a pressão arterial [21].

Vera et al. (2015) propuseram um protocolo de irrigação com “Crioterapia Intracanal” (CI) utilizando solução salina fria a 2,5°C, que demonstrou a capacidade de reduzir a temperatura da superfície radicular externa em até 10°C por um período de 5 minutos [24]. O protocolo de crioterapia intracanal é uma opção terapêutica local livre de efeitos colaterais farmacológicos [21, 24]. Apresenta efeito positivo

em casos de inchaço, dor e inflamação devido à diminuição do fluxo sanguíneo, metabolismo tecidual e atividade sensorial [22, 26, 27].

Estudos recentes têm se concentrado em avaliar o efeito da CI em pacientes sintomáticos que já apresentam dor [22]. Em um estudo conduzido por Vera et al. [21] com pacientes com nível de dor entre 8-10 na EVA, a CI reduziu a dor pós-operatória em casos de polpa necrótica e periodontite apical sintomática. Um alto nível de dor pré-operatória pode também explicar o grande alívio da dor pós-operatória [21]. De acordo com os resultados dos estudos sobre CI, esta está associada principalmente ao alívio da dor, e não à sua prevenção; assim, pode resultar na redução do consumo de medicamentos e seus efeitos colaterais [21-23].

Considerando o efeito positivo da CI no alívio da dor em casos sintomáticos [28], este estudo teve como objetivo avaliar a crioterapia como uma opção terapêutica para a prevenção da dor após o tratamento endodôntico em pacientes com e sem AF, com periodontite apical assintomática.

MATERIAL E MÉTODO

Este ensaio clínico prospectivo randomizado foi aprovado pelo comitê de ética local (protocolo 5.024.031) e registrado no *International Standard RandomizedControlledTrial* (número 16939754; Data: 28/09/2022; https://doi.org/10.1186/ISRCTN16939754). O estudo está sendo relatado de acordo com a declaração e lista de verificação CONSORT 2010 (www.consort-statement.org/). Um único

endodontista, experiente nas técnicas, materiais e tecnologias analisadas, participou do estudo.

Critérios de inclusão e exclusão

A população do estudo foi selecionada a partir de uma amostra de pacientes brasileiros encaminhados a uma clínica odontológica para tratamento endodôntico. Apenas um dente por paciente foi incluído no ensaio. Todos os pacientes foram informados sobre o desenho e os objetivos do estudo, e um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado antes do início do tratamento. Sexo, idade, dente e arcada foram registrados.

Os critérios de inclusão foram: idade ≥ 18 anos; dentes unirradiculares diagnosticados com necrose pulpar associada à periodontite apical assintomática, com evidência radiográfica digital de lesão apical (mínimo de 2×2 mm). A vitalidade pulpar foi avaliada antes do início do tratamento usando spray refrigerante Endo Ice (Maquira, Maringá, Brasil).

Os critérios de exclusão incluíram: indivíduos com dor apical aguda, uso crônico de corticosteroides, analgésicos ou antibióticos, doenças sistêmicas, reações alérgicas, gestantes, pacientes submetidos a tratamento endodôntico prévio, dentes com polpas vitais, forames anatômicos (avaliados durante o tratamento endodôntico) com diâmetro > instrumento tipo K #20 ou < que o instrumento tipo K #10, dentes com reabsorção radicular que comprometesse a região apical e canais radiculares com curvaturas extremas (>30°). Pacientes que interromperam o tratamento ou que apresentaram resposta inadequada também foram excluídos.

Um total de 316 pacientes foi avaliado entre janeiro de 2021 e dezembro de 2022. Cento e oitenta pacientes foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, restando um total de 136 pacientes. Cada paciente incluído recebeu um número aleatório entre 1 e 120 gerado por (www.random.org). Os números foram previamente atribuídos a um grupo controle ou a três grupos experimentais. O número foi verificado por um auxiliar, que compartilhou os resultados com o clínico ao final do preparo do canal.

Todos os participantes receberam um questionário baseado na escala visual analógica (EVA) para registrar sua percepção da dor durante o tratamento e após 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h e 7 dias do tratamento. As pontuações foram registradas de 0 a 10, sendo 0 correspondente à ausência completa de dor e 10 à dor insuportável [18]. O número de pacientes com nível de dor entre 0 e 10 no período de 6 h a 7 dias foi registrado. Apenas pacientes com pontuação pré-operatória igual a 0 foram incluídos.

Tratamento Endodôntico

O tratamento endodôntico foi realizado por um único especialista em endodontia em uma única sessão. Os pacientes foram anestesiados com 1,8 mL de mepivacaína a 2% com epinefrina 1:100.000. A técnica utilizada foi infiltração bucal para dentes da maxila e mandíbula. Quando necessário, uma injeção suplementar de anestésico local foi administrada por infiltração bucal, palatina ou lingual.

Os dentes foram isolados com dique de borracha e o acesso à câmara pulpar foi realizado com broca esférica diamantada em alta rotação. Os canais radiculares foram pré-alargados com instrumento

rotatório modelo SX (17.08). A exploração dos canais foi feita utilizando instrumentos de serie especial tipo K #06, 08 e 10. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado com localizador apical eletrônico “Root ZX II” (J Morita, Tóquio, Japão) e um instrumento tipo K com diâmetro adequado à anatomia do canal. O CT foi estabelecido a 1 mm aquém da marca 0,0 no visor do localizador.

A instrumentação foi feita com instrumentos mecanizados reciprocantes (25.06, 25.08, 40.05, 50.05) acoplados a um motor Smart Plus (DentsplySirona). Os canais foram irrigados com 15 mL de hipoclorito de sódio a 2,5%. Os detritos no instrumento foram removidos com gaze embebida em álcool a 70% após cada três movimentos de avanço.

Grupos

Grupo AF (ampliação foraminal):

Após atingir o CT um instrumento tipo K #40 foi utilizado até a marca 0.0 no localizador apical nos pacientes deste grupo. Apesar do preparo final, os canais foram obturados até o CT previamente estabelecido.

Grupo ICT (crioterapia intracanal):

Os pacientes deste grupo receberam irrigação final com 20 mL de solução salina estéril fria (2,5°C) no CT por meio de microcânula estéril fria calibre 28 conectada a um sistema de irrigação por pressão negativa “EndoVac” (Kerr Endo, Orange County, CA), por 5 minutos [21]. Tanto a solução quanto as microcânulas foram armazenadas em geladeira calibrada a 2,5°C até o uso [21, 24].

Grupo ICT + FE:

Pacientes deste grupo foram tratados com o mesmo protocolo do grupo “AF” e, adicionalmente, foi aplicado o protocolo de crioterapia intracanal (ICT).

Grupo Controle:

Não foi realizado protocolo de irrigação final com ICT nemampliação foraminal.

Em todos os grupos, foi realizada uma irrigação final com 5 mL de EDTA a 17%, gentilmente aplicada a 1 mm do CT e mantida no canal por 1 minuto. Nos grupos ICT e ICT+AF, essa irrigação com EDTA foi feita antes da aplicação da solução salina fria. Todos os canais foram secos com cones de papel estéreis e obturados com cone único de gutapercha correspondente ao preparo e cimento AH Plus (DentsplySirona). A cavidade de acesso foi selada temporariamente com cimento de ionômero de vidro (FGM; Joinville, SC, Brasil). A qualidade da obturação foi avaliada com radiografia periapical intraoral para garantir manutenção do CT estabelecido.

Os pacientes foram informados sobre a possibilidade de dor nos dias seguintes e receberam um questionário com seis escalas EVA (VAS) para levar para casa. Foram instruídos a registrar seu nível de dor após 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h e 7 dias e também foram contatados por telefone em cada intervalo como lembrete. Pacientes foram instruídos a entrar em contato com os pesquisadores em caso de dor intensa, sendo então prescrita uma dose de 400 mg de ibuprofeno, que também seria registrada no questionário [22, 29]. Após 7 dias os pacientes retornaram para reconstrução definitiva, do dente tratado, com resina composta.

Análise Estatística

O cálculo amostral foi realizado com o software G*Power 3.1 (Heinrich-Heine, Düsseldorf, Alemanha), com erro alfa de 0,05 e poder estatístico (beta) de 0,95. O tamanho amostral desejado foi estimado em 30 indivíduos por grupo. A pesquisa foi fundamentada em um estudo piloto com 30 pacientes, no qual o tamanho do efeito foi de 88,30%. A amostra foi ajustada para incluir cerca de 10% de possíveis perdas. Assim, os 136 pacientes que atenderam aos critérios de inclusão foram convidados a participar deste ensaio clínico randomizado. Dezesseis pacientes foram perdidos no acompanhamento (não compareceram). Um total de 120 pacientes foi analisado.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Como os dados de dor não apresentaram distribuição normal, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis para comparar as pontuações da EVA entre os protocolos nos diferentes momentos do estudo (P=0,05). O teste de Dunn foi utilizado para comparações pareadas quando houve diferença estatística. O teste de Friedman foi usado para avaliar as diferenças entre os momentos dentro de cada protocolo, com intervalo de confiança de 95%.

Resultados

De acordo com a análise de variância paramétrica, a média de idade dos pacientes foi de 46,71 anos para mulheres e 43,82 anos para homens, sem diferença estatística entre os grupos (P > 0,05). A faixa etária foi de 18 a 65 anos. O teste do qui-quadrado indicou que não houve associação entre o nível de dor pós-operatória nos quatro

grupos e variáveis como sexo, idade e localização (P > 0,05) – Tabela 1. Dos dentes tratados, 30% (n=36) eram incisivos, 8,33% (n=10) caninos e 61,66% (n=74) pré-molares.

A Tabela 2 apresenta as diferenças descritivas (média e desvio padrão) entre as pontuações de dor EVA pré e pós-operatórias de acordo com os diferentes protocolos e intervalos de tempo. Observou-se diferença estatisticamente significativa entre os protocolos nas primeiras 6 horas (P < 0,05). Para identificar os protocolos que diferiram entre si, o teste de Dunn indicou diferença significativa entre o grupo controle e os grupos com ampliação foraminal, bem como entre o grupo de crioterapia e o grupo com ampliação, no intervalo de 6 h. Um total de 30% dos pacientes do grupo AF relataram aumento do nível de dor nas primeiras 12 h. Apesar desse resultado, nenhum paciente relatou uso de analgésico durante o estudo.

Tabela 1 – Dependência entre sexo, idade e localização entre os grupos. O teste do qui-quadrado indicou que, em relação ao nível de dor pós-operatória nos quatro grupos, não houve associação com gênero, idade e localização (p > 0,05).

	AF	ICT	ICT + AF	Controle
Idade				
< 30	5	3	4	3
30 - 50	9	11	16	16
50>	16	16	10	11
Localização				
Maxilar	22	23	24	22
Mandibular	8	7	6	8
Sexo				
Masculino	13	10	6	10
Feminino	17	20	24	20

Discussão

O controle da dor pós-operatória em endodontia é geralmente realizado utilizando diferentes estratégias farmacológicas, incluindo anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) e corticosteroides [30, 31]. Uma revisão sistemática e meta-análise avaliou a eficácia dos corticosteroides na endodontia pós-operatória. O estudo concluiu que os corticosteroides podem reduzir a incidência de dor pós-operatória por até 24 horas [32]. Por outro lado, o uso de corticosteroides pode resultar em toxicidade devido à suspensão abrupta da administração da droga ou ao uso contínuo de doses supra fisiológicas. Além disso, existe o risco de sangramento gastrointestinal devido ao aparecimento de úlceras pépticas, especialmente em pacientes que consomem ácido acetilsalicílico [33].

O objetivo deste estudo clínico randomizado, controlado e prospectivo foi avaliar o efeito da crioterapia intracanal (ICT) após o tratamento endodôntico e analisar sua viabilidade como adjuvante na prevenção da dor pós-operatória. Trata-se de um recurso econômico e acessível que não apresenta tantas contraindicações ou riscos de efeitos colaterais como os AINEs e corticosteroides [22].

Vera et al. relataram uma redução nos níveis de dor pós-operatória e na necessidade de medicação em pacientes com polpa necrótica e periodontite apical sintomática com dor intensa (EVA 8-10) [21]. Além disso, um estudo realizado por Gundogdu et al. em pacientes com polpa vital com escore de EVA > 6 mostrou uma redução significativa nos níveis de dor pós-operatória nas primeiras 24 horas após o tratamento endodôntico [22]. Isso sugere que pacientes que já apresentaram dor moderada ou severa têm maior probabilidade de experimentar redução da dor.

Embora a dor possa tornar-se intensa em tratamentos realizados em sessão única, a taxa de intercorrências em dentes não vitais após tratamentos de sessão única é a mesma que após tratamentos em várias sessões [34]. Neste estudo, todos os procedimentos foram realizados em sessão única. Com base nos resultados do estudo de Ehrmann et al. [17], nenhum dos casos neste estudo apresentou intercorrências. A frequência dos casos mostra que a maioria dos aumentos de sensibilidade após o tratamento endodôntico ocorreu nos grupos com alargamento foraminal (AF), com ou sem ICT. Embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa, o grupo AF sem ICT apresentou os maiores escores de dor durante o período analisado (6-72 h). O efeito direto da ICT na prevenção da dor pós-operatória não pôde ser estabelecido, mesmo com AF. Esses resultados sugerem que a inflamação do tecido perirradicular causada pelo AF não é estatisticamente significativa quando comparada com o grupo ICT + AF, mas pode ser clinicamente relevante, pois os valores do grupo ICT + AF foram menores do que os do grupo apenas com AF em todos os tempos analisados.

Ao contrário de outros estudos que utilizaram dentes com variações morfológicas para avaliar a dor pós-operatória [3, 21, 22], nosso estudo incluiu apenas dentes unirradiculares para evitar qualquer variação anatômica, especialmente nos casos com AF. Esse critério para padronizar a anatomia é importante, pois o AF não interferiu nos níveis de dor pós-operatória após as primeiras 12 horas, e a dor permaneceu leve até 72 horas.

De Freitas et al. [35] relataram um aumento nos níveis de dor pós-operatória e na necessidade de analgésicos nas primeiras 24 horas após o tratamento em pacientes tratados com AF. De forma semelhante, um estudo de Yailali et al. [7] afirmou que o AF causou

mais dor após 48 horas em pacientes com necrose pulpar. De Freitas et al. e Yailali et al. utilizaram limas até o tamanho 25/07 ou 40/05 em seus estudos, menores que a lima R50 (50/05) utilizada em nosso estudo. No entanto, o escore de dor do grupo AF em nosso estudo foi significativamente maior apenas nas primeiras 6 horas após o tratamento. Esse resultado pode ser explicado pelo comprimento da obturação utilizado nos estudos anteriores, que foi feito até a marca 0.0 do localizador apical eletrônico. A obturação além da constrição apical com AF é esperada para resultar em maior extrusão apical do irrigante e material obturador, o que pode levar a uma reação inflamatória severa nos tecidos periapicais [36].

Neste estudo, embora o comprimento de trabalho também tenha sido definido na marca 0.0 do EAL, a obturação foi mantida 1 mm aquém da marca para um melhor controle dos fatores de extrusão observados com AF. Para a irrigação, foi utilizado um sistema de pressão negativa, como o EndoVac, que é um método eficaz para entregar irrigantes ao terço apical do sistema de canais, reduzindo o risco de extrusão de substâncias irritantes [37].

Dependendo da intensidade e duração dos eventos inflamatórios causados por bactérias, trauma (alargamento foraminal) ou ambos, a periodontite apical pode desenvolver um caráter agudo. As alterações morfológicas que caracterizam a periodontite apical aguda — hiperemia, congestão vascular, edema, extravasamento de neutrófilos e monócitos e reabsorção óssea limitada — envolvem o ligamento periodontal apical e a esponjosa vizinha [38]. O mecanismo de ação esperado da ICT é que ela possa representar um efeito positivo na prevenção de casos de inchaço e inflamação, devido à diminuição do fluxo sanguíneo, metabolismo tecidual e atividade sensorial [22, 26, 27].

A ICT durante o tratamento endodôntico é um método suplementar simples e barato que reduz a temperatura tecidual para minimizar a dor pós-operatória. A diminuição da permeabilidade vascular é um fator-chave para reduzir a quantidade de fluido que extravasa para o tecido perirradicular como exsudato ou transudato, diminuindo o edema e o inchaço, que comumente ocorrem nos tecidos periapicais após a preparação químico-mecânica [21].

Para uma decisão clínica, a ICT pode reduzir a dor pós-operatória em dentes com periodontite apical sintomática [21, 22]. Por outro lado, neste estudo, para periodontite apical assintomática, a ICT como opção terapêutica para prevenção da dor não desempenhou um papel importante, independentemente da realização ou não de alargamento foraminal.

Uma limitação dos estudos clínicos que avaliam dor pós-operatória é a subjetividade da avaliação. No entanto, neste estudo, os pacientes foram instruídos a registrar os níveis de dor na escala EVA e também foram contatados por telefone em cada intervalo de tempo como lembrete para completar os dados da EVA. A variedade de dentes utilizados (incisivos, caninos e pré-molares) também pode ser uma limitação, embora, neste estudo, o teste do qui-quadrado tenha indicado que, em relação ao nível de dor pós-operatória nos quatro grupos, não houve associação com gênero, idade e localização. Outra limitação deste estudo foi não ter utilizado irrigação final com solução salina em temperatura ambiente no grupo controle. Preferimos simular uma rotina clínica, sem irrigação salina em temperatura ambiente, principalmente para comparar os resultados com o grupo de alargamento foraminal.

Conclusão

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a investigar dor pós-operatória em endodontia, crioterapia e alargamento foraminal (AF). Clinicamente, a ICT não tem efeito positivo na prevenção da dor pós-operatória. Na prática endodôntica, o protocolo envolvendo AF não causa aumento da dor pós-operatória, sugerindo que realizar cada etapa clínica com máxima precisão é mais importante do que utilizar um único procedimento isolado para prevenir a dor pós-operatória.

REFERENCES

1. Sathorn, C., Parashos, P. & Messer, H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J.***41**, 91-99 (2008).
2. Silva, E. J., Menaged, K., Ajuz, N., Monteiro, M. R. & de Souza Countinho-Filho, T. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod.***39(2)**, 173-176 (2013).
3. Al-Nahlawi, T., Hatab, T. A., Alrazak, M. A. & Al-Abdullah, A. Effect of intracanal cryotherapy and negative irrigation technique on post endodontic pain. *J Contemp Dent Pract*. **17(12)**, 990-996 (2016).
4. Solomon, R. V., Paneeru, S. P., Swetha, C. &Yatham, R. Comparative evaluation of effect of intracanal cryotherapy and corticosteroid solution on post endodontic pain in single visit root canal treatment. *J Clin Exp Dent*. **16(3)**, 250-256 (2024).
5. Tinaz, A. C., Alacam, T., Uzun, O., Maden, M. &Kayaoglu, G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod*. **31(7)**, 533-535 (2005).
6. Machado, R. et al. Extrusion of debris with and without intentional foraminal enlargement–A systematic review and meta-analysis. *Aust Endod J.* **47(3)**, 741-748 (2021).

7. Yaylali, I. E., Teke, A. & Tunca, Y. M. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with a continuous rotary system on postoperative pain: a randomized controlled trial. *J Endod.* **43(3)**, 359-363 (2017).
8. Vieira, M. L. et al. Morphologic changes of apical foramen and microcrack formation after foraminal enlargement: a scanning electron microscopic and micro–computed tomographic analysis. *J Endod.* **46(11)**, 1726-1732 (2020).
9. Fatima, S., Kumar, A., Andrabi, S. M. U. N., Mishra, S. K. & Tewari, R. K. Effect of apical third enlargement to different preparation sizes and tapers on postoperative pain and outcome of primary endodontic treatment: a prospective randomized clinical trial. *J Endod*. **47(9)**, 1345-1351 (2021).
10. Cailleteau, J. G. & Mullaney, T. P. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod*. **23(6)**, 394-396 (1997).
11. Machado, R., Comparin, D., Aparecido, S. I. & Da Silva, U. X. Postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth with large intentional foraminal enlargement. *Restor Dent Endod*. **46(3)**, 1-13 (2021).
12. Jensen, M. P., Karoly, P. & Braver, S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain*. **27(1)**, 117-126 (1987).
13. Fernandes, L. A., Santos, C. F., Iparraguirre, M. F., Alanis, L. R., Souza, P. H. & Carneiro, E. Root canal treatment postoperative pain assesment in head and neck postirradiated patients: a controlled clinical trial. *Oral Health Dent Manag*. **19(4)**, 1-4 (2020).
14. Keskin, C., Özdemir, Ö., Uzun, İ. & Güler, B. Effect of intracanal cryotherapy on pain after single-visit root canal treatment. *Aust Endod J*. **43(2)**, 83-88 (2017).
15. Rimmer, A. The flare-up index: a quantitative method to describe the phenomenon. *J Endod*. **19(5)**, 255-256 (1993).
16. Ajeesh, K., Jayasree, S., James, E. P., Pooja, K. P. &Jauhara, F. Comparative evaluation of the effectiveness of intracanal and intraoral cryotherapy on postendodontic pain in patients with symptomatic apical periodontitis: A randomized clinical trial. *J Conserv Dent Endod*. **26(5)**, 555-559 (2023).

17. Ehrmann, E. H., Messer, H. H. & Clark, R. M. Flare-ups in endodontics and their relationship to various medicaments. *Aust EndodJ*. **33**, 119-130 (2007).
18. Aoun, C., El Osta, N., Naaman, A., Zogheib, C. & Khalil, I. Post-endodontic flare-ups after a single-visit treatment using the fui scoring method and associated factors: a clinical prospective study. *J Contemp Dent Pract*. **20(9)**, 1033-1040 (2019).
19. Alaçam, T. &Tinaz, A. Interappointment emergencies in teeth with necrotic pulps. *J Endod*. **28(5)**, 375-377 (2002).
20. Canalda, C. S. &Aguadé, E. B. *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. (4th ed.) 254-255 (Elsevier, 2019)
21. Vera, J. et al. Intracanal cryotherapy reduces postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomized multicenter clinical trial. *J Endod*. **44(1)**, 4-8 (2018).
22. Gundogdu, E. C. & Arslan, H. Effects of Various Cryotherapy Applications on Postoperative Pain in Molar Teeth with Symptomatic Apical Periodontitis: A Preliminary Randomized Prospective Clinical Trial. *J Endod*. **44(3)**, 349-354 (2018).
23. Sadaf, D., Ahmad, M. Z. &Onakpoya, I. J. Effectiveness of intracanal cryotherapy in root canal therapy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Endod*. **46(12)**, 1811-1823 (2020).
24. Vera, J. et al. Effect of Intracanal Cryotherapy on Reducing Root Surface Temperature. *J Endod*. **41(11)**, 1884-87 (2015).
25. Hespanhol, F. G., Guimarães, L. S., Antunes, L. A. A. & Antunes, L. S. Effect of intracanal cryotherapy on postoperative pain after endodontic treatment: systematic review with meta-analysis. *Restor Dent Endod*. **47(3)**, 1-15 (2022).
26. Schaubel, H. J. The local use of ice after orthopedic procedures. *Am J Surg*. **72(5)**, 711-714 (1946).
27. Abramson, D. I. et al. Effect of tissue temperatures and blood flow on motor nerve conduction velocity. *Jama*. **198(10)**, 1082-88 (1966).
28. Monteiro, L. P. B. et al. Effect of intracanal cryotherapy application on postoperative endodontic pain: a systematic review and metaanalysis. *Clin Oral Invest*. **25**, 23–35 (2021).

29. Alharthi, A. A., Aljoudi, M. H., Almaliki, M. N., Almalki, M. A. & Sunbul, M. A. Effect of intra-canal cryotherapy on post-endodontic pain in single-visitrct: a randomized controlled trial. *Saudi dent J*. **31(3)**, 330-335 (2019).
30. Whitten, B. H., Gardiner, D. L., Jeansonne, B. G. & Lemon, R. R. Current trends in endodontic treatment: report of a national survey. *J Am Dent Assoc*. **127(9)**, 1333-1341 (1996).
31. Shirvani, A., Shamszadeh, S., Eghbal, M. J. &Asgary, S. The efficacy of non-narcotic analgesics on post-operative endodontic pain: a systematic review and meta-analysis: the efficacy of non-steroidal anti-inflammatory drugs and/or paracetamol on post-operative endodontic pain. *J Oral Rehabil*. **44(9)**, 709-721 (2017).
32. Shamszadeh, S., Shirvani, A., Eghbal, M. J. &Asgary, S. Efficacy of corticosteroids on postoperative endodontic pain: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*. **44(7)**, 1057-1065 (2018).
33. Grosser, T., Smyth, E. & Fitzgerald, G. A. *Goodman and Gilman's, The Pharmacological Basis of Therapeutics*. (12th ed) 1054 (Mc Graw Hill Medical, 2011).
34. Trope, M. Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int Endod J*. **24**, 24-27 (1991).
35. De Freitas, F. S. et al. Effect of foraminal enlargement on postoperative pain in necrotic single-rooted teeth: a randomized clinical trial. *J Endod*. **47(7)**, 1046-1051 (2021).
36. Ricucci, D. & Langeland, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J*. **31(6)**, 394-409 (1998).
37. Mitchell, R. P., Yang, S. & Baumgartner, J. C. Comparison of apical extrusion of naocl using the endovac or needle irrigation of root canals. *J Endod*. **36(2)**, 338-341 (2010).
38. Márton, I. J. & Kiss, C. Protective and destructive immune reactions in apical periodontitis. *Oral Microbiol Immunol*. **15(3)**, 139–150 (2000).

CONCLUSÕES GERAIS

A dor pós-operatória é um sintoma comum no tratamento endodôntico. Existem diversos protocolos para tentar aliviar sua intensidade. No entanto, independentemente da condição sistêmica ou do protocolo utilizado, realizar cada etapa clínica com máxima precisão é de suma importância para garantir uma fase pós-operatória favorável.

ANEXOS

1. Parecer de comitê de ética 1
2. Parecer de comitê de ética 2
3. Registro ISRCTN
4. Artigo 1 publicado
5. Figuras
6. Normas da revista – Journal of endodontics (Artigo 2 e 3)

1- Parecer de comitê de ética 1

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DA CRIOTERAPIA NA DOR PÓS OPERATORIA EM ENDODONTIA: ESTUDO IN VIVO

Pesquisador: Everdan Carneiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 51668321.2.0000.0020

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Parana - PUCPR

Patrocinador Principal: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLOGICO-CNPQ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.024.031

Apresentação do Projeto:

Extraído do arquivo PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO

Por muitos anos, a dor tem sido um dos principais motivos de medo dos pacientes em relação à consulta odontológica. Especialmente a endodontia

é considerada uma especialidade em que a dor está intimamente relacionada ao tratamento. A dor pode estar presente em uma etapa préoperatória, devido à presença de fatores irritantes a polpa, os quais desencadeam respostas de tipo humoral, celular e neurovascular (Vera 2018,

Kim 1989). Entre as respostas da polpa relacionadas à dor, podemos encontrar um processo de vasodilatação, aumento do fluxo sanguíneo,

aumento da pressão e por consequência um aumento do volume pulpar (Kim 1989). Além disso, em uma etapa pós-operatória também pode

acontecer um processo inflamatório como resposta dos tecidos periapicais para começar o reparo. (Canalda 2006) A dor pós-operatória é uma

consequência frequente depois de ser realizado um tratamento de canal, com uma prevalência entre 3 - 58% dos casos (Silva 2013, Sathorn 2008,

Al-Nahlawi 2016). Naqueles casos onde a dor após o tratamento não parou ou até aumentou, a situação pode se tornar estressante tanto para o

paciente como para o dentista. Alguns pacientes até poderiam considerar a intensidade da dor

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br

Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1793887.pdf	12/09/2021 20:32:39		Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoCEP.pdf	12/09/2021 20:32:08	Everdan Carneiro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	12/09/2021 20:31:03	Everdan Carneiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto2021.pdf	12/09/2021 20:27:32	Everdan Carneiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEcrioterapia.pdf	12/09/2021 20:22:35	Everdan Carneiro	Aceito

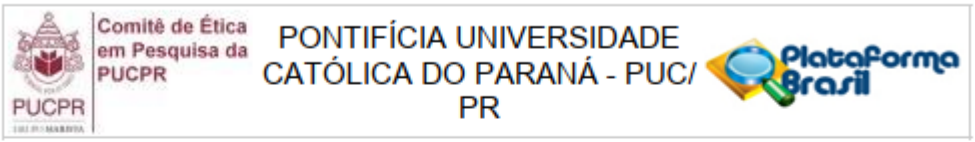
Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

CURITIBA, 07 de Outubro de 2021

Assinado por:
Ana Carla Efing
(Coordenador(a))

2- Parecer de comitê de ética 2



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Impacto da prevenção, diagnóstico e tratamento de infecções sexualmente transmissíveis e do HIV na saúde bucal de pacientes que apresentam risco de exposição

Pesquisador: Paulo Henrique Couto Souza

Área Temática: Genética Humana:
(Trata-se de pesquisa envolvendo Genética Humana que não necessita de análise ética por parte da CONEP;);

Versão: 3

CAAE: 02469618.4.0000.0020

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Parana - PUCPR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.227.397

Apresentação do Projeto:
Emenda apresentada a fim de se adicionar a Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba como Instituição Coparticipante à Plataforma Brasil, devido ao envolvimento de uma segunda instituição nesta pesquisa, que é o Centro de Orientação e Aconselhamento de Curitiba (COA).

Objetivo da Pesquisa:
Adicionar a Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba como Instituição Coparticipante à Plataforma Brasil, devido ao envolvimento de uma segunda instituição nesta pesquisa, que é o Centro de Orientação e Aconselhamento de Curitiba (COA).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Não se aplica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
Emenda integra a SMS e o COA como coparticipantes da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Emenda que integra a SMS e o COA como coparticipantes da pesquisa está em consonância com o

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br

Sistema CEP/Conep.

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEPPUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1300555_E1.pdf	19/02/2019 17:32:35		Aceito
Outros	CartaEmenda.pdf	19/02/2019 17:24:16	GABRIELA LEITE BAGGIO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetocorrigido.pdf	19/11/2018 16:47:57	Paulo Henrique Couto Souza	Aceito
Outros	Cartaresposta.pdf	19/11/2018 16:43:43	Paulo Henrique Couto Souza	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TCUDassinado.pdf	19/11/2018 16:43:14	Paulo Henrique Couto Souza	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEcorrigido.pdf	19/11/2018 16:42:58	Paulo Henrique Couto Souza	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoInstituicao.pdf	07/11/2018 10:51:50	Paulo Henrique Couto Souza	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	07/11/2018 10:43:25	Paulo Henrique Couto Souza	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

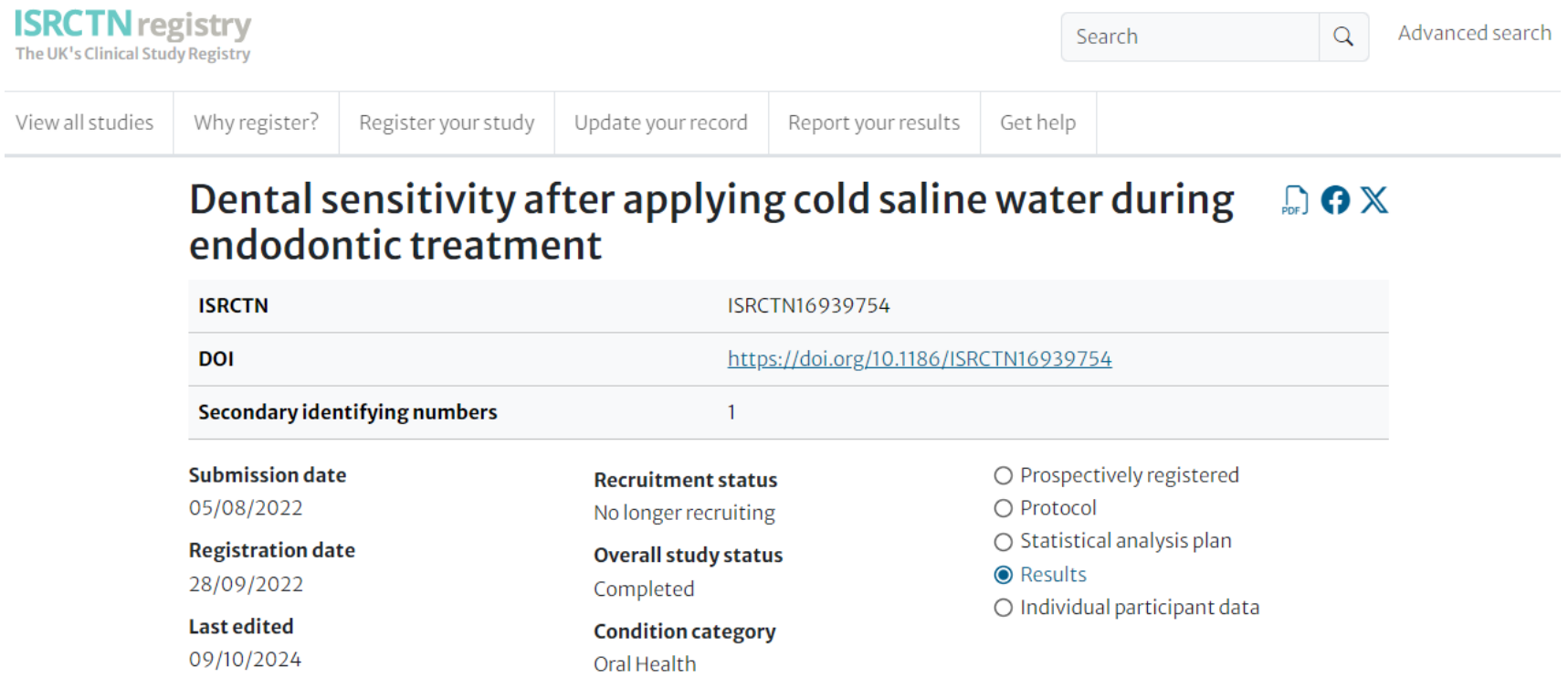
Necessita Apreciação da CONEP:
Não

CURITIBA, 27 de Março de 2019

Assinado por:
NAIM AKEL FILHO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br

3- Registro ISRCTN



ISRCTN registry
The UK's Clinical Study Registry

Search | Advanced search

View all studies | Why register? | Register your study | Update your record | Report your results | Get help

Dental sensitivity after applying cold saline water during endodontic treatment

ISRCTN	ISRCTN16939754
DOI	https://doi.org/10.1186/ISRCTN16939754
Secondary identifying numbers	1

Submission date
05/08/2022

Registration date
28/09/2022

Last edited
09/10/2024

Recruitment status
No longer recruiting

Overall study status
Completed

Condition category
Oral Health

- ○ Prospectively registered
- ○ Protocol
- ○ Statistical analysis plan
- ◉ Results
- ○ Individual participant data

4- Artigo 1 publicado

www.nature.com/scientificreports

scientific reports

Check for updates

OPEN

The effect of intracanal cryotherapy with and without foraminal enlargement on pain prevention after endodontic treatment: a randomized clinical trial

Marcos Felipe Iparraguirre Nuñovero[1], Marco Antonio Hungaro Duarte[2], André Vinícius Kaled Segato[1], Ulisses Xavier da Silva Neto[1], Vania Portela Ditzel Westphalen[1] & Everdan Carneiro[1]✉

This randomized clinical trial aims to evaluate cryotherapy as a therapeutic option for pain prevention after endodontic treatment with and without foraminal enlargement, in patients with asymptomatic apical periodontitis.120 teeth of patients with preoperative Visual Analogue Scale score indicating zero were treated. Specimens were randomly allocated into 4 groups: Control, Cryotherapy (ICT), Foraminal Enlargement (FE), and Cryotherapy and Foraminal Enlargement (ICT + FE). Working length was determined with an Electronic Apex Locator (EAL). Cryotherapy groups passed through a final irrigation protocol using 20 ml (2.5 ℃) of cold saline solution delivered at working length for 5 min. In FE groups a #40 K-file was used up to the 0.0 mark on the EAL display. Obturation was performed and postoperative pain was checked at 6, 12, 24, 48, and 72 h and 7 days after endodontic treatment.All experimental groups showed an increase in the level of postoperative pain, which started to decrease after 12 h. Foraminal enlargement caused a statistically significant increase in postoperativepain compared to ICT and control groups within the first 6 h ($p < 0.05$). Cryotherapy did not influence postoperative pain, regardless of whether or not foraminal enlargement was performed.

Postoperative pain is a frequent consequence of root canal treatment, occurring in 3–58% cases[1–4]. Incessant or increased postoperative pain can cause great stress and discomfort for patients. Pain after root canal treatment originates from the apical third region due to the presence of dentin debris, irritant solutions, or microorganisms that may be pushed out from the root canal into periapical tissues during chemo mechanical preparation[4,5].

Foraminal enlargement (FE) is an intentional and mechanical apical preparation technique that involves using a larger caliber instrument at the level of or slightly beyond the apical foramen to increase its diameter[6,7]. This approach can overcome the potential limits of root canal irrigation allowing a better penetration in the apical area, favoring root canal disinfection to reduce the microbial contingent to levels even more favorable to periapical repair[6,8,9].

On the other hand studies suggests that the use of patency instruments and a larger preparation size might result in an unnecessary removal of dentin, leading to an apical transportation[8,9], extrusion of debris, irrigant and/or sealer during instrumentation in comparison with the amount that would be extruded if instrumented up to 1 mm short from the apical foramen[6].All these factors can induce an inflammatory response at the periapical level and increase the intensity of postoperative pain episodes[2,8–11].

Pain assessment is important during clinical work and to evaluate treatment outcomes[12]. The visual analogue scale (VAS) is a simple, fast, and efficient pain index, providing a one-dimensional measurement for patients' perception of pain intensity[13]. It consists of a 10 cm long horizontal line, with each centimeter being numbered according to the following criteria:0, no pain; 1–3, mild pain; 4–6, moderate pain; 7–9, severe pain; and 10, the worst pain experienced[14].

[1]Department of Endodontic, School of Medicine and Health Science, Pontifícia Universidade Católica Do Paraná, Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, PR 80215-901, Brazil. [2]Department of Restorative Dentistry, Dental Materials and Endodontics, Bauru School of Dentistry, University of São Paulo - USP, Bauru, SP, Brazil. ✉email: everdan.carneiro@pucpr.br

Despite careful treatment, an acute exacerbation of pain might be experienced after endodontic treatment[15,16]. According to Ehrmann[17], an increase of 2 points or more in the VAS may lead to the pain transitioning from mild to moderate or severe. These flare-ups may be caused by local tissue changes, immunological phenomena, and psychological and microbial factors[15,18]. Alacam and Tinaz[19] did not report any statistical difference in the incidence of flare-up between patients receiving medication (analgesic), placebo, or no medication. Furthermore, Ehrmann et al. analyzed 195 cases and did not find any difference in the flare-up rates in the first 24 h after endodontic treatment between patients using Ledermix, calcium hydroxide, and no intracanal dressing[17].

Non-steroidal anti-inflammatory drugs or corticosteroids are usually indicated for reducing pain or reversing the patient's inflammatory condition after root canal treatment. However, despite being relatively safe, they can cause gastrointestinal intolerance and kidney, liver, or respiratory damage[20,21].

Cryotherapy has been described since the times of Hippocrates, who recommends the use of ice locally or systemically for therapeutic reasons[22]. Since 1960 it has been used in different fields of medicine such as orthopedics, physiotherapy, traumatology, neurology and dental surgery[22,23]. There are 3 physiological tissue responses after the application of cold: decrease in local blood flow, inhibition of neural receptors in the skin and subcutaneous tissues, and a decrease in metabolic activity[23,24]. Cryotherapy has also been reported to be effective at decreasing edema, pain, muscle spasms, connective tissue distension, hemorrhage, inflammation, and nerve conductivity[14,25]. In relation to contraindications, there are some documented in the literature, such as Raynaud's disease and hemoglobinuria[21]. It is also controversial in patients with certain systemic diseases or cardiac conditions, such as arrhythmia, angina pectoris, and hypertension, because vasoconstriction can elevate blood pressure[23].

Vera et al. (2015) proposed an "Intracanal Cryotherapy" (ICT) irrigation protocol using cold saline solution at 2.5°C which demonstrated the ability to reduce the temperature of the external root surface by up to 10 °C for a period of 5 min[24]. Intracanal cryotherapy protocol is a local therapy option free of pharmacological side effect[21,24]. It has a positive effect in cases of swelling, pain, and inflammation due to a decrease in blood flow, tissue metabolism, and sensory activity[22,26,27].

Recent studies have focused on evaluating the effect of ICT in symptomatic patients who are already experiencing pain[22]. In a study conducted by Vera et al.[21] on patients with a pain level of 8–10 on the VAS, ICT reduced postoperative pain in cases of necrotic pulp and symptomatic apical periodontitis. A high preoperative pain level may also explain the high postoperative pain relief[21]. According to the results of CT studies, it is associated mainly with pain relief but not pain prevention; thus, it may result in reduced consumption of medications and side effects[21–23].

Considering the positive effect of ICT on pain relief in symptomatic cases[28], this study aimed to evaluate cryotherapy as a therapeutic option for pain prevention after endodontic treatment in patients with and without FE in patients with asymptomatic apical periodontitis. The null hypothesis is that ICT does not interfere in the prevention of postoperative pain in asymptomatic apical periodontitis.

Materials and methods

This prospective randomized clinical trial was approved by the local ethics committee (protocol 5.024.031) and registered with the International Standard Randomized Controlled Trial (number 16939754; Date 09/28/2022; https://doi.org/https://doi.org/10.1186/ISRCTN16939754). The study is being reported following the 2010 CONSORT statement and checklist (www.consort-statement.org/). One endodontist experienced in the techniques, materials, and technologies analyzed participated in the study.

Inclusion and exclusion criteria

The study population was selected from a sample of Brazilian patients referred to a dental clinic for endodontic treatment. Only one tooth per patient was included in the trial. All patients were informed about the study design and objectives, and written informed consent was obtained before treatment initiation. Patient sex, age, teeth, and arch locations were recorded. The inclusion criteria were as follows: age ≥ 18 years; single-rooted teeth diagnosed with pulp necrosis with asymptomatic apical periodontitis and digital radiographic evidence of apical periodontitis (minimum 2 × 2 mm). Pulp vitality was assessed before treatment initiation using Endo Ice Spray (Maquira, Maringá, Brazil).Among the exclusion criteria were considered individuals with acute apical pain, those with chronic use of corticosteroids, analgesics, or antibiotics, those with systemic disease(s), allergic reactions, pregnancy, those who underwent previous root canal treatment, vital teeth, anatomical foramen of tooth (assessed during root canal treatment) with a diameter > #20 K-type instrument or < of a #10 K-type instrument, teeth with root resorption that compromised the apical region and root canals with extreme curvature (> 30°).Those patients who stopped responding or who responded inadequately were also excluded.

The Consort diagram (Fig. 1) summarizes the processes carried out in this study. A total of 316 patients were evaluated between January 2021 and December 2022. A hundred and eighty patients were excluded because they did not meet the inclusion criteria, thereby, leaving a total of 136 patients. All patients fulfilling the inclusion criteria who agreed to participate in the study received a consecutive number. This number was previously generated as part of a random sequence between 1 and 136 (www.random.org) and assigned to a control group or three experimental groups. An assistant checked the list to verify the group to which that patient would be assigned and shared the result with the clinician only after the shaping procedure. All participants received a questionnaire based on VAS to record their assessment of their pain at treatment and 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, and 7 days post-treatment; the scores were recorded from 0 to 10, where 0 and 10 correspond to complete absence of pain and unbearable pain, respectively[18]. The number of patients with a pain level between 0 and 10 in the period from 6 h to 7 days was recorded. Only patients with preoperative scores of 0 were included.

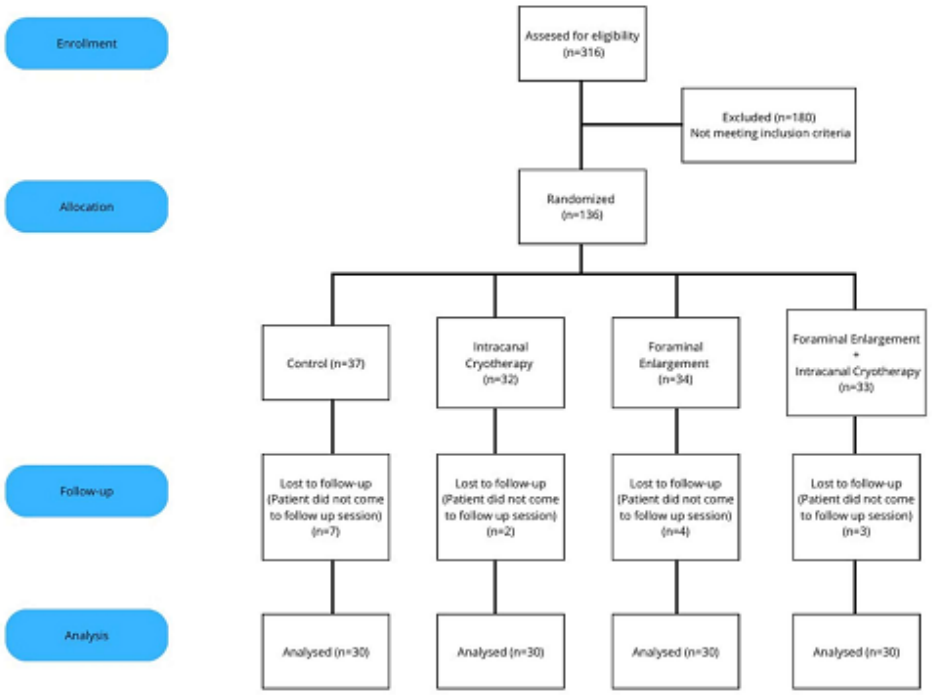


Fig. 1. Consort flow diagram.

Endodontic treatment

Endodontic treatment was performed by a single endodontic specialist during a single visit. Patients were anesthetized using 1.8 mL of 2% mepivacaine with 1:100,000 epinephrine. This technique involves buccal infiltration of the maxillary and mandibular teeth. A supplemental injection of local anesthetic, via buccal, palatal, or lingual infiltration, was administered when required. The teeth were isolated with a rubber dam, and cavity access was performed using a diamond round bur at highspeed. The root canals were pre-flared using a ProTaper SX (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland). Thecanals were explored using an instrument (type K #10). The working length (WL) was determined using an electronic apex locator ("Root ZX II"; J Morita, Tokyo, Japan) and a K-type instrument with the most suitable diameter for the anatomy of the canal. The WL was set 1 mm short of the 0.0 mark on the locator display. Root canal preparation was performed using a Reciproc R50 (VDW, Munich, Germany) instrument (50.05) mounted on a Smart plus motor (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland). The canals were irrigated with 15 ml of 2.5% sodium hypochlorite. Debris on the instrument was removed using gauze soaked in 70% alcohol after every three pecking movements.

Groups

FE group

After reaching the WL with the reciprocating instrument, a #40 K file was used to prepare the canal up to the 0.0 mark on the locator display in the patients from this group. Despite the final preparation, the canal remained obturated in the pre-established WL.

ICT group

Patients assigned to this group received a final irrigation of 20 ml cold sterile saline solution (2.5°C) at the WL through a sterile cold 28-gauge microcannula attached to a negative pressure irrigation system "EndoVac" (Kerr Endo, Orange Country, CA) for 5 min[21]. Both the saline solution and microcannulas were stored in a calibrated refrigerator at 2.5°C until used[21,24].

ICT + FE group
The patients in this group were treated following the same protocol as group "FE". Additionally, an ICT group protocol was applied.

Control
Non final ICT irrigation protocol or FE was performed.

In all groups, a single round of irrigation was performed in each root canal using 5 mL of 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), which was gently delivered 1 mm from the WL as the final irrigant and maintained intracanally for 1 min. For ICT and ICT + FE groups, this EDTA irrigation was performed before the cold saline application. All canals were dried with sterile paper points, followed by obturating by a matching single cone (Reciproc, VDW, Germany) and AH Plus sealer (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland). The access cavity was temporarily sealed with glass ionomer cement (FGM; Joinvile, SC., Brazil). Obturation quality was assessed by an intraoral periapical radiograph to ensure pre-established working length was maintained.

The patients were informed about the possibility of experiencing pain in the following days and were given a questionnaire, with six VASs included, to take home. They were instructed to record their pain level after 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, and 7 days on the VAS and were also contacted by phone at each time interval as a reminder to complete the VAS data. Patients were also instructed to contact the investigators in a case of severe pain so they will be prescribed with 400 mg Ibuprofen which would also be recorded in the questionnaire[27,28].

Statistical analysis
A sample size calculation was performed using the G*Power 3.1 software (Heinrich-Heine, Dusseldorf, Germany), with an alpha error of 0.05 and a beta power of 0.95. Sample size calculation estimated the desired size at 30 individuals per group. This research was determined by conducting a pilot study with 30 patients, the power effect size for a pilot study was 88, 30%. The sample was adjusted to account for approximately 10% of patients who may not respond the VAS forms. Therefore, the 136 patients who met the inclusion criteria were invited to participate in this randomized clinical trial. 16 patients were lost to follow up (patient did not come to follow up session). A total of 120 patients were analyzed. The Kolmogorov-Smirnov test was performed to verify whether the data were normally distributed. As the data referring to the level of pain were not homogeneous, the Kruskal-Walli's test was used to compare the VAS scores between protocols at different timepoints of the study ($P = 0.05$). Dunn's test for pair wise comparisons was performed for patients with a statistically significant difference within moments. The Friedman Test was performed to assess the differences between different moments within each protocol, and the confidence interval was set at 95% for the tests.

Ethical approval
All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards. This prospective randomized clinical trial was approved by the local ethics committee (protocol 5.024.031) and registered with the International Standard Randomized Controlled Trial (number 16939754).

Consent to participate
All participants were informed by word and in writing about the study and the investigations and had to give their verbal and written consent to participate.

Results
According to the metric analysis of variance the mean age of the patients was 46.71 (16.85) for the female patients and 43.82 (13.92) years for the male patients, with no statistical difference between the groups ($P^{*}0.05$). The age range was 18–65 years. The chi-squared test indicated no association between the level of postoperative pain among the 4 groups and sex, age and location range ($P^{*}0.05$) Table 1. Among the teeth treated, 30% (n = 36) were incisors, 8.33% (n = 10) canines, and 61.66% (n = 74) premolars.

Table 2 presents the descriptive differences (mean and standard deviation) between the pre and postoperative VAS pain scores according to different protocols and time intervals. A statistically significant difference was observed between protocols in the first 6 h ($P < 0.05$). In order to determine the protocols that differed from each other, Dunn's test showed a statistically significant difference between the control and enlarged experimental groups as well as between the cryotherapy and enlarged groups in the 6 h interval. A total of 30% patients in the FE group experienced an increase in pain levels in the first 12 h. Despite this result, no patient related any analgesic intake during this trial.

Discussion
Management of postoperative pain in endodontics is usually performed using different pharmacological strategies, including non-steroidal anti-inflammatory medication (NSAIDs) and corticosteroids[30,31]. A systematic review and meta-analysis evaluate the efficacy of corticosteroids in postoperative endodontics. The study concluded that corticosteroids might reduce the incidence of postoperative pain up to 24 h[32] On the contrary, the use of corticosteroids can result in toxicity due to abrupt suspension of the drug administration or continuous use of supraphysiological doses. Furthermore, a risk of gastrointestinal bleeding due to the appearance of a peptic ulcer exists, especially in patients consuming acetylsalicylic acid[33].

	FE	ICT	ICT + FE	Control
Age				
< 30	5	3	4	3
30–50	9	11	16	16
50°	16	16	10	11
Location				
Maxillary	22	23	24	22
Mandibular	8	7	6	8
Sex				
Male	13	10	6	10
Female	17	20	24	20

Table 1. Dependence among sex, age and location between groups. The chi-square test indicated that regarding the level of postoperative pain in the four groups there was no association in gender, age and location range ($p^{*}0.05$).

	Control	Intracanal Cryotherapy (ICT)	Foraminal enlargement (FE)	FE + ICT
Preoperative	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
6 h	1,17(1,78)[A]	0,77(1,10)[A]	2,70(2,92)[B]	1,63(2,25)[AB]
12 h	0,87(1,38)	0,70(1,31)	2,23(2,93)	1,53(2,14)
24 h	0,73(1,59)	0,60(1,27)	1,30(2,53)	0,90(1,51)
48 h	0,30(0,95)	0,17(0,74)	0,87(2,27)	0,27(0,74)
72 h	0,00(0,00)	0,00(0,00)	0,37(1,37)	0,03(0,18)
7 days	0,00(0,00	0,00(0,00)	0,00(0,00)	0,00(0,00)

Table 2. Mean (Standard deviation) of VAS values of pain level according to the groups. Different letters indicate statistically significant differences between groups for 6 h (Dunn's test for pairwise comparison between protocols at the "6 h" interval: Control x FE $p = 0.03$ and ICT x FE $p = 0.006$). The other groups do not show significant differences between groups for each period ($p^{*}0.05$).

The goal of this randomized, controlled, prospective clinical trial study was to assess the effect of ICT after endodontic treatment and evaluate its viability as an adjuvant for the prevention of postoperative pain. It is an economical and accessible resource that does not have as many contraindications or risks of side effects as NSAIDs and corticosteroids[22].

Vera et al. reported a reduction in postoperative pain levels with cryotherapy and the need for medication in patients with necrotic pulp and symptomatic apical periodontitis with severe pain (VAS 8–10)[21]. In addition, a study performed by Gundogdu et al. on patients with vital pulp registering a VAS score > 6 showed a significant reduction in postoperative pain levels in the first 24 h after endodontic treatment[22]. This suggests that patients who have already experienced moderate or severe pain are more likely to experience a reduction in pain.

Although the pain may become severe in single-visit treatments, the flare-up rate in non-vital teeth after single-visit treatments is the same as that after multi-visit treatments[34]. In this study, procedures on all patients were performed in a single visit. Similar to the results of the study by Ehrmann et al.[17], none of the cases in this study presented flare-ups. The results showed that most cases of increased sensitivity after root canal treatment occurred in the FE groups either with or without ICT. Although there was no statistically significant difference, FE without ICT involved in the highest pain scores during the analyzed period (6–72 h). The direct effect of ICT on preventing postoperative pain could not be established, even with FE. These results suggest that inflammation severity of the periradicular tissue caused by FE is not statistically significant when compared with ICT + FE, but it could be clinically relevant because the values of ICT + FE were less than that of FE group for all the times analyzed.

In contrast to other studies that used teeth with morphological variations for evaluating postoperative pain[3,21,22], our study only included single root teeth to prevent any variation due to anatomical differences, especially in FE cases. This criterion for standardizing the anatomy is important, as FE did not interfere with postoperative pain levels after the first 12 h, and the pain remained mild for up to 72 h.

De Freitas et al.[35] reported an increase in postoperative pain levels and the need for painkillers in the first 24 h after treatment in patients treated with FE. Similarly, a study by Yailali et al.[7] stated that FE caused more pain after 48 h in patients with pulp necrosis. De Freitaset al. and Yailaliet al. used files up to a size of 25/07 or 40/05 in their studies, which are smaller than the R50 (50/05) files used in our study. However, the pain score for the FE group in our study was significantly higher only in the first 6 h after treatment. This result might be explained by the obturation length used in both studies, which was performed at the 0.0 display mark of the electronic apex locator. Obturation performed over the apical constriction with FE is expected to result in a higher rate of apical extrusion of the obturation material, which may lead to a severe inflammatory reaction in periapical tissues[36].

In this study, although the WL preparation was also set in the 0.0 FAL display mark, the obturation remained 1 mm short from the 0.0 mark in order to have better control in relation to the extrusion factors found in the FE. For irrigation, a negative pressure system, such as an EndoVac, is an effective method for delivering irrigants into the apical third of the canal system, reducing the risk of irritant extrusion[37].

Depending on the intensity and duration of the inflammatory events, caused by bacteria, trauma (foraminal enlargement) or both conditions, the apical periodontitis may develop an acute character. The morphological changes characterizing acute apical periodontitis, hyperemia, vascular congestion, edema, extravasation of neutrophils and monocytes and limited bone resorption, involve the apical periodontal ligament and the neighboring spongiosa[38]. The mechanism of action expected from the ICT is that it could represent a positive effect to prevent cases of swelling and inflammation due to a decrease in blood flow, tissue metabolism, and sensory activity[22,26,27].

ICT during endodontic treatment is a simple and cheap supplementary method that decreases tissue temperature to minimize postoperative pain. Decreased vascular permeability is a key factor for reducing the amount of fluid leaking into the periradicular tissue as exudate or transudate, thereby reducing tissue edema and swelling, which commonly occurs in periapical tissue after chemomechanical preparation[21].

For a clinical decision, the ICT may reduce postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis[21,22], on the other hand in this study, for asymptomatic apical periodontitis, ICT as a therapeutic option for pain preventiondoes not play an important role, regardless of whether or not foraminal enlargement was performed.

One limitation of clinical studies that evaluate postoperative pain is the subjectivity of the assessment, however, in this study the patients were instructed to record the pain levels on the VAS and were also contacted by phone at each time interval as a reminder to complete the VAS data The different teeth used (incisors, canines and premolars) could be a limitation too, despite, in this study, the chi-square test indicated that regarding the level of postoperative pain in the four groups there was no association in gender, age and location range. Other limitation of this study was not using normal saline irrigation at room temperature for final irrigation in the control group. We preferred to simulate a clinical routine, without saline irrigation at room temperature, mainly to compare the results with the enlargement foramen group.

To the best of our knowledge, this is the first study to investigate postoperative endodontic pain, cryotherapy, and FE. Clinically, ICT does not have a positive effect on preventing postoperative pain. In endodontic practice, the protocol involving FE does not cause an increase in postoperative pain, suggesting that performing each clinical step with maximum precision is more important than using a single isolated procedure for preventing postoperative pain.

Data availability

All datasets used and analyzed in this study are available from the corresponding author on request. The data analyzed in this study was included as Supplementary Information.

Received: 27 December 2023; Accepted: 22 August 2024
Published online: 28 August 2024

References

1. Sathorn, C., Parashos, P. & Messer, H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: A systematic review. *Int. Endod. J.* **41**, 91–99 (2008).
2. Silva, E. J., Menaged, K., Ajuz, N., Monteiro, M. R. & de Souza Countinho-Filho, T. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: A prospective and randomized clinical trial. *J. Endod.* **39**(2), 173–176 (2013).
3. Al-Nahlawi, T., Hatab, T. A., Alrazak, M. A. & Al-Abdullah, A. Effect of intracanal cryotherapy and negative irrigation technique on post endodontic pain. *J. Contemp. Dent. Pract.* **17**(12), 990–996 (2016).
4. Solomon, R. V., Panceru, S. P., Swetha, C. & Yatham, R. Comparative evaluation of effect of intracanal cryotherapy and corticosteroid solution on post endodontic pain in single visit root canal treatment. *J. Clin. Exp. Dent.* **16**(3), 250–256 (2024).
5. Tinaz, A. C., Alacam, T., Uzun, O., Maden, M. & Kayaoglu, G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J. Endod.* **31**(7), 533–535 (2005).
6. Machado, R. *et al.* Extrusion of debris with and without intentional foraminal enlargement—a systematic review and meta-analysis. *Aust. Endod. J.* **47**(3), 741–748 (2021).
7. Yaylali, I. E., Teke, A. & Tunca, Y. M. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with a continuous rotary system on postoperative pain: A randomized controlled trial. *J. Endod.* **43**(3), 359–363 (2017).
8. Vieira, M. L. *et al.* Morphologic changes of apical foramen and microcrack formation after foraminal enlargement: A scanning electron microscopic and micro–computed tomographic analysis. *J. Endod.* **46**(11), 1726–1732 (2020).
9. Fatima, S., Kumar, A., Andrabi, S. M. U. N., Mishra, S. K. & Tewari, R. K. Effect of apical third enlargement to different preparation sizes and tapers on postoperative pain and outcome of primary endodontic treatment: A prospective randomized clinical trial. *J. Endod.* **47**(9), 1345–1351 (2021).
10. Cailleteau, J. G. & Mullaney, T. P. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J. Endod.* **23**(6), 394–396 (1997).
11. Machado, R., Comparin, D., Aparecido, S. J. & Da Silva, U. X. Postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth with large intentional foraminal enlargement. *Restor. Dent. Endod.* **46**(3), 1–13 (2021).
12. Jensen, M. P., Karoly, P. & Braver, S. The measurement of clinical pain intensity: A comparison of six methods. *Pain* **27**(1), 117–126 (1987).
13. Fernandes, L. A. *et al.* Root canal treatment postoperative pain assesment in head and neck postirradiated patients: A controlled clinical trial. *Oral Health Dent. Manag.* **19**(4), 1–4 (2020).
14. Keskin, C., Özdemir, Ö., Uzun, İ & Güler, B. Effect of intracanal cryotherapy on pain after single-visit root canal treatment. *Aust. Endod. J.* **43**(2), 83–88 (2017).
15. Rimmer, A. The flare-up index: A quantitative method to describe the phenomenon. *J. Endod.* **19**(5), 255–256 (1993).

16. Ajeesh, K., Jayasree, S., James, E. P., Pooja, K. P. & Jauhara, F. Comparative evaluation of the effectiveness of intracanal and intraoral cryotherapy on postendodontic pain in patients with symptomatic apical periodontitis: A randomized clinical trial. *J. Conserv. Dent. Endod.* **26**(5), 555–559 (2023).
17. Ehrmann, E. H., Messer, H. H. & Clark, R. M. Flare-ups in endodontics and their relationship to various medicaments. *Aust. Endod. J.* **33**, 119–130 (2007).
18. Aoun, C., El Osta, N., Naaman, A., Zogheib, C. & Khalil, I. Post-endodontic flare-ups after a single-visit treatment using the FUI scoring method and associated factors: A clinical prospective study. *J. Contemp. Dent. Pract.* **20**(9), 1033–1040 (2019).
19. Alaçam, T. & Tinaz, A. Interappointment emergencies in teeth with necrotic pulps. *J. Endod.* **28**(5), 375–377 (2002).
20. Canalda, C. S. & Aguadé, E. B. *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas* 4th edn. (Elsevier, 2019).
21. Vera, J. *et al.* Intracanal cryotherapy reduces postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: A randomized multicenter clinical trial. *J. Endod.* **44**(1), 4–8 (2018).
22. Gundogdu, E. C. & Arslan, H. Effects of various cryotherapy applications on postoperative pain in molar teeth with symptomatic apical periodontitis: A preliminary randomized prospective clinical trial. *J. Endod.* **44**(3), 349–354 (2018).
23. Sadaf, D., Ahmad, M. Z. & Onakpoya, I. J. Effectiveness of intracanal cryotherapy in root canal therapy: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J. Endod.* **46**(12), 1811–1823 (2020).
24. Vera, J. *et al.* Effect of intracanal cryotherapy on reducing root surface temperature. *J. Endod.* **41**(11), 1884–1887 (2015).
25. Hespanhol, F. G., Guimarães, L. S., Antunes, L. A. A. & Antunes, L. S. Effect of intracanal cryotherapy on postoperative pain after endodontic treatment: Systematic review with meta-analysis. *Restor Dent. Endod.* **47**(3), 1–15 (2022).
26. Schaubel, H. J. The local use of ice after orthopedic procedures. *Am. J. Surg.* **72**(5), 711–714 (1946).
27. Abramson, D. I. *et al.* Effect of tissue temperatures and blood flow on motor nerve conduction velocity. *JAMA* **198**(10), 1082–1088 (1966).
28. Monteiro, L. P. B. *et al.* Effect of intracanal cryotherapy application on postoperative endodontic pain: A systematic review and meta analysis. *Clin. Oral Investig.* **25**, 23–35 (2021).
29. Alharthi, A. A., Aljoudi, M. H., Almaliki, M. N., Almalki, M. A. & Sunbul, M. A. Effect of intra-canal cryotherapy on post-endodontic pain in single-visit RCT: A randomized controlled trial. *Saudi Dent. J.* **31**(3), 330–335 (2019).
30. Whitten, B. H., Gardiner, D. L., Jeansonne, B. G. & Lemon, R. R. Current trends in endodontic treatment: Report of a national survey. *J. Am. Dent. Assoc.* **127**(9), 1333–1341 (1996).
31. Shirvani, A., Shamszadeh, S., Eghbal, M. J. & Asgary, S. The efficacy of non-narcotic analgesics on post-operative endodontic pain: A systematic review and meta-analysis: The efficacy of non-steroidal anti-inflammatory drugs and/or paracetamol on post-operative endodontic pain. *J. Oral Rehabil.* **44**(9), 709–721 (2017).
32. Shamszadeh, S., Shirvani, A., Eghbal, M. J. & Asgary, S. Efficacy of corticosteroids on postoperative endodontic pain: A systematic review and meta-analysis. *J. Endod.* **44**(7), 1057–1065 (2018).
33. Grosser, T., Smyth, E. & Fitzgerald, G. A. *Goodman and Gilman's, The Pharmacological Basis of Therapeutics* 12th edn. (Mc Graw Hill Medical, 2011).
34. Trope, M. Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int. Endod. J.* **24**, 24–27 (1991).
35. De Freitas, F. S. *et al.* Effect of foraminal enlargement on postoperative pain in necrotic single-rooted teeth: A randomized clinical trial. *J. Endod.* **47**(7), 1046–1051 (2021).
36. Ricucci, D. & Langeland, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int. Endod. J.* **31**(6), 394–409 (1998).
37. Mitchell, R. P., Yang, S. & Baumgartner, J. C. Comparison of apical extrusion of naocl using the endovac or needle irrigation of root canals. *J. Endod.* **36**(2), 338–341 (2010).
38. Márton, I. J. & Kiss, C. Protective and destructive immune reactions in apical periodontitis. *Oral Microbiol. Immunol.* **15**(3), 139–150 (2000).

Acknowledgements
The authors deny any conflicts of interest related to this study. The authors thank to Dr. Sérgio Aparecido Ignácio for his assistance with the statistical analysis.

Author contributions
MFIN contributed to sample collection, MFIN and AVKS contributed to data aquisition and analysis, and drafted the manuscript; MAHD contributed to conception, data interpretation and critically reviewed the manuscript; UXSN and VPDW contributed to analysis and critically reviewed the manuscript, EC contributed to conception, data analysis and interpretation, drafted and critically reviewed the manuscript.

Competing interests
The authors declare no competing interests.

Additional information
Supplementary Information The online version contains supplementary material available at https://doi.org/10.1038/s41598-024-70901-w.

Correspondence and requests for materials should be addressed to E.C.

Reprints and permissions information is available at www.nature.com/reprints.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

5- Figuras

Figura 1- Padronização das raízes de pré-molares inferiores.

Figura 2-

Sistema de irrigação por pressão negativa EndoVac (Kerr Endo, Orange Country, CA, EUA).

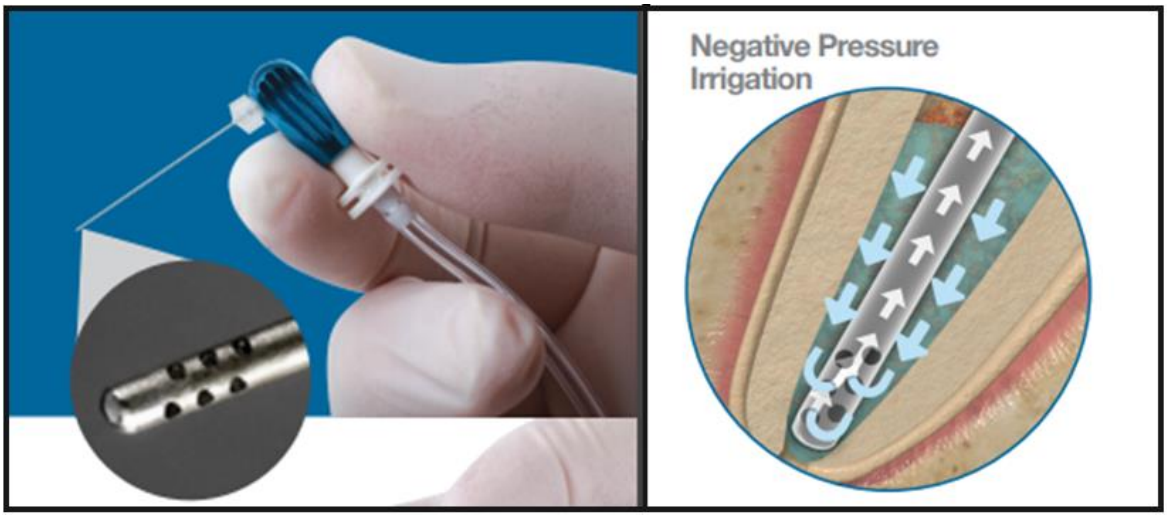


Imagem extraída do brochure original do EndoVac.

Figura 3- Protocolo de irrigação com sistema EndoVac dos grupos Controle e Experimental na plataforma de polipropileno isolada com lençol de borracha.

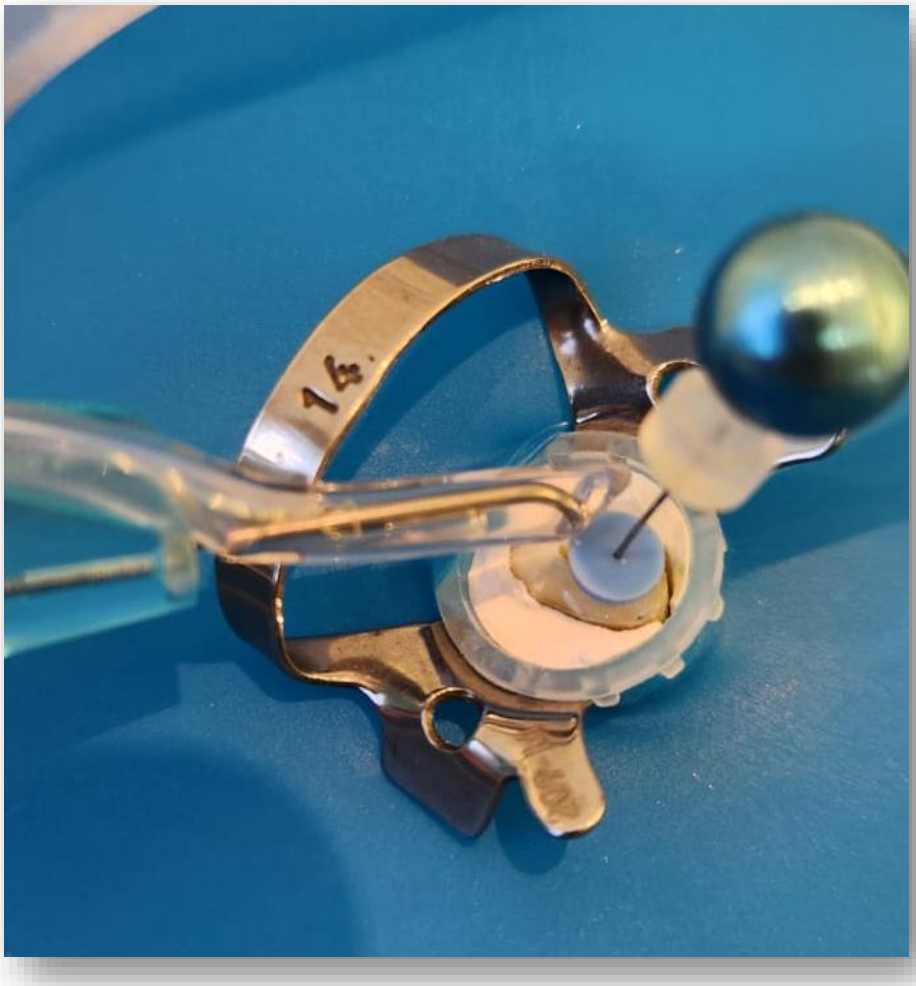


Figura 4- Termocúpula do termômetro digital adaptada nos 4mm finais da superfície radicular.

Figura 5- Incisivo prototipado com capilares preenchidos com Catgut para simulação de área de complexidade anatômica.

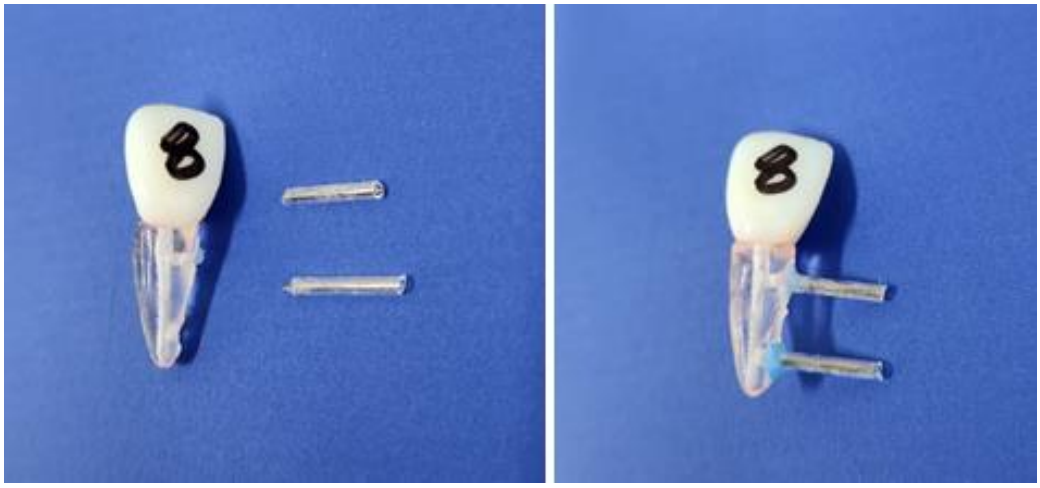


Figura 6- Protocolo de irrigação com sistema EndoVac dos grupos Controle e Experimental no incisivo prototipado com capilares já acoplados.

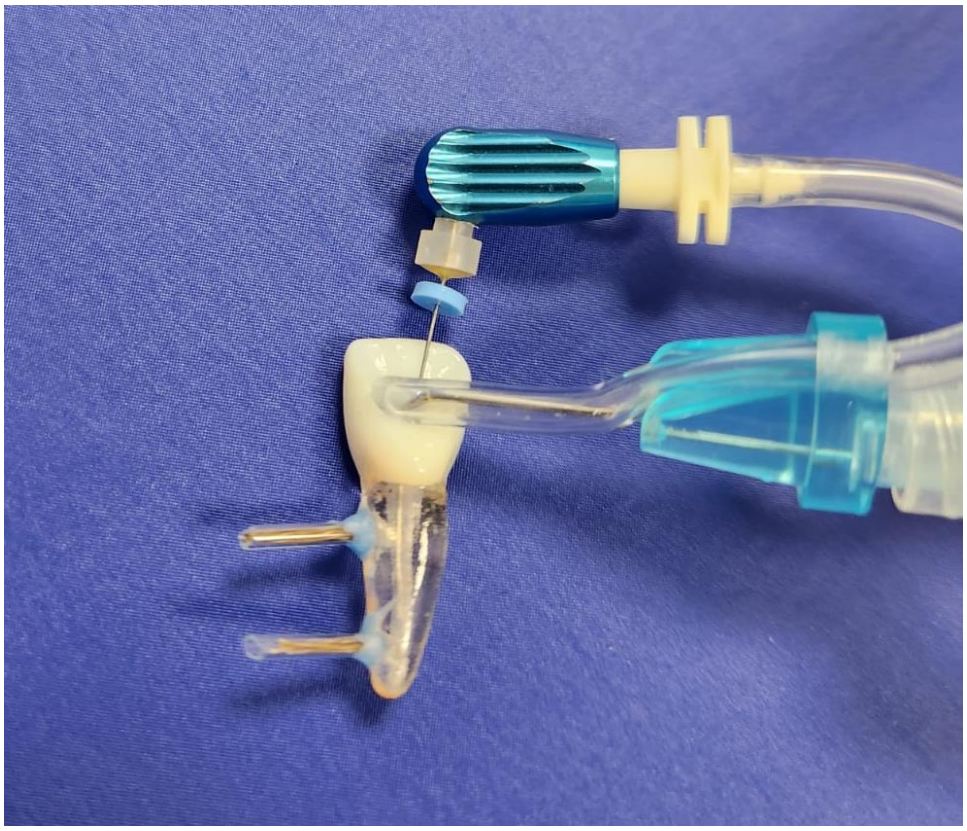


Figura 7- Capilares sendo pesados na balança digital de alta precisão.

5- DIRETRIZES PARA AUTORES DO JOURNAL OF ENDODONTICS (JOE): PONTOS GERAIS SOBRE A COMPOSIÇÃO

Os autores são fortemente incentivados a revisar o rascunho final utilizando tanto software (como programas de verificação ortográfica e gramatical) quanto colegas com experiência em gramática inglesa. As referências listadas ao final

desta seção fornecem uma revisão mais extensa das regras de gramática inglesa e diretrizes para redação científica. A clareza é a característica mais importante na redação científica. Os artigos devem ser claros e precisos no conteúdo, e concisos na apresentação, com o objetivo de informar o leitor. O Editor reserva-se o direito de editar todos os manuscritos ou rejeitar aqueles que não possuam clareza, precisão, ou apresentem gramática ou sintaxe inadequadas.

ERROS COMUNS:

Parágrafos: Devem começar com uma frase introdutória, seguidas de detalhes ou exemplos, e finalizar com uma conclusão ou transição para o próximo parágrafo. Evite parágrafos de uma frase ou sentenças que não desenvolvam o tema.

Objetividade: O sujeito da frase deve apoiar o tema do parágrafo. Ex.: Em vez de "Em 1983, Langeland et al., relataram que o hipoclorito de sódio age como lubrificante...", use "O hipoclorito de sódio atua como lubrificante... (Langeland et al., 1983)".

Voz ativa: Frases na voz ativa são mais fortes e diretas. Ex.: Em vez de "A dexametasona foi associada a redução da inflamação", use "Os resultados demonstraram que a dexametasona reduziu a inflamação."

Evite verborragia: Frases curtas e focadas são mais eficazes, mas a variação no comprimento mantém o interesse do leitor.

Construção paralela: Expresse ideias relacionadas de forma consistente.

Frases modificadoras: Mantenha frases explicativas próximas à palavra que modificam.

RESUMO DAS DIRETRIZES:

Sentenças eficazes são claras, precisas, focadas e contribuem para o tema do parágrafo. Além disso, o JOE utiliza software de detecção de plágio (iThenticate) e exige originalidade no texto, mesmo quando referenciando trabalhos anteriores.

USO DE SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE TEXTO

Salve o arquivo no formato nativo do processador utilizado.

Formatação simples em uma única coluna, evitando justificar texto ou hifenizar palavras.

Utilize negrito, itálico, subscritos e sobrescritos quando necessário.

Para tabelas, use uma grade única por tabela ou tabulações (não espaços) para alinhar colunas.

INFORMAÇÕES ESSENCIAIS DA PÁGINA DE TÍTULO

Título: Conciso e informativo, sem abreviações ou fórmulas.

Autores e Afiliações: Indique claramente o nome e sobrenome de cada autor, com endereços completos e e-mails.

Autor correspondente: Identifique quem será responsável pela comunicação, incluindo atualizações de contato.

Endereço permanente: Se relevante, adicione como nota de rodapé.

RESUMO ESTRUTURADO

Deve conter: Introdução, Métodos, Resultados e Conclusões, com no máximo 250 palavras. Inclua 3 a 6 palavras-chave.

ESTRUTURA DO ARTIGO ORIGINAL

Introdução: Revisão breve da literatura, identificando lacunas de conhecimento e propósito do estudo.

Materiais e Métodos: Detalhamento suficiente para replicação, incluindo análise estatística e validação de modelos.

Resultados: Apenas dados experimentais relevantes, sem discussões ou conclusões. Inclua tabelas e figuras de forma concisa.

Discussão: Relacione os resultados às hipóteses e contexto da literatura existente.

Agradecimentos: Liste colaboradores e fontes de financiamento.

REFERÊNCIAS

Estilo: Numeração por ordem de citação, utilizando sobrescritos.

Exemplos:

Artigo de revista: Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. *The art of writing a scientific article*. J Sci Commun. 2010;163:51–59.

Livro: Strunk W Jr, White EB. *The Elements of Style*. 4ª ed. Nova York: Longman; 2000.

Capítulo em livro editado:

3. Mettam GR, Adams LB. Como preparar uma versão eletrônica do seu artigo. In: Jones BS, Smith RZ, editores. *Introdução à Era Eletrônica*. Nova York: E-Publishing; 2009:281–304.

Fonte para abreviações de revistas:

Os nomes das revistas devem ser abreviados de acordo com o *Index Medicus*.