

Mario Catalano

**Utilização de uma Guia Cirúrgica no Tratamento Endodôntico Cirúrgico
mediante a utilização do CBCT – revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2021

Mario Catalano

**Utilização de uma Guia Cirúrgica no Tratamento Endodôntico Cirúrgico
mediante a utilização do CBCT – revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2021

Mario Catalano

**Utilização de uma Guia Cirúrgica no Tratamento Endodôntico Cirúrgico
mediante a utilização do CBCT – revisão narrativa**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

(Mario Catalano)

Resumo

A cirurgia endodôntica é um procedimento complementar da terapia endodôntica, que visa a resolução de situações em que os tratamentos endodônticos convencionais falharam ou que se tornaram impossíveis de realizar, não permitindo o correto acesso clínico à zona apical da raiz.

Com a evolução das técnicas cirúrgicas, das tecnologias empregues na Medicina Dentária, os procedimentos tornaram-se cada vez menos invasivos, mais precisos e seguros.

Este trabalho tem como objetivo principal estudar e apresentar um novo método de microcirurgia endodôntica, usando imagem tomográfica computadorizada de feixe cónico (CBCT) e uma digitalização ótica 3D das arcadas, para realização de guias pré-fabricadas que orientam o acesso apical durante a microcirurgia-endodôntica e ao mesmo tempo, comparar a sua precisão com a do método não guiado.

Foram utilizados 54 artigos dos 68 que cumpriam os pressupostos estipulados. Os critérios de exclusão foram publicações das quais o conteúdo não teria relevância para a concretização do trabalho.

Palavras chave: “Endodontia”; “Microcirurgia Endodôntica”; “Apicectomia”; “Cirurgia apical”; “CBCT”; “Guia cirúrgica”; “Cirurgia digital”; “Impressão 3D”; “Tratamento endodôntico retrogrado”.

Abstract

Endodontic surgery is a complementary procedure to endodontic therapy, which aims to resolve situations in which conventional endodontic treatments have failed or have become impossible to perform, not allowing the correct access to the root apex.

With the evolution of surgical techniques and technologies used in dentistry, procedures have become less and less invasive, more accurate and safer.

This article's main objective is to study and present a new method of endodontic microsurgery, using conical beam computed tomographic image (CBCT) and a 3D optical scan of the arches, for the realization of prefabricated guides to guide the apical access during endodontic microsurgery and at the same time, compare its accuracy with that of the unguided method.

Keywords: “Endodontics”; “Endodontic Microsurgery”; “Apicectomy”; “Apical surgery”; "CBCT"; “Surgical guide”; “Digital surgery”; "3D printing"; “Retrograde endodontic treatment”.

Dedicatória

*"Ai miei genitori, per l'appoggio incondizionato, senza il quale tutto ciò
non sarebbe stato possibile.
A me, alla mia tenacia, determinazione e coraggio".*

Agradecimentos

Um sincero agradecimento à minha orientadora, Prof.^a Dra. Natália Pestana de Vasconcelos, para sua infinita disponibilidade em todas as minhas solicitações, que nestes meses de trabalho, tem conseguido me orientar, com sugestões práticas, na pesquisa e na redação do trabalho.

Ringrazio infinitamente i miei genitori, pilastri di vita, che mi hanno sempre sostenuto, appoggiando ogni mia decisione, fin dalla scelta del mio percorso di studi, senza il loro supporto, non avrei mai potuto raggiungere questo traguardo ed essere quello che sono oggi e che sarò domani.

Grazie a nonna Stella, per l'incoraggiamento e supporto negli anni, senza il quale, tutto sarebbe risultato più complesso.

Ringrazio gli innumerevoli amici e colleghi, parte integrante di questo percorso universitario, con cui ho condiviso momenti di gioia, tristezza e ansia e che, nel corso degli anni hanno lasciato un segno indelebile, arricchendo il mio percorso di studi e di vita. Non vi dimenticherò.

Un caloroso “Grazie” a Maurizio, per avermi trasmesso sin dagli albori, passione, dedizione e conoscenza, per questo meraviglioso mestiere.

Quero agradecer todos os professores, funcionários e colegas da Universidade Fernando Pessoa que me acompanharam nestes cinco anos e contribuíram para a minha formação profissional.

Obrigado ao povo português, por me terem acolhido desde o primeiro dia, fazendo me sentir em casa.

Índice Geral

Utilização de uma Guia cirúrgica no tratamento endodôntico cirúrgico mediante a utilização do CBCT

Resumo	V
Abstract	VI
Dedicatória	VII
Agradecimentos	VIII
Índice Geral	IX
Índice de Tabelas	XI
Índice de Abreviaturas	XII
I. INTRODUÇÃO	1
1. MATERIAIS E METODOS	1
II. DESENVOLVIMENTO	2
1. Indicações da Cirurgia Endodôntica	2
2. Contra-indicações da Cirurgia Endodôntica	3
3. Fase pré-operatória, instrumentos e meios auxiliares	3
i. Tomografia computadorizada de feixe cônico CBCT	3
ii. Microscópio	5
iii. CAD/CAM	6
4. Guia cirúrgica	6
i. Planeamento da guia cirúrgica endodôntica	7

5. Fase intra-operatória	8
i. Gestão dos tecidos moles	8
ii. Manuseamento de tecidos duros	9
6. Vantagem da MCE em comparação à convencional	10
7. Desvantagem da MCE guiada	11
III. DISCUSSÃO	11
i. Comparação numérica	12
IV. CONCLUSÃO	15
V. BIBLIOGRAFIA	16

Índice de Tabelas

Gráfico 1 – Diferenças gerais entre cirúrgicas endodônticas guiadas e osteotomia à mão livre (DP medio) 12

Gráfico 2 – Diferenças no desvio do comprimento da ressecção da raiz realizada com ou sem guias, operador experiente ou inexperiente 15

Índice de Abreviaturas

- **ASA:** American Society of Anesthesiology
- **CAD:** Computer-Aided Design
- **CAM:** Computer-Aided Manufacturing
- **CBCT:** Cone Beam Computer Tomography
- **DICOM:** Digital Imaging and COmmunications in Medicine
- **DP:** Desvio Padrão
- **EUA:** Estados Unidos da América
- **IC:** Intervalo de Confiança
- **MCE:** Micro Cirurgia Endodôntica
- **mm:** milímetros
- **M.O.:** Microscópio Óptico
- **P:** valor-prova
- **PA:** Periodontite Apical
- **RTENC:** Re-Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico
- **S.O.O.R.:** Single Overturning Of Ridge
- **STL:** STereo Lithography interface format
- **TEC:** Tratamento Endodôntico Cirúrgico
- **TENC:** Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico
- **2D:** Imagem bidimensional
- **3D:** Imagem tridimensionais

I. INTRODUÇÃO

O objetivo do tratamento endodôntico é prevenir ou resolver as infecções de origem endodôntica presentes no canal radicular e região periradicular (Bender, Seltzer and Soltanoff, 1966).

Quando as técnicas endodônticas convencionais falham, a cirurgia endodôntica torna-se um tratamento alternativo para tratar a periodontite apical, removendo as áreas infetadas inalcançáveis, criando um selamento apical do canal radicular através da utilização de um material biocompatível, permitindo, assim, a regeneração do tecido periapical (Karabucak and Setzer, 2007).

A Microcirurgia Endodôntica (MCE), como hoje é definida, consiste em procedimentos cirúrgicos executados em pequenas e complexas estruturas anatómicas, que recorrem ao uso de microscópio cirúrgico e microinstrumentos, permitindo executar procedimentos com muita mais precisão e previsibilidade (Kim & Kratchman, 2006).

A taxa de sucesso da cirurgia endodôntica convencional é relativamente baixa, entre 43,5% e 74%. No entanto, aplicando as técnicas contemporâneas, as taxas de sucesso estão, atualmente, relatadas entre o 88,9% e 100% (Setzer et al., 2010).

O avanço da tecnologia na Medicina Dentária, introduziu, mais recentemente, a utilização de modelos tridimensionais (3D) com base no CBCT, que abriram um novo caminho no planeamento preciso do tratamento endodôntico cirúrgico (Venskutonis et al., 2014).

Pretende-se, com este trabalho, apresentar um novo método de MCE através da utilização de imagens de CBCT e guias pré-fabricadas customizadas, para guiar o acesso apical e comparar a precisão desta nova abordagem com a do método convencional, analisando-se a literatura científica disponível sobre este tema.

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução deste trabalho de revisão bibliográfica, recorreu-se a motores de pesquisa *on-line*, tais como: Pubmed, b-on, Scielo, Sience Direct, Google Académico e Research Gate.

A pesquisa bibliográfica realizou-se entre outubro de 2020 e maio de 2021.

As palavras-chave utilizadas foram: “endodontics”, “apicectomy”, “endodontic surgery”, “endodontic microsurgery”, “apical surgery”, “CBCT”, “cirurgia guiada”, “impressão tridimensional”, “CAD/CAM”, “desenho digital” e “cirurgia digital”.

Não existiram limites temporais na pesquisa de estudos ou artigos científicos.

Os critérios de exclusão foram publicações das quais o conteúdo não teria relevância para a concretização do trabalho.

Assim foram utilizados 54 artigos dos 68 que cumpriam os pressupostos estipulados.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Indicações da Cirurgia Endodôntica

O objetivo biológico do tratamento endodôntico é prevenir ou resolver a periodontite apical por meio de assepsia controlada e pela descontaminação do sistema dos canais radiculares, de modo a criar um ambiente onde a cicatrização periradicular possa ocorrer. (Chong e Rhodes, 2014).

Nos casos em que o re-tratamento endodôntico convencional falha ou o sistema dos canais radiculares não é acessível pela via ortógrada, deve-se equacionar o tratamento endodôntico cirúrgico (TEC) como alternativa, de forma a eliminar a persistência de microrganismos no espaço intra e extra-radicular (Friedman, S., 2002).

Considera-se que o ideal será realizar um re-tratamento endodôntico não cirúrgico (RTENC), antes de se avançar para qualquer tipo de procedimento cirúrgico (Chong e Rhodes, 2014).

Segundo Chong e Rhodes (2014), as indicações para o Re-tratamento Endodôntico Cirúrgico são:

- Permanência de lesão apical após tratamento endodôntico convencional (com ou sem sintomatologia);
- Correção de erros iatrogênicos (remoção de instrumentos fraturados no interior dos canais ou de material obturador que não se consegue remover por via ortógrada);

- Quando é necessária uma análise histopatológica, biopsar ou realizar cirurgia exploratória;
- Situação em que os fatores intrínsecos do paciente sugerem que será mais efetiva uma abordagem cirúrgica.
- Abordagem concomitante com re-tratamento não cirúrgico, necessária para a resolução de problemas técnicos (apicectomia, lesões endo-perio);

2. Contra-indicações da Cirurgia Endodôntica

Relativamente às contraindicações para a realização da cirurgia endodôntica, não existem muitas, mesmo assim, podem ser divididas em fatores locais e sistêmicos. (Chong e Rhodes, 2014).

Sacco et.al (2016), subdividem as contra-indicações da Cirurgia Endodôntica em quatro fatores principais:

- Fatores sistêmicos; pacientes ASA III e IV, diabetes descompensada, hemofílicos, hemodialisados ou pacientes oncológicos.
- Habilidade do Médico Dentista: conhecimento e capacidade cirúrgica.
- Fatores anatómicos: proximidade de estruturas anatómicas e nervosas, tipo de osso, inclinação das raízes, limitação da abertura de boca.
- Fatores de comprometimento restauradores e periodontal: impossibilidade de restauro dente afetado, doença periodontal ativa.

3. Fase pré-operatória, instrumentos e meios auxiliares

i. Tomografia computadorizada de feixe cônico – CBCT

A radiografia é um componente essencial do diagnóstico em Medicina Dentária,

incluindo a endodontia (Patel et al., 2014). No entanto, as técnicas radiográficas convencionais, intraorais e panorâmicas, independentemente de serem analógicas ou digitais, têm limitações, devido ao facto de que a anatomia 3D é comprimida numa imagem bidimensional (2D). A CBCT pode superar algumas dessas limitações, gerando imagens tridimensionais (3D) dos dentes e tecidos circundantes (Patel, 2009).

A dose de radiação efetiva de CBCT pode variar, podendo ser igual à de uma radiografia panorâmica ou superior mas é sempre consideravelmente menor do que a de uma tomografia computadorizada médica (Kau et al., 2009).

No entanto, também existem situações em que o CBCT não permite uma correta identificação de estruturas. Um problema significativo que afeta a qualidade da imagem e a precisão do diagnóstico das imagens CBCT é a dispersão do feixe causado por estruturas e materiais vizinhos de alta densidade. Coroas, pontes, implantes, obturações e pinos intracanales podem gerar artefactos ou mascarar patologias pré-existentes (Lofthag-Hansen, Thilander-Klang and Gröndahl, 2011).

A endodontia clínica requer informações essenciais de imagens radiográficas em 3 fases do tratamento: diagnóstico e planeamento do tratamento, na fase intra-operatória, e durante o follow-up (Venskutonis et al., 2014).

A periodontite apical (PA) é corretamente identificável com os métodos convencionais quando a doença está em estágio avançado e já atingiu a cortical óssea (desmineralização de 40%). Quando as lesões são de pequena dimensão, confinadas ao osso esponjoso, a imagem CBCT mostra melhores resultados diagnósticos (Patel et al., 2011).

Para além da melhor identificação de lesões periapicais os dados provenientes de um CBCT revelam informações adicionais relevantes sobre a morfologia do sistema de canais radiculares, a relação da lesão periapical com as estruturas anatómicas adjacentes, espessura das corticais ósseas e do trabeculado ósseo, entre outras (Patel et al., 2009).

Nos últimos anos, a imagem CBCT tem sido recomendada para o planeamento do tratamento da cirurgia endodôntica (Lauber, Bornstein and von Arx, 2012), permitindo identificar claramente a relação anatómica do dente envolvido na cirurgia com as estruturas vizinhas (Lu et al., 2012).

Pelo exposto, considera-se que a imagem CBCT tem o potencial de se tornar a primeira escolha para planeamento do tratamento endodôntico e avaliação dos resultados, especialmente desde quando os novos dispositivos com doses de radiação mais baixas e melhor resolução se tornaram disponíveis no mercado (Venskutonis et al., 2014).

ii. Microscópio e Magnificação

A utilização do microscópio operatório (M.O.) na Medicina Dentária foi proposta pela primeira vez em 1977 por Baumann. O M.O. oferece muitos benefícios, permite grande iluminação e melhor visualização do campo operatório (Kim and Baek, 2004).

A alta magnificação é necessária para auxiliar na localização de canais calcificados, detetar microfraturas, identificar istmos, interpretar as complexidades do sistema de canais radiculares, auxiliar na remoção de instrumentos fraturados e no acesso coronário (Feix et al., 2010).

O M.O. tem várias aplicações na Endodontia:

- Diagnóstico;
O uso do M.O. pode ser de grande ajuda no diagnóstico de fraturas dentárias, suspeita de fratura vertical, presença ou não de canais fissionados, presença de canais acessórios e secundários (Khayat, 1998).
- Tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC);
Uma das causas da persistência da dor após a terapia endodôntica pode ser a não localização e conseqüentemente ausência de tratamento de um canal adicional. Quando se trabalha em alta magnificação, é possível localizar todos os canais do sistema de canais radiculares (Kim and Baek, 2004).
- Tratamento endodôntico cirúrgico (TEC);
Com o uso do M.O. e de instrumentos microcirúrgicos, as técnicas de cirurgia apical evoluíram substancialmente. Esta evolução permite realizar procedimentos cirúrgicos com maior índice de sucesso e mais conforto para os pacientes (Feldman, 1994).
Portanto, pacientes tratados com o auxílio do M.O. apresentam menos complicações pós-operatórias e menor dor pós-operatoria comparados com pacientes submetidos a cirurgia tradicional. Isto está relacionado à minimização do trauma nos tecidos moles e duros, inclusive mínima osteotomia e melhor acurácia na curetagem (Pecora and Andreana, 1993).
- Educação de pacientes
Outro aspeto na prática odontológica que tem sido intensificado pelo uso do M.O. é a documentação. As gravações, não só, auxiliam o Médico Dentista legalmente,

mas também, podem ser utilizadas para atuar na educação de pacientes, que na maioria das vezes entendem melhor a comunicação visual (Koch, 1997).

iii. CAD/CAM

A introdução do CAD CAM na odontologia começa com o trabalho do Dr. Duret, no ano de 1971 (Duret, 1991).

O acrônimo “CAD” indica “design auxiliado por computador”, enquanto “CAM” indica “manufatura auxiliada por computador”.

Todos os sistemas CAD/CAM consistem em três componentes e etapas de trabalho: um scanner de digitalização e/ou CBCT que permitem a aquisição de dados digitais, um software que processa os dados e por fim, uma impressora que transforma o conjunto de dados adquiridos no produto desejado (Van Noort, 2012).

As aplicações recentes da impressão 3D na literatura endodôntica, apontam para uma mudança de paradigma na forma como os tratamentos endodônticos cirúrgicos e não cirúrgicos serão realizados. As tecnologias CAD/CAM deram início a uma nova era na Medicina Dentária e irão substituir cada vez mais as técnicas tradicionais (Anderson, Wealleans and Ray, 2018).

4. Guia cirúrgica

A abordagem cirúrgica endodôntica convencional depende inteiramente da imagem mental criada com base num CBCT ou radiografias 2D. Embora a utilização do CBCT signifique uma ajuda considerável, ainda é muito difícil determinar o ponto de entrada exato na superfície do osso sem outras ajudas. Uma desvantagem geral dessa abordagem, portanto, é que o resultado é altamente dependente do operador (Kim et al., 2016).

A precisão é um objetivo igualmente importante na implantologia dentária, dadas as complicações associadas aos implantes mal posicionados. Modelos cirúrgicos impressos em 3D para guiar brocas e outros instrumentos, têm vindo a surgir há algum tempo na área da implantologia, com considerável sucesso (Bover-Ramos et al., 2018).

De acordo com as revisões sistemáticas sobre o assunto, as guias cirúrgicas são classificadas em duas categorias principais: guias dinâmicas e guias estáticas.

Os sistemas dinâmicos oferecem visualização em tempo real durante a cirurgia, mas a sua precisão é inferior à dos sistemas estáticos (Jung et al., 2009). Além disso, são dispendiosos, ocupam espaço considerável, e o seu uso nem sempre é direto (Jorba-García et al., 2019).

Os sistemas estáticos são baseados em guias e a sua precisão é aceitável na maioria das situações clínicas (Tahmaseb et al., 2018).

i. Planeamento da guia cirúrgica endodôntica

Quando há indicações, a cirurgia endodôntica pode levar à resolução das infeções periapicais, mas em casos particulares pode exigir destreza e habilidade cirúrgicas avançadas (Heartguidedentistry, 2020).

Quando a lesão a ser tratada está particularmente próxima a estruturas anatómicas nobres como o nervo alveolar inferior, seios maxilares ou apresenta-se por trás de corticais vestibulares particularmente espessas, ter um sistema para guiar a nossa cirurgia simplifica o procedimento (Heartguidedentistry, 2020).

Mais recentemente, a tecnologia avançada na reconstrução de modelos tridimensionais (3D) com base na tomografia computadorizada, abriu um novo caminho na aplicação do diagnóstico preciso e personalizado e tem sido cada vez mais usado no campo da Medicina Dentária (Pinsky, Champleboux and Sarment, 2007).

A técnica de MCE guiada, prevê que sejam adquiridos os dados radiológicos através de uma CBCT para obter um ficheiro DICOM, “Digital Imaging and COmmunications in Medicine” e uma impressão ótica 3D da arcada em questão obtendo ficheiro STL “STereo Lithography interface format” (Liu et al., 2014).

Os ficheiros DICOM representam um conjunto de normas para tratamento, armazenamento e transmissão de informação e imagens médicas num formato eletrónico, enquanto os ficheiros STL são um formato de arquivo, criado para software de estereolitografia CAD e é utilizado na prototipagem rápida por meio de software CAD (Sutter et al., 2019).

Existem vários métodos de aquisição dos modelos. Estes modelos podem ser adquiridos de forma convencional, através de uma impressão em alginato ou silicone,

s sucessivamente digitalizada separadamente, ou serem adquiridos de forma digital, através de uma impressão ótica (Liu et al., 2014).

Utilizando software específico, 3DIEMME (Heartguidedentistry, 2020), SMARTGuide 1.25 (Antal et al., 2019), In2Guid (Kim, Shim and Shin, 2019), é possível sobrepor os ficheiros DICOM e STL planeando a guia cirúrgica.

Durante a fase de planeamento, o clinico, no software, seleciona o número e quais os dentes que irão suportar a guia permitindo a sua ancoragem e que esta se mantenha estável ao longo da osteotomia. Assim, a posição e angulação da manga-guia, o comprimento vestibulo lingual/palatino de perfuração e o comprimento da peça a ser eliminada estão controlados (Liu et al., 2014).

No fabrico da guia, são dois os requisitos exigidos. Estes dizem respeito ao material médico utilizado e a guia tem que ser incluída na classe VI da farmacopeia dos EUA e deve ser transparente para permitir uma melhor observação intraoperatória (Melchels, Feijen and Grijpma, 2010).

5. Fase intra-operatória

i. Gestão dos tecidos moles

Um retalho é definido como uma porção de tecidos moles levantada cirurgicamente, para fornecer visibilidade e acesso ao osso e superfície da raiz (Gopikrishna et al, 2005).

O tratamento microcirúrgico tem como objetivo a manipulação dos tecidos de forma mais delicada e menos traumática quando comparada à cirurgia endodôntica convencional.

Em MCE alguns princípios básicos devem ser considerados antes de decidir o tipo de incisão e desenho do retalho; devem ser avaliadas e protegidas as estruturas anatómicas nobres, as condições periodontais, a profundidade de sondagem, a perda de inserção, recessões gengivais e sinais de inflamação periodontal (Velvart and Peters, 2005).

A seleção de um desenho de retalho apropriado determina o sucesso da cirurgia (Gopikrishna, Kandaswamy and Nandini, n.d.).

Vários desenhos de retalhos para a cirurgia endodôntica foram discutidos na literatura; os mais utilizados em MCE são:

- retalhos mucoperiosteais marginais triangulares, com uma incisão de descarga;
- retalhos trapezoidais, Neumann ou Neumann modificado;
- retalhos mucoperiosteais submarginais com incisão horizontal, de Ochsenbein e Luebke ou de Wasmund;
- retalhos semilunares, de Partsch ou Pichler, dependendo da orientação da concavidade.

A grande variedade de desenhos de retalhos reflete o número de variáveis consideradas antes de escolher um retalho apropriado. Como as condições variam de acordo com cada paciente e situação específica, sempre haverá a necessidade de selecionar o melhor desenho de retalho para cada caso (Gopikrishna, Kandaswamy and Nandini, 2005).

ii. Manuseamento de tecidos duros

Quando é realizado o levantamento do retalho, a raiz do dente deverá ser localizada. Em comparação com o método convencional, a maior diferença de osteotomia no procedimento cirúrgico endodôntico guiado é que a operação é realizada com uma guia que controla automaticamente a localização, profundidade e direção da osteotomia. Neste procedimento, as seguintes condições devem ser envolvidas na osteotomia: (Liu et al., 2014)

- Deve-se usar uma osteotomia o mais reduzida possível para diminuir a dor pós-operatória.
- Deve ser conveniente e cômoda para o médico dentista operar.
- A posição e diâmetro da broca deve garantir a recessão completa do ápex afetado. Na cirurgia endodôntica, atualmente, considera-se que 3 mm da extremidade da raiz devem ser geralmente removidos e o plano de ressecção é feito perpendicularmente ao longo eixo do dente (Kacarska, 2017).
- Deve garantir segurança para as raízes adjacentes, especialmente em dentes multirradiculares, como molares ou pré-molares.

O desenvolvimento das técnicas microcirúrgicas endodônticas, permitem fazer um preparo mais conservador, ou seja, uma janela óssea mais pequena. Na microcirurgia

endodôntica, a osteotomia tem-se tornado cada vez mais conservadora devido à ampliação e iluminação oferecidas pelo microscópio (Floratos e Kim, 2017).

A osteotomia deve ser feita apenas o necessário para permitir que uma ponta ultrassônica de 3 mm vibre livremente dentro da cavidade óssea (3-4 mm), permitindo uma adequada manipulação de instrumentos (Floratos e Kim, 2017).

6. Vantagem da MCE em comparação à cirurgia apical convencional

A microcirurgia endodôntica guiada demonstrou uma maior precisão em relação a uma cirurgia à mão livre convencional.

A MCE permitiu um preparo cavitário de acesso preciso e mostrou que a influência do operador é mínima e desprezível, reduzindo a sensibilidade da técnica dependente da capacidade e habilidade do operador (Zehnder et al., 2015).

Com a utilização desta técnica verifica-se que:

- O ápice radicular pode ser localizado com mais precisão, o que resultará num preparo minimamente invasivo (Kim, Shim and Shin, 2019).
- O tempo cirúrgico é significativamente reduzido, comparado à abordagem tradicional; a redução do tempo é de aproximadamente 30-50% (Liu et al., 2014).
- Resultados mais previsíveis e menos sensíveis à técnica podem ser esperados, independentemente da experiência do Médico Dentista (Kim, Shim and Shin, 2019).
- O próprio modelo guia pode atuar como afastador de tecidos moles, sendo utilizado como um afastador passivo, minimizando o trauma e danos iatrogênicos aos tecidos moles (Ackerman et al., 2019).
- A quantidade de tecido ósseo removido para alcançar e ressecar o ápice é limitada ao estritamente necessário (Tavares et al., 2020).
- O trauma cirúrgico, inicia um processo inflamatório, que provoca complicações pós-operatórias, incluindo dor e edema. Diminuir a extensão da osteotomia pode ajudar a reduzir as complicações pós-cirúrgicas, melhorar o prognóstico e desconforto para o paciente (Ahn et al., 2018).
- O fragmento ósseo removido para criar o acesso ao ápice, pode ser recolocado no local cirúrgico após a obturação retrógrada, levando a um maior conforto para o

paciente e uma cura antecipada por cicatrização por segunda intenção. Além disso, o fragmento ósseo pode ser removido do osso ressecado e colocado no local da cirurgia como enxerto autógeno (Giacomino, Ray and Wealleans, 2018), segundo os princípios da técnica S.O.O.R., “Single Overturning of Ridge” (Libertucci, Casola and Covani, 2021).

7. Desvantagem da MCE guiada

Apesar das numerosas vantagens mencionadas, as limitações da microcirurgia endodôntica guiada ainda existem.

- Os artefactos no CBCT causados por restaurações em amálgama ou próteses em metal, podem afetar negativamente a precisão do diagnóstico, uma vez que a precisão do modelo é inteiramente dependente do processo de fusão de dados de CBCT (DICOM) com dados intraorais digitalizados (STL) (Kim, Shim and Shin, 2019).
- O Médico Dentista precisa de formação adicional para adquirir familiaridade com o software de planeamento e deve dedicar algum tempo ao design da guia antes de cada cirurgia.
- Projetar e fabricar os guias impressas em 3D envolvem ferramentas que normalmente não fazem parte do arsenal endodôntico, mas que, com o desenvolvimento das novas técnicas, são cada vez mais utilizadas em endodontia (Fan et al., 2019).
- O planeamento 3D é relativamente caro em relação às despesas envolvidas numa abordagem convencional. Os benefícios e todas as vantagens mencionadas, podem justificar esses custos adicionais (Sutter et al., 2019).

III. DISCUSSÃO

A precisão na cirurgia endodôntica é importante, especialmente quando as raízes se aproximam de estruturas vitais.

O objetivo deste estudo foi avaliar e descrever a precisão do acesso microcirúrgico endodôntico guiado por guias customizadas em comparação à cirurgia endodôntica convencional.

i. Comparação numérica

Em 2007, Pinsky et al. foram os primeiros a relatar sobre o projeto assistido por computador e fabrico de guias cirúrgicas com aplicação endodôntica.

O objetivo deste estudo foi apresentar o uso de guias cirúrgicas para cirurgia periapical e testar se esta permitia uma localização mais precisa dos ápices, em comparação com uma preparação de acesso livre convencional.

Comparando a abordagem guiada à cirurgia tradicional, os autores descobriram que a primeira era significativamente superior. As distâncias apicais das osteotomias com o uso de guias cirúrgicas resultou numa distância média de 0,79 mm (0,33 DP), enquanto as osteotomias tradicionais produziram um resultado de 2,27 mm (1,46 DP).

Um erro de mais de 3 mm ocorreu em 22% das vezes usando uma abordagem convencional, mas nunca ocorreu usando guias.

O estudo de Pinsky et al. sugere que a orientação cirúrgica pode permitir um acesso consistentemente preciso e confiável ao ápex, sem riscos iatrogênicos às estruturas vitais. (Pinsky, Champleboux and Sarment, 2007).

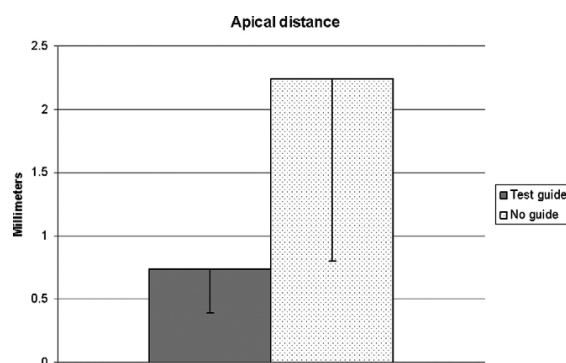


Gráfico 1 – Diferenças gerais entre cirúrgicas endodônticas guiadas e osteotomia convencional (DP médio)

Nos últimos anos, assistiu-se a um interesse renovado em guias cirúrgicas endodônticas, possivelmente porque o fabrico estereolitográfico tornou-se amplamente disponível e o desenvolvimento nessa direção tornou-se uma possibilidade real (Popowicz, Palatyńska-

Ulatowska and Kohli, 2019).

O estudo de Fan et al., 2019, mostrou que o acesso à raiz guiado foi mais preciso do que o acesso convencional, 0.66 mm (0,54 DP). As cirurgias convencionais desviaram -se em média de 1,92 mm (1,05 DP) e até 4 mm do ponto alvo.

Devido à distância de segurança mínima geralmente aceite de qualquer marco anatômico ser de 2 mm (Misch and Crawford, 1990), as cirurgias não guiadas tornam-se arriscadas.

Antal et al., para testar a validade da cirurgia endodôntica guiada, realizaram um estudo exploratório prospectivo entre 2018 – 2019, em 11 pacientes. Foram realizadas 14 apicectomias, utilizando o sistema guiado. O objetivo do estudo foi dar uma aproximação da segurança clínica e precisão deste método.

Foram formuladas várias hipóteses:

- as complicações intra e pós-operatorias não seriam mais frequentes e graves do que o usual na cirurgia tradicional;
- o método permitia a ressecção necessária da raiz com a trefina em todos os casos, não sendo necessária mais manipulação do local para esse fim;
- com a utilização desse método, o erro vertical da ressecção da raiz e o erro da profundidade da osteotomia não seriam maiores que ± 1 mm.

A primeira hipótese foi confirmada, conforme relatado pela literatura e demonstrado clinicamente. As complicações intra e pós-operatórias não seriam mais frequentes e graves com o método guiado do que o usual nos casos de cirurgia endodôntica convencional.

A segunda hipótese, também foi aceita. A extremidade da raiz foi ressecada com sucesso em todos os casos realizados, na maioria dos casos foi removida com a mesma trefina. Isto é praticamente importante porque desta forma, torna o procedimento de ressecção e remoção da raiz realizável numa única etapa, de forma mais simples e rápida.

A terceira, e última hipótese, foi confirmada apenas parcialmente. Em relação ao erro de ressecção da extremidade radicular, permaneceu dentro de 1 mm em ambas as direções

no plano vertical, (-0,93 mm a +0,94mm); isto indica que a orientação foi bastante eficiente.

O erro da profundidade da osteotomia, ultrapassou o limite de ± 1 mm em três casos, o que indica que o método foi menos preciso na dimensão horizontal. Recomenda-se uso de trefinas com stop para resolver este problema.

Peng et al., em 2021, num estudo in vitro, avaliaram a precisão da guia cirúrgica endodôntica, avaliando o desvio do comprimento de ressecção da extremidade da raiz e o desvio do ângulo.

Cinquenta e seis dentes anteriores superiores extraídos com raízes e ápices completos foram selecionados e preparados para modelos cirúrgicos endodônticos.

Os modelos foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com o guia (com guia/sem guia) e o operador (experiente/inexperiente), 14 elementos em cada grupo.

Os desvios de comprimento e ângulo da ressecção da raiz foram significativamente menores quando uma guia foi usada do que quando nenhuma guia foi usada ($P < 0,01$).

O desvio do comprimento da ressecção radicular em procedimentos realizados com guia foi 0,78mm (25,94%), menor do que os valores médios obtidos sem guia. Os desvios angulares obtidos com guia foram $9,99^\circ$ (11,09%) inferiores aos valores médios obtidos sem guia.

Quando uma guia foi usada, não houve diferenças significativas nos desvios da ressecção da extremidade da raiz entre operadores experientes e inexperientes ($P > 0,05$). O desvio de comprimento foi de 0,31 mm (IC de 95%, 0,20 - 0,42 mm) para o operador experiente e 0,31 mm (IC de 95%, 0,24 - 0,37 mm) para o operador inexperiente, respetivamente. O desvio do ângulo foi $5,04^\circ$ (IC 95%, 3,31 e $6,77^\circ$) para o operador experiente e $6,79^\circ$ (IC de 95%, 4,91 e $8,67^\circ$) para operadores inexperientes, respetivamente. Não há interação entre a guia e a experiência do operador (Peng et al., 2021).

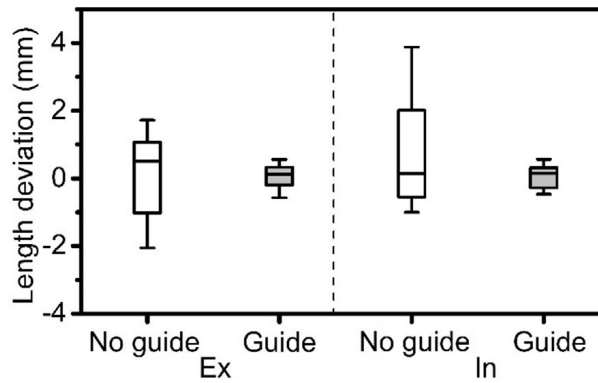


Gráfico 2 –Diferenças no desvio do comprimento da ressecção da raiz realizada com ou sem guias, operador experiente ou inexperiente.

IV. CONCLUSÃO

A Micro Cirurgia Endodôntica guiada permite solucionar a maioria dos fracassos de um tratamento endodôntico, garantindo precisão, previsibilidade e qualidade cirúrgica, através da utilização das novas tecnologias.

Através da Microcirurgia Endodôntica Guiada garante-se um acesso cirúrgico mais preciso na cirurgia endodôntica em comparação com os métodos convencionais, sendo crucial para a Medicina Dentaria moderna.

Este método de tratamento inovador demonstrou ser muito simples de realizar, reproduzível e confiável. A sua aplicabilidade pode ser estendida a outros cenários anatómicos complexos e a múltiplos casos de cirurgia endodôntica.

A interdisciplinaridade entre as áreas de tecnologia e engenharia e da Medicina pode promover o desenvolvimento de novas abordagens relativas melhorarão desenvolvimento e evolução tecnológica ao nível da cirurgia.

Embora a MCE tenha a vantagem potencial de reduzir o risco de lesões iatrogénicas, pesquisas adicionais são necessárias para quantificar a redução do risco com a utilização deste método.

No futuro, o uso generalizado da tecnologia de impressão 3D em endodontia, será possível à medida que novos desenvolvimentos ocorram nestas áreas complementares.

V. BIBLIOGRAFIA

Abed, H.R., Van Merlo, B.L., Wilder-Smith, P. and Torabinejad, M. (1995). Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 80(2), pp.207–213.

Ackerman, S., Curiel Aguilera, F., Buie, J.M., Glickman, G.N., Umorin, M., Wang, Q. and Jalali, P. (2019). Accuracy of 3-dimensional–printed Endodontic Surgical Guide: A Human Cadaver Study. *Journal of Endodontics*, 45(5), pp.615–618.

Ahn, S.-Y., Kim, N.-H., Kim, S., Karabucak, B. and Kim, E. (2018). Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing–guided Endodontic Surgery: Guided Osteotomy and Apex Localization in a Mandibular Molar with a Thick Buccal Bone Plate. *Journal of Endodontics*, 44(4), pp.665–670.

Anderson, J., Wealleans, J. and Ray, J. (2018). Endodontic applications of 3D printing. *International Endodontic Journal*, 51(9), pp.1005–1018.

Antal, M., Nagy, E., Braunitzer, G., Fráter, M. and Piffkó, J. (2019). Accuracy and clinical safety of guided root end resection with a trephine: a case series. *Head & Face Medicine*, 15(1).

Bender, I.B., Seltzer, S. and Soltanoff, W. (1966). Endodontic success -a reappraisal of criteria. 1. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 22(6), pp.780–789.

Bover-Ramos, F., Viña-Almunia, J., Cervera-Ballester, J., Peñarrocha-Diago, M. and García-Mira, B. (2018). Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(1), pp.101–115.

Chong, B.S. and Rhodes, J.S. (2014). Endodontic surgery. *British Dental Journal*, 216(6), pp.281–290.

Duret F, Preston JD (1991). CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent*, 1(2): 150-154.

Fan, Y., Glickman, G.N., Umorin, M., Nair, M.K. and Jalali, P. (2019). A Novel Prefabricated Grid for Guided Endodontic Microsurgery. *Journal of Endodontics*, 45(5), pp.606–610.

Feix, L.M., Boijink, D., Ferreira, R., Wagner, M.H. and Barletta, F.B. (2010). Operating microscope in Endodontics: visual magnification and luminosity. 7(3), pp.340–348.

Feldman, M. (1994). Microscopic surgical endodontics. *The New York State Dental Journal*, 60(8), pp.43–45.

Floratos, S. and Kim, S. (2017). Modern Endodontic Microsurgery Concepts. *Dental Clinics of North America*, 61(1), pp.81–91.

Friedman, S. (2002). Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endodontic Topics*, 1(1), pp.54–78.

Giacomino, C.M., Ray, J.J. and Wealleans, J.A. (2018). Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach to Anatomically Challenging Scenarios Using 3-dimensional-printed Guides and Trephine Burs- A Report of 3 Cases. *Journal of Endodontics*, 44(4), pp.671–677.

Gopikrishna, Kandaswamy, D. and Nandini, S. (2005). Edontology Newer Classification Of Endodontic Flaps.

Heartguidedentistry (2020). Apicectomy Guidata Secondo La Tecnica G. Carrieri, P. Villa, M. Rigolone. Heart Guide Dentistry.

Jorba-García, A., Figueiredo, R., González-Barnadas, A., Camps-Font, O. and Valmaseda-Castellón, E. (2019). Accuracy and the role of experience in dynamic computer guided dental implant surgery: An in-vitro study. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 24(1), pp.e76–e83.

Jung, R.E., Schneider, D., Ganeles, J., Wismeijer, D., Zwahlen, M., Hämmerle, C.H.F. and Tahmaseb, A. (2009). Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 24 Suppl, pp.92–109.

Kacarska, M. (2017). Clinical Evaluation of Root End Resection Bevel in Periapical Surgery. *Prilozi*, 38(1), pp.113–118.

Karabucak, B. and Setzer, F. (2007). Criteria for the ideal treatment option for failed endodontics: surgical or nonsurgical? *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 28(6), pp.304–310.

Kau, C.H., Božič, M., English, J., Lee, R., Bussa, H. and Ellis, R.K. (2009). Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region-an update. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 5(4), pp.366–380.

Khayat, B. (1998). The Use of Magnification in Endodontic Therapy: The Operating Microscope.

Kim, D., Ku, H., Nam, T., Yoon, T.-C., Lee, C.-Y. and Kim, E. (2016). Influence of Size and Volume of Periapical Lesions on the Outcome of Endodontic Microsurgery: 3-Dimensional Analysis Using Cone-beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 42(8), pp.1196–1201.

Kim, J.-E., Shim, J.-S. and Shin, Y. (2019). A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(3).

Kim, S. and Baek, S. (2004). The microscope and endodontics. *Dental Clinics of North America*, 48(1), pp.11–18.

- Kim, S. and Kratchman, S. (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *Journal of endodontics*, 32(7), pp.601–23.
- Koch, K. (1997). The microscope. Its effect on your practice. *Dental Clinics of North America*, 41(3), pp.619–626.
- Lauber, R., Bornstein, M.M. and von Arx, T. (2012). Cone beam computed tomography in mandibular molars referred for apical surgery. *Rivista Mensile Svizzera Di Odontologia E Stomatologia*, 122(1), pp.12–24.
- Libertucci, M., Casola, S. and Covani, U. (2021). A single overturning of ridge for horizontal bone augmentation in maxilla with immediate implant placement: 18-Years follow-up. *Oral and Maxillofacial Surgery Cases*, 7(1), p.100213.
- Liu, Y., Liao, W., Jin, G., Yang, Q. and Peng, W. (2014). Additive manufacturing and digital design assisted precise apicoectomy: a case study. *Rapid Prototyping Journal*, 20(1), pp.33–40.
- Lofthag-Hansen, S., Thilander-Klang, A. and Gröndahl, K. (2011). Evaluation of subjective image quality in relation to diagnostic task for cone beam computed tomography with different fields of view. *European Journal of Radiology*, 80(2), pp.483–488.
- Lu, Y., Liu, Z., Zhang, L., Zhou, X., Zheng, Q., Duan, X., Zheng, G., Wang, H. and Huang, D. (2012). Associations between Maxillary Sinus Mucosal Thickening and Apical Periodontitis Using Cone-Beam Computed Tomography Scanning: A Retrospective Study. *Journal of Endodontics*, 38(8), pp.1069–1074.
- Melchels, F.P.W., Feijen, J. and Grijpma, D.W. (2010). A review on stereolithography and its applications in biomedical engineering. *Biomaterials*, 31(24), pp.6121–6130.
- Misch, C.E. and Crawford, E.A. (1990). Predictable mandibular nerve location--a clinical zone of safety. *Dentistry Today*, 9(9), pp.32–35.
- Patel, S. (2009). New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, 42(6), pp.463–475.
- Patel, S., Dawood, A., Ford, T.P. and Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*, 40(10), pp.818–830.
- Patel, S., Dawood, A., Wilson, R., Horner, K. and Mannocci, F. (2009). The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. *International Endodontic Journal*, 42(9), pp.831–838.

Patel, S., Durack, C., Abella, F., Roig, M., Shemesh, H., Lambrechts, P. and Lemberg, K. (2014). European Society of Endodontology position statement: The use of CBCT in Endodontics. *International Endodontic Journal*, 47(6), pp.502–504.

Patel, S., Wilson, R., Dawood, A. and Mannocci, F. (2011). The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography - Part 1: pre-operative status. *International Endodontic Journal*, 45(8), pp.702–710.

Pecora, G. and Andreana, S. (1993). Use of dental operating microscope in endodontic surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 75(6), pp.751–758.

Peng, L., Zhao, J.Z., Wang, Z.-H.W., Sun, Y.-C.S. and Liang, Y.-H.L. (2021). Accuracy of root-end resection using a digital guide in endodontic surgery: An in vitro study. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), pp.45–50.

Pinsky, H.M., Champlébois, G. and Sarment, D.P. (2007). Periapical Surgery Using CAD/CAM Guidance: Preclinical Results. *Journal of Endodontics*, 33(2), pp.148–151.

Popowicz, W., Palatyńska-Ulatowska, A. and Kohli, M.R. (2019). Targeted Endodontic Microsurgery: Computed Tomography-based Guided Stent Approach with Platelet-rich Fibrin Graft: A Report of 2 Cases. *Journal of Endodontics*, 45(12), pp.1535–1542.

Sacco, R., Greenstein, A., Patel, B., (2016). Endodontic Microsurgery. In: Patel, B. (Ed.). *Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery*. Switzerland. Springer, pp. 297-336.

Setzer, F.C., Shah, S.B., Kohli, M.R., Karabucak, B. and Kim, S. (2010). Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *Journal of endodontics*, 36(11), pp.1757–65.

Sutter, E., Lotz, M., Rechenberg, D.-K., Stadlinger, B., Rücker, M. and Valdec, S. (2019). Guided apicoectomy using a CAD/CAM drilling template. *International Journal of Computerized Dentistry*, 22(4), pp.363–369.

Tahmaseb, A., Wu, V., Wismeijer, D., Coucke, W. and Evans, C. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 29(S16), pp.416–435.

Tavares, W.L.F., Fonseca, F.O., Maia, L.M., Machado, V. de C., Silva, N.R.F.A., Junior, G.M. and Sobrinho, A.P.R. (2020). 3D Apicoectomy Guidance: Optimizing Access for Apicoectomies. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 78(3), pp.357.e1–357.e8.

Van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials*, 28(1), pp.3–12.

Utilização de uma Guia Cirúrgica no Tratamento Endodôntico Cirúrgico mediante a utilização do CBCT
– revisão narrativa

Velvart, P. and Peters, C.I. (2005). Soft Tissue Management in Endodontic Surgery. *Journal of Endodontics*, 31(1), pp.4–16.

Venskutonis, T., Plotino, G., Juodzbaly, G. and Mickevičienė, L. (2014). The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *Journal of Endodontics*, 40(12), pp.1895–1901.

Zehnder, M.S., Connert, T., Weiger, R., Krastl, G. and Kühl, S. (2015). Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. *International Endodontic Journal*, 49(10), pp.966–972.