

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o
texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir de
29/03/2026.



**UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara**



Carlos Rangel de Moura Oliveira

**Capacidade de leitura do canal radicular e avaliação da acurácia de escâneres intraorais
na confecção de pinos intraradiculares por CAD/CAM**

**Araraquara
2024**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara**



Carlos Rangel de Moura Oliveira

**Capacidade de leitura do canal radicular e avaliação da acurácia de escâneres intraorais
na confecção de pinos intraradiculares por CAD/CAM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia, Área de Reabilitação Oral, da
Faculdade de Odontologia de Araraquara, da
Universidade Estadual Paulista, para obtenção do
título de Doutor.

**Orientador: Prof. Dr. José Maurício dos Santos
Nunes Reis**

**Araraquara
2024**

O48c

Oliveira, Carlos Rangel de Moura

Capacidade de leitura do canal radicular e avaliação da acurácia de escâneres intraorais na confecção de pinos intraradiculares por CAD/CAM / Carlos Rangel de Moura Oliveira. -- Araraquara, 2024
60 f. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientador: José Maurício dos Santos Nunes Reis

1. Desenho assistido por computador. 2. Técnica para retentor intrarradicular. 3. Adaptação marginal dentária. 4. Dente não vital. I.
Título.

Carlos Rangel de Moura Oliveira

**Capacidade de leitura do canal radicular e avaliação da acurácia de escâneres intraorais
na confecção de pinos intraradiculares por CAD/CAM**

Tese para obtenção do grau de Doutor em Odontologia, área de Reabilitação Oral

Comissão julgadora

1º Examinador Prof. Dr. José Maurício dos Santos Nunes Reis

2º Examinador Prof. Dra. Ligia Antunes Pereira Pinelli

3º Examinador Prof. Dr. Rogério Margonar

4º Examinador Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan

Araraquara, 28 de março de 2024.

DADOS CURRICULARES

Carlos Rangel de Moura Oliveira

NASCIMENTO: 06/06/1988 – João Pessoa - Paraíba

FILIAÇÃO: José Flor de Oliveira
Leodete Maria de Moura Oliveira

2019/2024 – Doutorado em Odontologia, Área de Reabilitação Oral - Faculdade de Odontologia de Araraquara/UNESP.

2022/2022 – Atualização em Periodontia com foco em Cirurgia Plástica Periodontal – ECTOPERIO.

2018/2021 – Especialização em Implantodontia – Fundecto/USP.

2017/2019 - Mestrado em Reabilitação Oral, Área de Prótese - Faculdade de Odontologia de Araraquara/UNESP.

2017/2018 - Aperfeiçoamento em Prótese Fixa/APCD.

2009/2015 - Graduação em Odontologia pela Universidade Federal da Paraíba/UFPB.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e por ter colocado pessoas em meu caminho que contribuíram para que eu alcançasse esta etapa tão importante da minha vida.

Aos meus pais, José e Leodete, e à minha família, pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida. Por acreditarem em mim, e não medirem esforços para a concretização dos meus sonhos.

Ao Prof. Dr. José Maurício dos Santos Nunes Reis, meu orientador, professor e, sobretudo, um querido amigo, pelos ensinamentos que foram fundamentais durante toda minha trajetória no mestrado e doutorado. Zé, reitero que você foi fundamental por mais essa conquista, e sou eternamente grato a você desde o dia que vim prestar a seleção do mestrado. Nada do que eu escrever aqui conseguiria expressar o meu sentimento de gratidão. Obrigado por ter me recebido como seu aluno, pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, por me ensinar, pela compreensão, pela paciência e pelos sábios conselhos sempre que o procurei para conversar. Obrigado Zé, por ser uma das minhas referências profissionais, com você pude despertar um interesse maior pela reabilitação oral, e descobri uma paixão pela prótese sobre implante e implantodontia, a qual vim me tornar especialista anos depois. Tenho muito orgulho em ter sido seu orientado. Não poderia ter tido honra maior. Que Deus te abençoe grandemente para que continue seguindo firme e forte nessa trajetória que é ser professor, sabendo que você é espelho para muitos que te admiram. Muito obrigado Zé.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dra. Lígia Antunes Pereira Pinelli, Prof. Dr. Rogério Margonar, Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta tese.

Ao Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho meu agradecimento pela colaboração e doação de alguns materiais necessários a realização desse trabalho, meu muito obrigado.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia, área de Reabilitação Oral, da Faculdade de Odontologia de Araraquara-FOAr/UNESP, por ser parte fundamental da minha formação acadêmica, contribuindo para meu crescimento profissional.

Aos meus colegas de Pós-graduação, pela convivência, companheirismo, risadas e conversas diárias: Suellen, Thais, Lais, Camila Tasso, Claudia, Ranulfo, Alejandro, Taisa, Monica, Amanda, Bruno, muito obrigado por tudo.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP, e aqui incluo àqueles que são terceirizados. Aos funcionários do Departamento de Materiais

Odontológicos e Prótese, Miriam, Martinha, Tânia. Júnior e Fernando, obrigado pelo carinho, dedicação, e convivência durante os anos pós-graduação; da seção de pós-graduação, Cristiano, José Alexandre, Alessandra; muito obrigado por toda atenção e paciência, e pela disponibilidade em ajudar sempre que possível.

Ao meu amigo e professor Renato Sartori, pela disponibilidade e atenção, pela ajuda com os escaneamentos, por disponibilizar seu consultório e escâneres para uso nesse estudo, muito obrigado Renato.

Ao Vinicius Kiyan, Professor do curso técnico em prótese dentária do SENAC e Speaker ExoCAD pela ajuda e ensinamentos com o uso dos equipamentos do laboratório digital e uso do ExoCAD, meu muito obrigado.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, na pessoa do Diretor Prof. Prof. Dr. Edson Alves de Campos, por todo ambiente inspirador e pela oportunidade de concluir este doutorado. Não posso esquecer todo apoio que a faculdade me deu por meio dos recursos e estrutura disponíveis.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP representados pelo coordenador Prof. Dr. Paulo Cerri, por garantir a excelência do programa de pós-graduação, dando incentivo e meios necessários para que eu conquistasse o meu sonho.

À CAPES: O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

À Angelus Odonto, pelo apoio à pesquisa e doação de materiais necessários à realização deste trabalho.

Ao Senac Tiradentes por disponibilizar o espaço do laboratório digital para usinagem dos pinos CAD/CAM.

A quem não mencionei, mas fez parte do meu percurso eu deixo um profundo agradecimento porque com toda certeza teve papel determinante nesta etapa da minha vida.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero agradecimento.

Muito Obrigado!

Oliveira CRM. Capacidade de leitura do canal radicular e avaliação da acurácia de escâneres intraorais na confecção de pinos intraradiculares por CAD/CAM [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar a capacidade de leitura do canal radicular e a acurácia de diferentes escâneres intraorais na confecção de pinos intraradiculares por CAD/CAM. Dez dentes caninos extraídos foram decoronados e tratados endodonticamente. Após a desobturação e preparação do canal radicular para receber os pinos, os dentes foram inseridos em manequim a fim de simular condições clínicas de acesso e luminosidade. Impressões digitais (n=10) foram realizadas para cada amostra de acordo com os grupos 1) Trios 3 – T3, 2) PrimeScan – PS ou 3) Medit i600 – MI. Os escaneamentos obtidos do canal radicular foram mensurados no software ExoCAD. Para análise da acurácia, pinos foram projetados e os dados padrão de tesselação (STL) enviados para um programa de correspondência 3D para avaliação da veracidade por meio do cálculo da raiz quadrada média (*RMS*) (Gematic Control X). Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene). Considerando que os dados de profundidade de leitura aderiram à curva de normalidade ($p>0,05$), mas não apresentaram homocedasticidade ($p<0,05$), decidiu-se analisá-los por meio de análise de variância a um critério (1-way ANOVA), seguida pelo pós-teste de Games-Howell, ambos com nível de significância de 95%. Os dados de *RMS* foram analisados pelo teste t, também com nível de significância de 95%. O escâner intraoral PrimeScan pode ser utilizado da digitalização do conduto radicular em 10 mm e fabricação de pinos/núcleos CAD/CAM no fluxo de trabalho totalmente digital. O medit i600 apresentou melhores resultados de veracidade do que o Trios 3 quando comparados com o PrimeScan. O escâner intraoral i600 não é recomendado para escaneamento direto do espaço radicular para pino de acordo com a metodologia empregada.

Palavras-chave: Desenho assistido por computador. Técnica para retentor intrarradicular. Adaptação marginal dentária. Dente não vital.

Oliveira CRM. Root canal reading capacity and accuracy evaluation of intraoral scanners in the fabrication of CAD/CAM intraradicular posts [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the root canal reading capability and accuracy of different intraoral scanners in the fabrication of CAD/CAM intraradicular posts. Ten extracted canine teeth were decoronated and endodontically treated. After root canal obturation and preparation for post placement, the teeth were inserted into a manikin to simulate clinical access and lighting conditions. Digital impressions (n=10) were taken for each sample according to the groups 1) Trios 3 – T3, 2) PrimeScan – PS, or 3) Medit i600 – MI. The obtained root canal scans were measured using ExoCAD software. For accuracy analysis, posts were designed and standard tessellation language (STL) data sent to a 3D matching program for accuracy assessment through root mean square (RMS) calculation. The obtained data were tabulated and subjected to normality (Shapiro-Wilk) and homoscedasticity (Levene) analysis. Since the depth reading data adhered to the normality curve ($p>0.05$) but did not present homoscedasticity ($p<0.05$), it was decided to analyze them through one-way analysis of variance (1-way ANOVA), followed by the Games-Howell post-test, both with a significance level of 95%. RMS data were analyzed using the t-test, also with a significance level of 95%. The PrimeScan intraoral scanner can be used for root canal scanning up to 10 mm and CAD/CAM post/core fabrication in a fully digital workflow. The Trios 3 showed better accuracy results than the Medit i600 when compared to the PrimeScan. The i600 intraoral scanner is not recommended for direct scanning of the root canal space for post according to the methodology employed.

Keywords: Computer-aided design. Post and core technique. Dental marginal adaptation. Tooth, nonvital.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Seleção dos Dentes e Preparo dos Corpos-de-Prova	26
4.2 Avaliação da Profundidade de Escaneamento do Canal Radicular	28
4.3 Análise da Veracidade/Acurácia	28
4.4 Delineamento Estatístico	30
4.4.1 Profundidade de escaneamento	30
4.4.2 Análise da veracidade/acurácia	31
5 RESULTADOS	32
5.1 Profundidade de Escaneamento	32
5.2 Veracidade/Acurácia	32
6 DISCUSSÃO	33
7 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A	41

1 INTRODUÇÃO

Dentes extensamente destruídos são conhecidos por serem mais suscetíveis à fratura. Isso se deve à perda de tecidos mineralizados por lesão cariosa e pelas alterações bioquímicas e estruturais na dentina não vital^{1,2}. Após tratamento endodôntico, uma técnica restauradora adequada é necessária para garantir o selamento coronal e proteção da estrutura dentária remanescente³. Diversos materiais e sistemas de retentores intraradiculares têm sido propostos para a reabilitação de dentes com extensa perda estrutural. Núcleos metálicos fundidos e retentores metálicos pré-fabricados, apesar de possuírem alto módulo de elasticidade em relação à dentina, têm sido utilizados por décadas⁴⁻⁶. Entretanto, a busca por materiais que ofereçam propriedades mecânicas semelhantes à dentina radicular e que favoreçam o sucesso clínico e a estética, principalmente em dentes com pouco ou nenhum remanescente coronário, introduziu no mercado os pinos de fibra de vidro, que possuem estética favorável e módulo de elasticidade semelhante à dentina^{2,7}.

Os retentores podem ser diferenciados em pré-fabricados e personalizados, sendo os últimos obtidos por meio de técnicas do padrão para fundição/injeção ou CAD/CAM. Padrões para pinos fundidos podem ser fabricados com técnicas diretas e indiretas⁸. A fabricação direta do padrão consiste na modelagem do canal radicular com resina acrílica, enquanto a fabricação indireta do padrão é obtida em modelo de gesso a partir de moldes do canal com elastômeros^{9,10}. As limitações das técnicas de fabricação direta e indireta de padrões incluem a contração de polimerização do padrão de resina acrílica, alterações dimensionais dos produtos de gesso, contração de fundição da liga metálica, sensibilidade da técnica, risco de resíduos de resina dentro do canal, risco de contaminação do canal radicular entre sessões clínicas¹⁰.

Em comparação com pinos rígidos de metal e/ou cerâmica, os pinos de fibra apresentam melhor comportamento biomecânico porque suas propriedades físicas estão mais próximas da dentina natural, permitindo melhor distribuição das forças oclusais e reduzindo o risco de fraturas desfavoráveis corono-radiculares^{11,12}. O uso de pinos e núcleos preparados de forma personalizada pode fornecer excelente retenção, pois permite uma camada muito delgada de cimento, proporcionando redução nas tensões de relativas à contração de polimerização e na formação de lacunas ou vazios na interface adesiva, além de melhorar a adaptação marginal do pino às paredes do canal radicular e de favorecer a probabilidade de sobrevivência^{1,3,12,13}. Linhas de cimentação maiores contribuem para maior estresse oriundo da contração de polimerização, gerando tensões internas responsáveis por fraturas e/ou

descimentação do pino. O estresse da contração de polimerização foi identificado como a principal razão para falhas de restaurações baseadas em pinos, e por isso, várias técnicas têm sido propostas para reduzir a discrepância entre as dimensões do pino de fibra pré-fabricado e a anatomia do canal radicular, como o preenchimento do canal radicular com compósito, a modelagem anatômica do pino por meio da aplicação de resina composta e a utilização de pinos acessórios^{11,12,14}. De qualquer forma, pinos personalizados ou anatômicos têm sido encarados como referência para canais radiculares amplos, por favorecer a adesão, propiciar melhor resistência à fratura, diminuir o estresse da contração de polimerização e reduzir a produção de bolhas e defeitos durante a etapa de cimentação^{1,3,13,14}.

A odontologia digital tem sido desenvolvida com intuito de aumentar a precisão do fluxo de trabalho e acelerar o processo de produção. O desenho e a manufatura assistidos por computador (CAD/CAM) têm sido utilizados para a confecção de restaurações indiretas. Esses sistemas de fresagem (manufatura subtrativa) facilitam os procedimentos laboratoriais e superam as desvantagens da fundição. No entanto, trabalhos escassos têm sido direcionados ao desenvolvimento dessa tecnologia para a obtenção de pinos e núcleos personalizados. O desenho digital do pino e núcleo por meio de tecnologia CAD permite planejamento detalhado, enquanto o processo CAM oferece fabricação rápida e precisa do pino/núcleo, reduzindo substancialmente o custo e tempo do tratamento^{8,15-17}.

Os sistemas CAD/CAM têm sido utilizados para fresar compósitos de fibra de vidro ou zircônia para fabricar uma estrutura personalizada de pino/núcleo em monobloco que se adaptam mesmo em espaços intraradiculares elípticos^{18,19}. Um compósito associado à fibra de vidro exibe alta resistência à flexão e módulo de elasticidade relativamente baixo. A combinação dessas propriedades permite que os pinos construídos com esse material suportem cargas, passando por deformações mais elásticas antes da deformação/ruptura. Um material resinoso preenchido com nanopartículas tende a ser menos frágil e mais flexível do que os pinos de fibra de vidro, o que também o torna adequado para a obtenção de pinos/núcleos CAD/CAM, apresentando propriedades mecânicas mais próximas da dentina e esmalte²⁰⁻²². Por outro lado, estudos com o uso de blocos desses materiais resinosos híbridos e de fibra de vidro para a confecção de pinos/núcleos CAD/CAM ainda são incipientes na literatura.

Ainda, a utilização de CAD/CAM para confeccionar pinos personalizados antigamente era limitada ao fluxo de trabalho híbrido, com a digitalização de modelos de gesso obtidos a partir de moldes tradicionais⁸. Realizar a digitalização intraoral do espaço para o pino pode ser um protocolo operatório mais interessante, com foco em um fluxo de trabalho digital

completo. Libonati et al.²³ mostraram que o escâner intraoral é capaz de ler até 9,0 mm de profundidade no canal radicular preparado para pino, o que é um bom resultado e se adapta à grande parte das situações clínicas considerando as dimensões médias dos dentes e a necessidade de se manter o selamento apical com o material obturador. A digitalização direta do canal radicular (espaço para o pino) pode eliminar a fabricação do padrão de resina nas técnicas direta e indireta e melhorar a adaptação do pino, economizando tempo, além de oferecer fluxo de trabalho totalmente digital e confortável ao paciente^{13,17}. Consequentemente, com a nova era digital na Odontologia, a utilização de escâneres intraorais e tecnologia CAD/CAM para a produção anatômica de pinos/núcleos devem ser avaliados, levando em consideração que escassos estudos foram realizados e ainda não se sabe qual a real capacidade de leitura e veracidade desses dispositivos intraorais disponíveis comercialmente, nem a adaptação marginal e interna dos pinos produzidos; aspectos de fundamental importância para a longevidade do tratamento de dentes tratados endodonticamente com extenso comprometimento coronário.

7 CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos pode-se concluir:

O escâner intraoral PrimeScan pode ser utilizado da digitalização do canal radicular em 10 mm e para a fabricação de pinos/núcleos CAD/CAM no fluxo de trabalho totalmente digital;

O MEDIT i600 apresentou melhores resultados de veracidade do que o Trios 3 quando comparados com o PrimeScan;

O escâner intraoral MEDIT i600 não se mostrou adequado para o escaneamento direto do espaço radicular para pino.

REFERÊNCIAS*

1. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004; 30(5): 289-301.
2. Zhang YY, Peng MD, Wang YN, Li Q. The effects of ferrule configuration on the anti-fracture ability of fiber post-restored teeth. *J Dent.* 2015; 43(1): 117-25.
3. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-Part 1: composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007; 38(9): 733-43.
4. Soares CJ, Rodrigues MP, Faria-E-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC et al. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures. *Braz Oral Res.* 2018; 32(1): 169-83.
5. Ozcan M, Valandro LF. Fracture strength of endodontically-treated teeth restored with post and cores and composite cores only. *Oper Dent.* 2009; 34(4): 429-36.
6. Pereira JR, Lins Do Valle A, Shiratori FK, Ghizoni JS, Bonfante EA. The effect of post material on the characteristic strength of fatigued endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(5): 1225-30.
7. Jung SH, Min KS, Chang HS, Park SD, Kwon SN, Bae JM. Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. *J Prosthet Dent.* 2007; 98(4): 270-6.
8. Hendi AR, Moharrami M, Siadat H, Hajmiragha H, Alikhasi M. The effect of conventional, half-digital, and full-digital fabrication techniques on the retention and apical gap of post and core restorations. *J Prosthet Dent.* 2019; 121(2): 364. e1-364.e6.
9. Rayyan MR, Aldossari RA, Alsadun SF, Hijazy FR. Accuracy of cast posts fabricated by the direct and the indirect techniques. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(3): 411-5.
10. de Moraes AP, Poletto Neto V, Boscato N, Pereira-Cenci T. Randomized clinical trial of the influence of impression technique on the fabrication of cast metal posts. *J Prosthet Dent.* 2016; 116 (1): 47-51.
11. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J.* 2011; 56 (Suppl 1): 77-83.
12. Gomes GM, De Rezende EC, Gomes OMM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Influence of the resin cement thickness on bond strength and gap formation of fiber posts bonded to root dentin. *J Adhes Dent.* 2014; 16(1): 71-8.
13. Moustapha G, AlShwaimi E, Silwadi M, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Marginal and internal fit of CAD/CAM fiber post and cores. *Int J Comput Dent.* 2019; 22(1): 45-53.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

14. Gama M, Balbinot GS, Ferreira GC, Mota EG, Leitune V, Collares FM. CAD/CAM Milled Glass Fiber Posts: adaptation and mechanical behavior in flared root canals. *Oper Dent*. 2021; 46(4): 438-47.
15. Vinothkumar TS, Kandaswamy D, Chanana P. CAD/CAM fabricated single-unit all-ceramic post-core-crown restoration. *J Conserv Dent*. 2011; 14(1): 86-9.
16. Perucelli F, Goulart da Costa R, Machado de Souza E, Rached RN. Effect of half-digital workflows on the adaptation of custom CAD-CAM composite post-and-cores. *J Prosthet Dent*. 2021; 126(6): 756-62.
17. Tsintsadze N, Juloski J, Carrabba M, Goracci C, Vichi A, Grandini S et al. Effects of scanning technique on in vitro performance of CAD/CAM-fabricated fiber posts. *J Oral Sci*. 2018; 60(2): 262-8.
18. Falcão Spina DR, da Costa RG, Correr GM, Rached RN. Scanning of root canal impression for the fabrication of a resin CAD-CAM-customized post-and-core. *J Prosthet Dent*. 2018; 120(2): 242-5.
19. Liu P, Deng XL, Wang XZ. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2010; 103(6): 330-3.
20. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2015; 114(4): 587-93.
21. Falcão Spina DR, Goulart da Costa R, Farias IC, da Cunha LG, Ritter AV, Gonzaga CC, CAD/CAM post-and-core using different esthetic materials: fracture resistance and bond strengths. *Am J Dent*. 2017; 30(6): 299-304.
22. Passos L, Barino B, Laxe L, Street A. Fracture resistance of single-rooted pulpless teeth using hybrid CAD/CAM blocks for post and core restoration. *Int J Comput Dent*. 2017; 20(3): 287-301.
23. Libonati A, Di Taranto V, Gallusi G, Montemurro E, Campanella V. CAD/CAM Customized glass fiber post and core with digital intraoral impression: a case report. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2020; 12: 17-24.
24. Streacker AB, Geissberger M. The milled ceramic post and core: a functional and esthetic alternative. *J Prosthet Dent*. 2007; 98(6): 486-7.
25. Lee JH, Sohn DS, Lee CH. Fabricating a fiber-reinforced post and zirconia core with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent*. 2014; 112(3): 683-5.
26. Chen Z, Li Y, Deng X, Wang X. A novel computer-aided method to fabricate a custom one-piece glass fiber dowel-and-core based on digitized impression and crown preparation data. *J Prosthodont*. 2014; 23(4): 276-83.
27. Pinto A, Arcuri L, Carosi P, Nardi R, Libonati A, Ottria L, Campanella V. In vitro evaluation of the post-space depth reading with an intraoral scanner (IOS) compared to a traditional silicon impression. *Oral Implantol*. 2017; 10(4): 360-8.

28. Lee JH. Fabricating a custom zirconia post-and-core without a post-and-core pattern or a scan post. *J Prosthet Dent*. 2018; 120(2): 186-9.
29. Kanduti D, Korat L, Kosec T, Legat A, Ovsenik M, Kopač I. Comparison between accuracy of posts fabricated using a digital CAD/CAM technique and a conventional direct technique. *Int J Prosthodont*. 2021; 34(2): 212-20.
30. Elter B, Diker B, Tak Ö. The trueness of an intraoral scanner in scanning different post space depths. *J Dent*. 2022; 127: 104352.
31. Piangsuk T, Dawson DV, El-Kerdani T, Lindquist TJ. The accuracy of post and core fabricated with digital technology. *J Prosthodont*. 2023; 32(3): 221-6.
32. Vogler JAH, Billen L, Walther KA, Wöstmann B. Fibre-reinforced Cad/CAM post and cores: the new "gold standard" for anterior teeth with extensive coronal destruction?: a fully digital chairside workflow. *Heliyon*. 2023; 9(8): e19048.
33. Vogler JAH, Billen L, Walther KA, Wöstmann B. Conventional cast vs. CAD/CAM post and core in a fully digital chairside workflow - an in vivo comparative study of accuracy of fit and feasibility of impression taking. *J Dent*. 2023; 136: 104638.
34. Liao M, Meng H, Xie H, Chen C. Evaluation of a half-digital technique for fabricating customized post-cores: a pilot study. *Heliyon*. 2023; 9(4): e15363.
35. Oliveira CRM, Reis ÉGJ, Tanomaru-Filho M, Reis JMDSN. Fracture strength of teeth with coronal destruction after core build-up restoration with bulk fill materials. *J Esthet Restor Dent*. 2022; 34(3): 541-9.
36. Sindhu JS, Maiti S, Nallaswamy D. Comparative analysis on efficiency and accuracy of parallel confocal microscopy and three-dimensional in motion video with triangulation technology-based intraoral scanner under influence of moisture and mouth opening - A crossover clinical trial. *J Indian Prosthodont Soc*. 2023; 23(3): 234-43.
37. Sacher M, Schulz G, Deyhle H, Jäger K, Müller B. Accuracy of commercial intraoral scanners. *J Med Imaging (Bellingham)*. 2021; 8(3): 035501.
38. Dutton E, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Culp A, et al. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent*. 2020; 32(2): 204-18.