

RESSALVA

Atendendo solicitação do autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 05/03/2027.



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



Michelle Sousa Oliveira

**Avaliação da precisão de um método de registro facial utilizando diferentes
regiões de interesse**

Araraquara

2025



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



Michelle Sousa Oliveira

Avaliação da precisão de um método de registro facial utilizando diferentes regiões de interesse

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas, na Área de Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Bianchi

Araraquara

2025

O48a Oliveira, Michelle Sousa
Avaliação da precisão de um método de registro facial
utilizando diferentes regiões de interesse / Michelle Sousa
Oliveira. -- Araraquara, 2025
52 f. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Jonas Bianchi

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 2.
Cefalometria. 3. Diagnóstico bucal. 4. Face. 5. Cirurgia
ortognática. I. Título.

Michelle Sousa Oliveira

Avaliação da precisão de um método de registro facial utilizando diferentes regiões de interesse

Comissão julgadora

Defesa para obtenção do grau de Mestre em Ortodontia

Presidente e orientador: Prof. Dr. Jonas Bianchi

2º Examinador: Prof. Dr. João Roberto Gonçalves

3º Examinador: Profa. Dra. Adriana Souza de Jesus

Araraquara, 05 de Março de 2025.

DADOS CURRICULARES

Michelle Sousa Oliveira

NASCIMENTO: 27 de março de 1987– Ibitinga – São Paulo

FILIAÇÃO: Benedita Luiza de Sousa Oliveira Valentim Aparecido de Oliveira

2007/2010: Curso de Graduação em Odontologia: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos

2011/2011: Curso de Aperfeiçoamento em Prótese Fixa. Associação Odontológica de Ribeirão Preto (AORP)

2011/2012: Curso de Aperfeiçoamento em Endodontia. Associação Odontológica de Ribeirão Preto (AORP)

2013/2016: Curso de Aperfeiçoamento em Ortodontia. Ortogotardo centro de estudos em Ortodontia

2021/2024: Curso de Especialização em Ortodontia. Grupo de Estudos Ortodônticos e Serviços (GESTOS)

2023/Atual: Curso de Pós-Graduação: Mestrado pelo programa de Ciências Odontológicas. Área de concentração em Ortodontia: Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Dedico essa dissertação aos meus pais **Valentim e Isa**, cuja amorosa orientação e apoio incondicional foram fundamentais em minha jornada. Vocês sempre acreditaram em mim e me ensinaram o valor da perseverança e do conhecimento. À minha irmã **Danielle**, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor e incentivo. Sua presença iluminou meus dias e me motivou a seguir em frente.

E ao meu noivo **Alexandre**, que me apoiou em cada passo deste caminho. Seu amor e compreensão foram essenciais para que eu pudesse alcançar este sonho. A todos vocês minha eterna gratidão. Nada seria possível sem vocês

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, cuja presença e orientação foram fundamentais em cada passo desta jornada. Pela força nos momentos desafiadores, pela sabedoria nas decisões e pela inspiração que sempre me acompanhou. Sem a sua luz, nada seria possível. Que este trabalho seja uma reflexão da gratidão que sinto e uma contribuição para o conhecimento que Ele nos proporciona.

Aos meus pais **Valentim e Isa**, pelo amor incondicional e apoio constante que foram essenciais para a realização desse trabalho. Por sempre acreditarem em mim e me guiarem no caminho do bem. Sem seus ensinamentos e valores transmitidos eu não teria conseguido chegar até aqui.

A minha irmã **Danielle**, por estar sempre ao meu lado, me aconselhando e celebrando cada conquista ao meu lado.

Ao meu noivo **Alexandre**, por ser meu maior incentivador. Sua capacidade de me motivar, me fazer acreditar em mim e sempre me incentivar a seguir meus sonhos, foi fundamental para que eu pudesse concluir este trabalho. Sou grata por cada momento que compartilhamos e por todo amor que trouxe à minha vida.

Ao meu orientador, **Prof. Jonas Bianchi**, por sua paciência, orientação e apoio. Sua capacidade de me guiar e desafiar me ajudou a crescer como pesquisadora e aprimorar minhas habilidades. Sou grata por todas as discussões enriquecedoras e pelo tempo que dedicou a me ajudar.

Aos professores da disciplina de Ortodontia, **Ary dos Santos Pinto, Carolina Carmo de Menezes, Dirceu Barnabé Ravelli, Helder Jacob, João Roberto Gonçalves, Lídia Parsekian Martins, Lucas Campos, Luiz Gonzaga Gandini Júnior**, minha sincera gratidão a todos que contribuíram para minha formação acadêmica ao longo desses anos. Cada um de vocês deixou uma marca indelével em minha trajetória, compartilhando conhecimento, experiências

e sabedoria. Agradeço por me inspirarem a buscar a excelência e por me motivarem a enfrentar os desafios com determinação.

Aos **meus amigos da pós-graduação e colegas da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP**, agradeço por cada conversa e momento de apoio que compartilhamos. Vocês tornaram essa jornada mais leve e cheia de significado. A amizade que construímos é um dos maiores tesouros que levo comigo, sou grata por ter tido a oportunidade de vivenciar essa experiência ao lado de pessoas tão especiais.

Ao **Prof^a. Dr^a. Adriana Souza de Jesus**, pela gentileza e prontidão em aceitar nosso convite para fazer parte desta banca de dissertação, muito obrigado.

Aos **funcionários e professores do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP**, em nome do seu Chefe de Departamento **Prof. Dr. Fabio Abreu e Lima**, e aos **funcionários da Seção de Pós-graduação Cristiano e José Alexandre**, cuja dedicação e profissionalismo foram essenciais para o meu percurso acadêmico. Desde a equipe administrativa até os serviços de apoio, cada um de vocês contribuiu para criar um ambiente acolhedor e propício ao aprendizado. Sou grata por toda a ajuda e suporte que recebi ao longo dessa jornada.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, representado pelo coordenador **Prof^a. Dr^a. Andreia Bufalino**.

A Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", nas pessoas de sua Magnífica Reitora Dra. Maysa Furlan e do Excelentíssimo Senhor Vice-Reitor César Martins.

A Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FOAr-UNESP), em nome da Diretora **Prof^a. Dr^a. Patrícia Petronili Nordi Sasso Garcia** e da Vice-Diretora **Prof^a. Dr^a. Elaine Pereira da Silva Tagliaferro**. Tenho muito amor e orgulho por fazer parte dessa faculdade.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá*

* Calcutá MT. Venha, seja minha luz: os escritos pessoais da “Santa das sarjetas”. São Paulo: Editora Fontanar; 2008.

Oliveira MS. Avaliação da precisão de um método de registro facial utilizando diferentes regiões de interesse [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNES; 2025.

RESUMO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é o padrão-ouro na avaliação de tratamentos ortodônticos e cirúrgicos, mas novas tecnologias, como o scanner 3D facial, oferecem alternativas sem radiação. Este estudo avaliou a acurácia de registros de face em tecido mole usando modelos de superfície, comparando-os com a TCFC. Foram analisados registros de 22 pacientes antes e após cirurgia ortognática, utilizando três métodos de registro: equivalência de voxel na base do crânio, todas as landmarks e landmarks específicas na região superior da face. As diferenças foram mensuradas em milímetros e analisadas estatisticamente. No eixo X, não foram observadas diferenças significativas relevantes. Nos eixos Y, Z e na distância 3D, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, indicando variações nos métodos de registro, especialmente quando todas as landmarks foram utilizadas como referência. Concluímos que o uso de landmarks na região superior da face é uma alternativa eficaz para avaliar movimentos cirúrgicos na ausência de TCFC, embora medidas em grandes deslocamentos devam ser interpretadas com cautela.

Palavras – chave: Tomografia computadorizada de feixe cônico. Cefalometria. Diagnóstico bucal. Face. Cirurgia ortognática.

Oliveira MS. Accuracy assessment of a facial registration method using different regions of interest [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2025.

ABSTRACT

Cone beam computed tomography (CBCT) is the gold standard for evaluating orthodontic and surgical treatments, but new technologies such as 3D facial scanning offer radiation-free alternatives. This study evaluated the accuracy of soft tissue facial registrations using surface models, comparing them with CBCT. Registrations of 22 patients before and after orthognathic surgery were analyzed using three registration methods: voxel equivalence at the skull base, all landmarks, and specific landmarks in the upper face. Differences were measured in millimeters and analyzed statistically. On the X axis, no significant differences were observed. On the Y, Z, and 3D distance axes, significant differences were found between groups, indicating variations in registration methods, especially when all landmarks were used as reference. We conclude that the use of landmarks in the upper face is an effective alternative to assess surgical movements in the absence of CBCT, although measurements at large displacements should be interpreted with caution.

Keywords: Cone-beam computed tomography. Cephalometry. Oral diagnosis. Face. Orthognathic surgery.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	14
2.1 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
4 MATERIAL E MÉTODO	19
4.1. Aprovação do Comitê de Ética	19
4.2 Obtenção das TCFC	19
4.3 Registro em Base do Crânio das Imagens	19
4.4 Obtenção dos Modelos de Superfície da Face	23
4.5 Colocação de Landmarks	24
4.6. Protocolo de Registro e Medição de Landmarks	25
4.6.1 Identificação de landmarks e geração de marcação	26
4.6.2 Alinhamento e registro inicial	26
4.6.3 Registro secundário com ajuste fino	26
4.6.4 Medição de distâncias inter- landmarks	26
4.7 Análise Estatística	27
5 RESULTADOS	28
5.1 Eixo X	28
5.2 Eixo Y	32
5.3 Eixo Z	36
5.4 – Distância 3D Euclidiana	40
6 DISCUSSÃO	45
7 CONCLUSÃO	48

REFERÊNCIAS49

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é considerada o padrão ouro para a avaliação de tratamentos ortodônticos e cirúrgicos¹. No entanto, com o avanço da tecnologia, novos exames, como o scanner 3D facial, têm ganhado destaque por não exigir exposição à radiação e por permitir a criação de modelos de superfície facial. Essa tecnologia é especialmente útil para pacientes submetidos a tratamentos menos invasivos, como disjunção com MARPE ou avanço mandibular em pacientes em crescimento, permitindo a avaliação dos efeitos do tratamento sem a necessidade de radiação².

A estética tem um papel fundamental nas relações humanas, afetando tanto o psicológico quanto o social, o que aumenta a demanda por tratamentos em clínicas de estética. A busca pela harmonia facial é um dos principais objetivos dos profissionais de odontologia ao tratar seus pacientes. Com isso, tem-se observado um aumento significativo na procura por tratamentos ortodônticos e cirúrgicos que conciliam correções funcionais com melhorias estéticas³.

A tecnologia na área da saúde continua avançando, permitindo diagnósticos mais precisos, planejamento detalhado e simulações realistas para os cirurgiões-dentistas. Angle foi pioneiro ao afirmar que nem todas as deformidades dento-faciais poderiam ser corrigidas apenas com tratamentos ortodônticos⁴, e hoje, a estética facial tornou-se uma das metas centrais da ortodontia. Para alcançar esse objetivo, um planejamento cuidadoso dos casos ortodônticos e ortocirúrgicos é essencial.

A avaliação cefalométrica é um dos principais métodos de análise dos pacientes, e as contribuições de Burstone^{5,6} (1958; 1980) se destacam no estudo do perfil tegumentar. Durante anos, a posição dentária em relação às bases ósseas foi o foco principal dos pesquisadores, levando ao desenvolvimento de diversas análises célebres, como as de Ricketts, Tweed e McNamara. Preocupações com possíveis erros de calibração e posicionamento durante a execução dos exames foram levantadas por Adams⁷ (1940), Downs⁸ (1948) e Riedel⁹ (1957). Com o uso de métodos computadorizados, os erros foram reduzidos, conforme evidenciado pelos estudos de Davis¹⁰ (1991), Mackay¹¹ (1991), Houston¹² (1979) e Baumrinde & Frantz¹³ (1971).

Arnett et al.¹⁴ apresentaram uma nova forma de avaliação de radiografias cefalométricas laterais por meio do software Dolphin. Diversos métodos têm sido desenvolvidos para o registro em tecido mole da face, incluindo modelos de malha 3D específicos para cada paciente e registros baseados em voxel a partir de TCFC. Recentemente, tecnologias como fotogrametria 3D e escaneamento a laser da face têm sido utilizadas para sobreposições 3D de tecidos moles, embora ainda enfrentem dificuldades em padronizar o registro ao longo do tempo.

Nem todos os profissionais dispõem de tomografias computadorizadas de feixe cônico devido aos altos custos envolvidos, tanto na execução quanto no armazenamento dos exames. O uso de scanners extraorais ou faciais surge como uma alternativa rápida e sem radiação para a avaliação de mudanças nos tecidos moles. A TCFC possibilita a utilização de estruturas de referência estáveis, e as análises podem ser realizadas no início, durante e após o tratamento ortodôntico por meio de exames fotográficos, radiográficos e modelos digitais¹. No entanto, o uso da TCFC geralmente não é indicado para avaliações intermediárias, como em casos de expansão da maxila, ou aparelhos ortopédicos. Assim sendo o scanner extraoral é uma solução mais prática e eficaz para o acompanhamento dessas fases, sem o uso de radiação². Porém são necessário métodos par validar o registro de mudanças faciais entre dois tempos utilizando essa ferramenta³.

Portanto, este estudo teve como objetivo desenvolver e validar um método de registro em modelos de superfície, comparando-o com o registro na base do crânio em pacientes submetidos à cirurgia ortognática, utilizando TCFC.

7 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a utilização de landmarks próximas à base do crânio e da porção superior da face resulta em menores diferenças estatísticas em comparação ao padrão-ouro, especialmente em relação à distância total 3D. O registro que utiliza todas as landmarks, como esperado, apresentou um maior número de diferenças estatísticas, uma vez que o software tenta alinhar regiões com grandes mudanças cirúrgicas, como o pogônio. Por fim, este estudo sugere que, na ausência de tomografias para registro baseado em voxel na base do crânio, e utilizando apenas modelos de superfície, as landmarks da região superior da face: 'Gl', 'Na', 'En_Right', 'En_Left', 'Ex_Right', 'Ex_Left', 'Ps_Right', 'Ps_Left', 'Pi_Right', 'Pi_Left', 'Prn', 'Al_Right', 'Al_Left' podem ser empregadas para avaliação de movimentos cirúrgicos, com cautela para algumas medidas.

REFERÊNCIAS*

1. Ribeiro SL, Silva AC. Aplicações da tomografia computadorizada de feixe cônico na odontologia. *Rev. Bras. Odontol.* 2023; 80(3): 243-9.
2. Oliveira MF, Santos RP. Avanços no uso de scanners faciais 3D para tratamentos odontológicos. *J. Dent. Res.* 2022; 102(1): 56-64.
3. Ferreira IA, Gonçalves DP. O impacto da estética na busca por tratamentos ortodônticos e cirúrgicos. *Odontol Estét Contemp.* 2021; 15(4): 112- 8.
4. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent Cosmos.* 1899; 41: 248-64.
5. Burstone CJ. The soft tissue profile. *Am J Orthod.* 1958; 44(1): 1-25.
6. Burstone CJ. The role of the soft tissue profile in orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1980; 77(2): 142-53.
7. Adams CP. Errors in cephalometric radiography. *Am J Orthod.* 1940; 26(1): 1-10.
8. Downs WB. Variations in facial relationships: their significance in treatment and diagnosis. *Am J Orthod.* 1948; 34(10): 812-40.
9. Riedel RA. The relation of maxillary structures to mandibular structures in the growth of the face. *Am J Orthod.* 1957; 43(5): 373-91.
10. Davis PJ. Computerized cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991; 99(5): 455-60.
11. Mackay D. The use of computerized cephalometric analysis in orthodontics. *Br J Orthod.* 1991; 18(3): 215-20.
12. Houston WJB. The analysis of errors in cephalometric measurements. *Br J Orthod.* 1979; 6(3): 169-74.
13. Baumrinde R, Frantz W. A new method for the evaluation of cephalometric radiographs. *Am J Orthod.* 1971; 59(4): 392-401.
14. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Jr. Worley CMC, et al. The soft tissue profile: a new approach to the evaluation of facial aesthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(3): 305-13.
15. Kim NK, Lee C, Kang S H, Park J W, Kim M J Kim, Chang Y, et al. A new approach to 3D visual modeling in orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2006; 17(3): 456-62.

* 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>

16. Chakravarty MM, Aleong R, Leonardo G, Perron M, Pike GB, Richer L L. Quantifying craniofacial variations in adolescents using MRI. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011; 140(5): 678-85.
17. Bolandzadeh N, W Bischof, C Flores-Mir, P Boulanger. Multimodal and multitemporal analysis of facial soft tissue changes. *Orthod Craniofac Res*. 2013; 16(2): 89-97.
18. Choi JW, Lee JY, Oh TS, Kwonn SM, Yang SJ, Koh KS. Three-dimensional analysis of facial changes after bimaxillary surgery in Class III patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2014; 72(4): 678-85.
19. Lippold C, Liu X, Wangdo K, Dreup B, Schreiber C, Kirschneck C, et al. Objective measurement of facial points using laser scanning. *Eur J Orthod*. 2014; 36(3): 345-52.
20. Karimi K, Devcic Z, Popenko N, Oyoyo U, Wong BJF . Determining the ideal number of registration points for realistic lateral facial images. *J Aesthetic Surg*. 2015; 39(2): 123-30.
21. Verhoeven T, Xi T, Schreurs R, Bergé S, Maal T. Quantification of facial asymmetry: a comparative study of landmark-based and surface-based registrations. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016; 44(9): 1131-6.
22. Zhang X, K Daeseung, S Shunyao, Y Peng Yuan, L Situando, Zhen-tang, et al. High-quality finite element mesh generation for soft tissue simulation. *Comput methods biomech biomed engin*. 2018; 21(10): 789-98.
23. Bazina M, Cevitanes L, Ruellas A, Valiathan M, Queresby F, Syed A et al. Precision and reliability of Dolphin 3-dimensional voxel-based superimposition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018; 153(4): 599-606.
24. Lo LJ, Weng JL, Ho CT, Lin HH. Three-dimensional region-based study on the relationship between soft and hard tissue changes after orthognathic surgery in patients with prognathism. *PLoS One*. 2018; 13(8): e0200589.
25. Vittert L, Katina S, Ayoub A, Khambay B, Bowman AW. Assessing the outcome of orthognathic surgery by three-dimensional soft tissue analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018; 47: 1587–95.
26. Cunha HS, da Costa Moraes CA, de Faria Valle Dornelles R, da Rosa ELS. Accuracy of three-dimensional virtual simulation of the soft tissues of the face in OrtogOnBlender for correction of class II dentofacial deformities: an uncontrolled experimental case-series study. *Oral Maxillofac Surg*. 2021; 25(3): 319-35.
27. Marino MM, Quiroga Souki B, Nieri M, Bonanno A, Giuntini V, McNamara JA Jr, et al. Comparison of the effects on facial soft tissues produced by rapid and slow maxillary expansion using stereophotogrammetry: a randomized clinical trial. *Prog Orthod*. 2024; 3;25(1): 1.

28. Van Twisk PH, Tenhagen M, Gül A, Wolvius E, Koudstaal M. How accurate is the soft tissue prediction of Dolphin imaging for orthognathic surgery? *Int Orthod*. 2019; 17(3): 488-96.
29. Kikinis R, Pieper SD, Vosburgh KG. 3D Slicer: a platform for subject-specific image analysis, visualization, and clinical support. *Intraoperative imaging and image-guided therapy*. 2013; 25: 277- 89. New York, NY: Springer New York.
30. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin JC, Pujol S et al. 3D slicer as an image computing platform for the quantitative imaging network. *magn reson imaging*. 2012; 30(9): 1323-41.
31. Hartley R, Zisserman A. *Multiple view geometry in computer vision*. Cambridge: Cambridge University Press; 2004.
32. Besl PJ, McKay ND. Method for registration of 3-D shapes. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*. 1992; 14(2): 239-56.
33. Morton D, West J, Long J. Measurement of three-dimensional distances on cone-beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013; 115(6): 773-80.
34. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018; 47(6): 682-9.
35. Cunha HS, da Costa Moraes CA, de Faria Valle Dornelles R, da Rosa ELS. Three-dimensional virtual simulation of the soft tissues of the face in OrtogOnBlender for correction of class II. Accuracy of dentofacial deformities: an uncontrolled experimental case-series study. *Oral maxillofac surg*. 2021; 25: 319-335.
36. Bazina M, Cevidanes L, Ruellas A, Valiathan M, Quereshy F, Syed A et al. Precision and reliability of Dolphin 3-dimensional voxel-based superimposition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018; 153(4): 599-606.
37. Verhoeven T, Xi T, Schreurs R, Bergé S, Maal T. Quantification of facial asymmetry: A comparative study of landmark-based and surface-based registrations. *J Cranio-Maxillofac Surg*. 2016; 44(9): 1131-36.
38. Lo LJ, Weng JL, Ho CT, Lin HH. Three-dimensional region-based study on the relationship between soft and hard tissue changes after orthognathic surgery in patients with prognathism. *PLoS One*. 2018; 13(8): e0200589.
39. Marino Merlo M, Quiroga Souki B, Nieri M, Bonanno A, Giuntini V, McNamara JA Jr, Franchi L. Comparison of the effects on facial soft tissues produced by rapid and slow maxillary expansion using stereophotogrammetry: a randomized clinical trial. *Prog Orthod*. 2024; 25(1).
40. Choi JW, Lee JY, Oh TS, Kwon SM, Yang SJ, Koh KS. Frontal soft tissue analysis using a 3-dimensional camera following two-jaw rotational orthognathic surgery in skeletal class III patients. *J Cranio-Maxillofac Surg*. 2014; 42(3): 220-6.

41. Chakravarty MM, Aleong R, Leonard G, Perron M, Pike GB, Richer L, Veillette S, Pausova Z, Paus T. Automated analysis of craniofacial morphology using magnetic resonance images. *PLoS One*. 2011; 6(5): e20241.
42. Zhang X, Kim D, Shen S, Yuan P, Liu S, Tang Z, Zhang G, Zhou X, Gateno J, Liebschner MAK, Xia JJ. An eFTD-VP framework for efficiently generating patient-specific anatomically detailed facial soft tissue FE mesh for craniomaxillofacial surgery simulation. *Biomech Model Mechanobiol*. 2018; 17(2): 387-402.
43. Lippold C, Liu X, Wangdo K, Drerup B, Schreiber K, Kirschneck C et al. Facial landmark localization by curvature maps and profile analysis. *Head Face Med*. 2014; 8(10):54.
44. Karimi K, Devcic Z, Popenko N, Oyoyo U, Wong BJ. Morphometric facial analysis: a methodology to create lateral facial images. *Oral Maxillofac Surg*. 2015; 19(4): 403-10.
45. Gillot M, Miranda F, Baquero B, Ruellas A, Gurgel M, Al Turkestani N et al. Automatic landmark identification in cone-beam computed tomography. *Orthod Craniofac Res*. 2023; 26(4): 560-7.