

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

VIVIANE VANZ

INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO CRANIOFACIAL NA DISPONIBILIDADE ÓSSEA
DOS SÍTIOS EXTRA-ALVEOLARES PARA INSERÇÃO DE MINI-IMPLANTES

Porto Alegre

2024

VIVIANE VANZ

INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO CRANIOFACIAL NA DISPONIBILIDADE ÓSSEA
DOS SÍTIOS EXTRA-ALVEOLARES PARA INSERÇÃO DE MINI- IMPLANTES

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Odontologia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Sérgio Estelita Cavalcante Barros

Coorientadora: Kelly Fernanda Galvão Chiqueto

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

VANZ, VIVIANE
INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO CRANIOFACIAL NA
DISPONIBILIDADE ÓSSEA DOS SÍTIOS EXTRA-ALVEOLARES PARA
INSERÇÃO DE MINI-IMPLANTES / VIVIANE VANZ. -- 2024.
49 f.

Orientadora: Sérgio Estelita Cavalcante Barros.

Coorientadora: Kelly Fernanda Galvão Chiqueto.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de
Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS,
2024.

1. Ortodontia. 2. Procedimentos de ancoragem
ortodôntica. 3. Densidade óssea. 4. Tomografia
computadorizada de raios X. I. Barros, Sérgio Estelita
Cavalcante, orient. II. Chiqueto, Kelly Fernanda
Galvão, coorient. III. Título.

VIVIANE VANZ

INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO CRANIOFACIAL NA DISPONIBILIDADE ÓSSEA
DOS SÍTIOS EXTRA-ALVEOLARES PARA INSERÇÃO DE MINI- IMPLANTES

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Odontologia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Porto Alegre, 02 de agosto de 2024.

Prof.^a Dr.^a Kelly Fernanda Galvão Chiqueto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eduardo Silveira Ferreira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Luciana Bocudo Hoffelder

À minha mãe, Julve Claudett Vanz, minha primeira professora e que, aos 76 anos, segue trabalhando, incansável e cheia de disposição, pura inspiração.

AGRADECIMENTOS

O doutorado é um período longo que exige muita dedicação e empenho. O meu período de doutorado foi especialmente intenso, englobou uma gestação e a chegada da minha filha Olivia, uma pandemia, duas maratonas e a maior enchente da história do Rio Grande do Sul. Todos esses eventos impactaram a execução da tese e foram modificando minhas prioridades. A Viviane que começou o doutorado é muito diferente da que finda este ciclo. Apesar das dificuldades, sou muito grata a todos os que participaram deste processo.

À minha família, minha mãe Julve Vanz, meu esposo Cristian Lopes da Silve e meus filhos, Bruno Vanz Collares e Olivia Vanz Lopes pelo apoio, incentivo e paciência.

Ao professor Sérgio Estelita Cavalcante Barros, pela orientação, pelos ensinamentos e pelas oportunidades ofertadas nestes quase oito anos de convivência.

À professora Kelly Fernanda Galvão Chiqueto, pelas contribuições e pela dedicação, que me auxiliaram a finalizar esta tese de doutorado.

Aos demais professores do Setor de Ortodontia da UFRGS, pela disponibilidade e colaboração.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial, Bianca Heck, Juliana Faria, Gabriela Trojahn e Paula Balestrin, que sempre foram solícitas e confidentes e que se tornaram grandes amigas e colegas de trabalho.

Ao meu amigo, Thales Bopp, designer gráfico, responsável pelos desenhos esquemáticos e edição de imagens do trabalho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que proporcionou a minha formação, da graduação ao doutorado com um ensino de excelência, em uma universidade pública, gratuita e de qualidade.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, por contribuir para a formação de doutores críticos e altamente capazes e habilitados em cada uma de suas ênfases.

“Somos o que repetidamente fazemos. Excelência, portanto, não é um ato, mas um hábito”.

Aristóteles

RESUMO

Introdução: Este estudo de TCFC teve como objetivo avaliar a disponibilidade óssea para colocação de mini-implantes na crista infrazigomática (CIZ) e na linha oblíqua externa da mandíbula (LOEM) desde a infância até a idade adulta. **Métodos:** Cinquenta e oito TCFCs pré-tratamento de pacientes com diferentes estágios de maturidade esquelética do Método de Maturação das Vertebra Cervicais (MMVC), foram medidos bilateralmente e divididos em três grupos. Grupo 1 (MMVC-II, n=40); Grupo 2 (MMVC III e IV, n=42); e Grupo 3 (MMVC V, n=34). O software Dolphin® foi utilizado para medir a disponibilidade óssea em três locais diferentes da CIZ e LOEM, simulando quatro ângulos de inserção verticais (15°, 25°, 35°, 45°) e três sagitais (0°, 10°, 20°). MANOVA, ANOVA, teste t pareado, testes de Wilcoxon e Friedman foram utilizados para comparações inter e intragrupos de acordo com o teste de normalidade. A análise de regressão múltipla avaliou a influência das variáveis na disponibilidade óssea. **Resultados:** O crescimento craniofacial de MMVC-II para MMVC-V influenciou significativamente a disponibilidade óssea da CIZ, mas menos do que o ângulo de inserção vertical e o local de inserção. O ângulo de inserção sagital foi a variável menos influente na disponibilidade óssea do CIZ. A disponibilidade óssea da LOEM não foi significativamente alterada durante o crescimento. Foi influenciada principalmente pelo local de inserção e pelo ângulo de inserção vertical. Da infância até a idade adulta, houve diminuição significativa e progressiva do ângulo de inclinação da LOEM. **Conclusão:** O sítio de inserção intermolar da CIZ apresentou maior disponibilidade óssea e menor redução durante o crescimento. A disponibilidade óssea da LOEM foi maior no local de inserção do segundo molar e não mudou significativamente durante o crescimento. Um ângulo de inserção mais vertical pode beneficiar a disponibilidade óssea da CIZ e do LOEM.

Palavras-chave: ortodontia; procedimentos de ancoragem ortodôntica; densidade óssea; tomografia computadorizada de raios X.

ABSTRACT

Introduction: This CBCT study aimed to evaluate the bone availability for mini-implant placement in IZC (Infra Zigomatic Crest) and MBS (Mandibular Buccal Shelf) from childhood to adulthood. **Methods:** Fifty-eight pre-treatment CBCTs of patients with different CVM skeletal maturity stages were measured bilaterally and divided into three groups. Group 1 (CVM-II, n=40); Group 2 (CVM III and IV, n=42); and Group 3 (CVM V, n=34). Dolphin® software was used to measure bone availability at three different sites of the IZC and MBS, simulating four vertical (15°, 25°, 35°, 45°) and three sagittal (0°, 10°, 20°) insertion angles. MANOVA, ANOVA, Paired t-test, Wilcoxon and Friedman tests were used for inter- and intragroup comparisons according to the normality test. Multiple regression analysis evaluated variables influence on bone availability. **Results:** Craniofacial growth from CVM-II to CVM-V significantly influenced the IZC bone availability, but less so than the vertical insertion angle and insertion site. Sagittal insertion angle was the least influential variable on IZC bone availability. MBS bone availability was not significantly changed during growth. It was mostly influenced by insertion site and vertical insertion angle. From childhood to adulthood, there was a significant and progressive decrease in the MBS tilt angle. **Conclusion:** The intermolar insertion site of the IZC had the greatest bone availability and the least reduction during growth. MBS bone availability was greatest at the second molar insertion site and did not change significantly during growth. A more vertical insertion angle can benefit both IZC and MBS bone availability.

Keywords: orthodontics; orthodontic anchorage procedures; bone density; tomography, X-ray computed.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
1.1	Objetivo principal.....	Error! Bookmark not defined.1
1.2	Objetivos específicos.....	11
	1.2.1 Comparar a disponibilidade óssea nos sítios CIZ e LOEM nas diferentes fases do desenvolvimento.....	11
	1.2.2 Comparar a disponibilidade óssea intra-grupos quanto.....	11
	1.2.2.1 aos diferentes locais de inserção em CIZ e LOEM.....	11
	1.2.2.2 aos diferentes ângulos de inserção verticais em CIZ e LOEM..	11
	1.2.2.3 aos diferentes ângulos de inserção sagital em CIZ.....	11
	1.2.2.4 às diferentes alturas de inserção em LOEM.....	11
	1.2.3 Analisar as variáveis dependentes nos sítios CIZ e LOEM.....	11
2	ARTIGO CIENTÍFICO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.2
3	CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos mini-implantes inseridos na região dento-alveolar, especialmente entre as raízes dos dentes, permitiu ao ortodontista alcançar melhores resultados clínicos ¹. A possibilidade do uso da ancoragem absoluta auxilia consideravelmente a realização de movimentos dentários complexos, como em casos de extração com retração dos dentes anteriores sem a perda de ancoragem posterior ou de intrusão de molares ou de correção de sorriso gengival por intrusão dos dentes anteriores superiores ou de correção de plano oclusal ². Porém, em determinadas situações, como a correção da relação molar, a movimentação dentária para distal dos dentes fica limitada.

Frente a isso, mais recentemente, locais de instalação fora da arcada dentária, em regiões extra-alveolares, têm sido preconizados. Na maxila, a principal área escolhida é a crista infrazigomática (CIZ) ³. Anatomicamente, a crista infrazigomática é um pilar de osso cortical inserido no processo zigomático da maxila. Clinicamente, é uma crista óssea palpável ao longo da curvatura entre os processos alveolar e zigomático da maxila. Em pacientes jovens, localiza-se entre o segundo pré-molar e o primeiro molar; enquanto que, em adultos, a crista infrazigomática está acima dos primeiros molares superiores ⁴⁻⁶.

Na mandíbula, os mini-implantes extra-alveolares são colocados próximos aos molares na região vestibular, ao longo da linha oblíqua externa (shelf mandibular) ⁷. Essa região anatômica é um local seguro para a colocação de mini-implantes extra-alveolares devido à densidade da cortical óssea presente. A inclinação do shelf mandibular (SM) lateral ao primeiro molar é bastante íngreme quando comparada a lateral do segundo molar. Uma vez que a região lateral ao segundo molar é mais plana, torna-se um local mais apropriado para a colocação destes dispositivos de ancoragem temporários. A área lateral ao terceiro molar é ainda mais plana, mas a proporção de gengiva inserida é inadequada ⁸. Como os mini-implantes ficam posicionados fora das arcadas dentárias, a distalização tende a ser mais eficaz, uma vez que possibilita o movimento em massa de todos os dentes ⁹.

A ancoragem extra-alveolar traz alguns benefícios em relação ao uso dos mini-implantes inter-radiculares, principalmente por não prejudicar estruturas anatômicas adjacentes como as raízes dentárias ¹⁰. Na maxila, traz a vantagem de fazer a correção da má oclusão de Classe II, sem extrações de pré-molares, em uma só etapa, sem a haver a necessidade de reposicionamento do mini-implante como é feito quando são utilizados mini-implantes inter-radiculares ¹¹. Se comparada às miniplacas, além da simplicidade técnica, por

não haver necessidade cirúrgica de rebatimento de mucosa para instalação e remoção, traz o benefício do custo reduzido¹². Ademais, devido ao seu formato com maior diâmetro (1,5mm-2mm) e comprimento(10mm-14mm), há uma redução no risco de fratura, sobretudo quando a liga de aço é utilizada para a confecção destes mini-implantes¹³. Na mandíbula, a distalização em bloco permite a camuflagem da má oclusão de Classe III em pacientes prognáticos⁷.

Entretanto, alguns critérios devem ser observados para a aplicação clínica dos mini-implantes extra-alveolares. Na maxila, necessita-se obrigatoriamente da exodontia prévia dos terceiros molares e o seio maxilar não deve estar rebaixado (pneumatizado) na região que compreende o segundo e o primeiro molar superior¹⁴. Quando possível, a inserção de mini-implantes na crista infrazigomática, deve ser feita na região da linha mucogengival. A instalação do parafuso sobre a área de mucosa (gengiva livre) deve ser evitada devido ao aumento significativo das chances de insucessos em função de ser uma área mais suscetível à inflamação local e ao acúmulo de placa¹⁵. Já na arcada inferior, a maior limitação desta mecânica de distalização está na distância entre a superfície distal dos segundos molares até o ramo ascendente mandibular¹⁶. As taxas de sucesso reportadas para a região do shelf mandibular são de aproximadamente 93%¹⁷. Já para a região da crista infrazigomática, são encontrados valores entre 78,2% a 100%^{18,19}.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem sido amplamente utilizada como auxiliar de diagnóstico e como ferramenta de avaliação dos resultados dos tratamentos ortodônticos²⁰. Em função da grande quantidade de informações que esse exame fornece, possui uma dose de radiação relativamente baixa²¹. Além disso, permite medições lineares tridimensionais clinicamente precisas e confiáveis da espessura do osso cortical do shelf mandibular⁸. Estudos demonstram medições com precisão de 0,1 a 2mm²². Um estudo utilizando TCFC avaliou o melhor local para a fixação de mini-implantes extra- alveolares para a correção de má oclusão severa de classe III em 12 pacientes. Seus achados indicaram a inserção do mini-implante na região lateral aos primeiros e aos segundos molares, cerca de 5 a 7mm abaixo da crista óssea alveolar e com ângulo de inserção de aproximadamente 30°¹⁶.

Na região posterior de maxila, geralmente o volume ósseo é limitado pela reabsorção vertical do osso alveolar e pela pneumatização do seio maxilar²³. A densidade óssea da região posterior da maxila diminui rapidamente com a idade e, em média, é a menos densa dentre todas as regiões dos maxilares²⁴. Um estudo demonstrou que a espessura do osso cortical localizado no espaço inter-radicular vestibular (maxila e mandíbula) e na região palatina,

entre primeiros molares permanentes e segundos pré-molares, aumenta progressivamente com a idade ²⁵.

Embora os sítios de inserção extra-alveolares evitem a interferência dos mini-implantes com as raízes dos dentes durante os movimentos dentários, a disponibilidade óssea para inserção nestes locais é relativamente restrita, requerendo avaliação criteriosa por parte do profissional, bem como a utilização de técnicas e ângulos de inserção que propiciem um maior volume ósseo para inserção segura destes dispositivos de ancoragem. Além disso, a época de interesse pela utilização dos sítios de inserção extra-alveolares se estende desde a fase de dentadura mista até a idade adulta. Porém, na fase de dentadura mista, a utilização da área alveolar para inserção de mini-implantes em tratamentos ortopédicos é dificultada pela presença dos germes dentários. Por outro lado, na idade adulta, a utilização de mini-implantes na área alveolar pode interferir com a movimentação das raízes dentárias. Assim, a utilização dos sítios extra-alveolares pode ser benéfica para superar algumas limitações dos sítios alveolares durante as diferentes fases de desenvolvimento. Porém, existe uma escassez de estudos avaliando a influência do crescimento craniofacial na disponibilidade óssea dos diversos sítios extra-alveolares.

1.1 Objetivo principal

Avaliar, por meio de análise em TCFCs, a disponibilidade óssea para a colocação de mini-implantes nos sítios extra-alveolares, representados pela região da crista infrazigomática e linha oblíqua externa da mandíbula, durante as diferentes fases do desenvolvimento.

1.2 Objetivos específicos

1.2.1 Comparar a disponibilidade óssea nos sítios CIZ e LOEM nas diferentes fases do desenvolvimento;

1.2.2 Comparar a disponibilidade óssea intra-grupos quanto:

1.2.2.1 aos diferentes locais de inserção em CIZ e LOEM;

1.2.2.2 aos diferentes ângulos de inserção verticais em CIZ e LOEM;

1.2.2.3 aos diferentes ângulos de inserção sagital em CIZ;

1.2.2.4 às diferentes alturas de inserção em LOEM.

1.2.3 Analisar as variáveis dependentes nos sítios CIZ e LOEM.

REFERÊNCIAS

1. Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage-preliminary experiences. *J Orofac Orthop* 2004;65:410-418.
2. Pujol P. Miniscrews: a simple alternative for complex treatments. *Int Orthod* 2014;12:413-430.
3. Lin JJ. A new method of placing orthodontic bone screws in IZC. . *New & Trends in Orthod* 2009;13:4-7.
4. Liou EJW, Chen PH, Wang YC, Lin JCY. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;131:352-356.
5. Melsen B, Petersen JK, Costa A. Zygoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. *J Clin Orthod* 1998;32:154-158.
6. De Clerck H, Geerinckx V, Siciliano S. The Zygoma Anchorage System. *J Clin Orthod* 2002;36:455-459.
7. Lin JJ. Treatment of severe class III with buccal mini-screws. *New & Trends in Orthod* 2010;18:3-12.
8. Rajesh R. Bone mapping of the mandibular buccal shelf - a CBCT study Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics. Chennai: The Tamilnadu Dr.M.G.R. Medical University; 2017: p. 137.
9. Park HS, Lee SK, Kwon OW. Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. *Angle Orthod* 2005;75:602-609.
10. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:9-15.
11. Al-Sibaie S, Hajeer MY. Assessment of changes following en-masse retraction with mini-implants anchorage compared to two-step retraction with conventional anchorage in patients with class II division 1 malocclusion: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 2014;36:275-283.
12. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EH, Yao CC. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:768-775.
13. Barros SE, Vanz V, Chiqueto K, Janson G, Ferreira E. Mechanical strength of stainless steel and titanium alloy mini-implants with different diameters: an experimental laboratory study. *Prog Orthod* 2021;22:9.
14. Jia X, Chen X, Huang X. Influence of orthodontic mini-implant penetration of the maxillary sinus in the infrazygomatic crest region. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;153:656-661.
15. Viwattanatipa N, Thanakitcharu S, Uttraravichien A, Pitiphat W. Survival analyses of surgical miniscrews as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:29-36.
16. Chang C, Huang, C., Roberts, W.E. 3D Cortical Bone Anatomy of the Mandibular Buccal Shelf: a CBCT study to define sites for extra-alveolar bone screws to treat Class III malocclusion. *Int J Orthod Implantol* 2016;41:74-82.
17. Chang C, Liu SS, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthod* 2015;85:905-910.

18. Uribe F, Mehr R, Mathur A, Janakiraman N, Allareddy V. Failure rates of mini-implants placed in the infrazygomatic region. *Prog Orthod* 2015;16:31.
19. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:42-47.
20. De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:609-625.
21. Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S130-135.
22. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:803-811.
23. Salmen FS, Oliveira MR, Gabrielli MAC, Piveta ACG, Pereira VAF, Gabrielli MFR. Bone grafting for alveolar ridge reconstruction. Review of 166 cases. *Rev Col Bras Cir* 2017;44:33-40.
24. MISCH CE. Cirurgia para levantamento do seio maxilar e enxerto sinusal. In: MISCH, C. E. *Implantes dentários contemporâneos*. São Paulo: Ed. Santos; 2000.
25. Centeno ACT. Avaliação da espessura de osso cortical em áreas de inserção de mini-implantes interradiculares em indivíduos de diferentes faixas etárias e padrões faciais Centro de ciências da saúde. Brazil: Universidade Federal de Santa Maria; 2018: p. 38.
26. Fayed MM, Pazera P, Katsaros C. Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 2010;80:939-951.
27. Kim SH, Kang SM, Choi YS, Kook YA, Chung KR, Huang JC. Cone-beam computed tomography evaluation of mini-implants after placement: Is root proximity a major risk factor for failure? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:264-276.
28. Kim SH, Yoon HG, Choi YS, Hwang EH, Kook YA, Nelson G. Evaluation of interdental space of the maxillary posterior area for orthodontic mini-implants with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:635-641.
29. Chang CCH, Lin JSY, Yeh HY. Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. *Curr Osteoporos Rep* 2018;16:387-394.
30. Park JH, Kook, Y., Kim, Y.J. , Lee, N. Biomechanical considerations for total distalization of the maxillary dentition using TSADs. *Seminars in Orthodontics* 2020;26:139-147.
31. Shetty SK, Vicent, S., Kumar Y, M., Madhur, V.K. Tads in Orthodontics. *Scholars Journal of Dental Sciences* 2021;8:234-238.
32. Gandhi V, Upadhyay M, Tadinada A, Yadav S. Variability associated with mandibular buccal shelf area width and height in subjects with different growth pattern, sex, and growth status. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2021;159:59-70.
33. Matias M, Flores-Mir C, Almeida MR, Vieira BDS, Freitas KMS, Nunes DC et al. Miniscrew insertion sites of infrazygomatic crest and mandibular buccal shelf in different vertical craniofacial patterns: A cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod* 2021;51:387-396.
34. Liu H, Wu X, Yang L, Ding Y. Safe zones for miniscrews in maxillary dentition distalization assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:500-506.
35. Liou EJ, Chen PH, Wang YC, Lin JC. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:352-356.

36. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2018;153:505-511.
37. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002;72:316-323.
38. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 2006;76:984-989.
39. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:779-784.
40. Arango E, Plaza-Ruiz SP, Barrero I, Villegas C. Age differences in relation to bone thickness and length of the zygomatic process of the maxilla, infrazygomatic crest, and buccal shelf area. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2022;161:510-518 e511.
41. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:495-503.
42. Ono A, Motoyoshi M, Shimizu N. Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:334-340.
43. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:100-106.
44. Lorkiewicz-Muszynska D, Kociemba W, Rewekant A, Sroka A, Jonczyk-Potoczna K, Patelska-Banaszewska M et al. Development of the maxillary sinus from birth to age 18. Postnatal growth pattern. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015;79:1393-1400.
45. Enlow DH, Bang S. Growth and Remodeling of the Human Maxilla. *Am J Orthod* 1965;51:446-464.
46. Reddy M, Jain S, Raghav P, Mohan S, Wadhawan A. Sequential Utilization of E-space for Correction of Moderate Crowding: A Case Report. *Int J Clin Pediatr Dent* 2018;11:519-525.
47. Lee HS, Choi HM, Choi DS, Jang I, Cha BK. Bone thickness of the infrazygomatic crest area in skeletal Class III growing patients: A computed tomographic study. *Imaging Sci Dent* 2013;43:261-266.
48. Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio AM, Spinuzza P, Caprioglio A, Perillo L et al. Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *Angle Orthod* 2017;87:745-751.
49. Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:190-196.
50. Yanik D, Nalbantoglu, A.M. Evaluation of the bone thickness of mandibular molars using Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Dentistry Indonesia* 2021;28:82-87.
51. Kim D, Ha JH, Jin MU, Kim YK, Kim SK. Proximity of the mandibular molar root apex from the buccal bone surface: a cone-beam computed tomographic study. *Restor Dent Endod* 2016;41:182-188.
52. Jin GC, Kim KD, Roh BD, Lee CY, Lee SJ. Buccal bone plate thickness of the Asian people. *J Endod* 2005;31:430-434.
53. Robinson IB, Sarnat BG. Growth pattern of the pig mandible; a serial roentgenographic study using metallic implants. *Am J Anat* 1955;96:37-64.

54. Ochareon P, Herring SW. Growing the mandible: role of the periosteum and its cells. *Anat Rec (Hoboken)* 2007;290:1366-1376.
55. Chen CH, Nakano, H., Liou, E.J.W., Maki, K. . A cone beam computer tomographic study of the cortical bone thickness in different class II facial patterns. *Orthod Waves* 2010;69:131.
56. Parinyachaiphun S PS, Chuenchompoonut V. Considerations for placement of mandibular buccal shelf orthodontic anchoring screw in Class III hyperdivergent and normodivergent subjects—A cone beam computed tomography study. *Orthod Waves* 2018;77:44-56.
57. Lim HC, Lee J, Kang DY, Cho IW, Shin HS, Park JC. Digital Assessment of Gingival Dimensions of Healthy Periodontium. *J Clin Med* 2021;10.