

## Bases anatômicas para ancoragens palatinas

### *Anatomical foundations for palatal anchorage*

Felipe Teixeira Costa Nascimento<sup>1</sup>, Marcelle Alvarez Rossi<sup>2</sup>, Max José Pimenta Lima<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Cirurgião-dentista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia – UFBA; <sup>2</sup>Cirurgiã-dentista, Mestre, Doutora em Morfologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Professora Associada, Departamento de Biomorfologia, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia – UFBA; <sup>3</sup>Cirurgião-dentista, Mestre em Clínica Odontológica, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Doutor em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP, Professor Associado, Departamento de Bioquímica e Biofísica, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia – UFBA.

#### Resumo

**Introdução:** a região do palato duro, por sua localização central e estrutura óssea densa, tornou-se uma das áreas preferenciais para a instalação de dispositivos de ancoragem temporária, como os mini-implantes, especialmente em procedimentos como a expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes (MARPE). Estudos morfológicos demonstram que a espessura e a densidade óssea do palato variam conforme fatores clínicos. Dessa forma, este estudo visa obter informações anatômicas para a ancoragem esquelética no palato, por meio da medição da espessura de diferentes seções. **Metodologia:** trata-se um estudo de caráter experimental, no qual foram utilizados 20 palatos ósseos, divididos em 08 seções para a padronização dos sítios de medição de espessura. A espessura de cada fragmento foi medida com um paquímetro digital, e suas médias e a relação entre os lados foram analisadas no *software* IBM SPSS Statistics. **Resultados:** foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os lados em uma região, a SEC6 ( $p < 0,05$ ). As demais regiões não apresentaram diferenças significativas. **Conclusão:** a análise por seções demonstrou que, especialmente nas regiões de 1 a 5 (anteriores), a espessura óssea se mostra mais favorável, destacando a seção 2 como a de melhor desempenho. A constatação de assimetrias em algumas regiões reforça a importância da avaliação anatômica detalhada e personalizada.

**Palavras-chave:** Osso palatino; procedimentos de ancoragem ortodôntica; mini-implantes; anatomia; palato duro.

#### Abstract

**Introduction:** the hard palate, due to its central location and dense bone structure, has become a preferred area for the placement of temporary anchorage devices, such as mini-implants, especially in procedures such as Mini-implant Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). Morphological studies have demonstrated that bone thickness and density vary according to specific clinical factors. Therefore, this study aims to obtain anatomical information for skeletal anchorage in the palate by measuring the thickness of different sections. **Materials and Methods:** this study employed an experimental design using 20 palatal bones. These were divided into eight sections to standardise the measurement sites for bone thickness. The thickness of each fragment was measured with a digital calliper, and their means and side-to-side comparisons were analysed using IBM SPSS Statistics software. **Results:** statistically significant differences were observed between the sides in one region, SEC6 ( $p < 0.05$ ). The other regions showed no significant differences. **Conclusion:** sectional analysis demonstrated that, especially in regions 1 to 5 (anterior), bone thickness was more favourable, with section 2 standing out as the most suitable. The finding of asymmetries in some regions reinforces the importance of a detailed and personalised anatomical assessment. **Keywords:** Palatine Bone; Orthodontic Anchorage Procedures; Mini-implants; Anatomy; Hard Palate.

## INTRODUÇÃO

O uso de ancoragens esqueléticas, especialmente mini-implantes palatinos, tem revolucionado a prática ortodôntica ao proporcionar maior controle biomecânico, previsibilidade e versatilidade nos tratamentos<sup>1,2</sup>. A região do palato duro, por sua localização central e estrutura óssea densa, tornou-se uma das áreas preferenciais para a instalação de dispositivos de ancoragem temporária, como os mini-implantes, especialmente em procedimentos como a expansão rápida da maxila

assistida por mini-implantes (MARPE)<sup>3,4</sup>. Contudo, a variabilidade anatômica individual do palato – incluindo espessura óssea, densidade trabecular, volume de tecidos moles e estágio de maturação da sutura palatina mediana – influencia diretamente o sucesso clínico desses dispositivos<sup>5-10</sup>. Fatores clínicos também devem ser considerados na influência sobre a morfologia palatina e, por consequência, sobre a viabilidade da ancoragem<sup>11-13</sup>.

Estudos morfológicos demonstram que a espessura e a densidade óssea variam conforme fatores como idade, sexo, padrão de crescimento vertical e tipo respiratório<sup>6,14,15</sup>. A maturação da sutura palatina mediana também é um aspecto essencial a ser avaliado previamente, es-

**Correspondente/Corresponding:** \* Max José Pimenta Lima – Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Canela, Salvador (BA), 40231-300. – Telefone: (71) 99291-2810, – E-mail: maxjpl@hotmail.com

pecialmente em procedimentos que envolvem expansão palatina, como o MARPE<sup>3,5</sup>.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) tem sido amplamente utilizada para identificar as zonas de segurança para instalação de mini-implantes, destacando áreas como a ruga palatina anterior, onde a espessura cortical é geralmente superior<sup>8,10,16</sup>. Em contrapartida, áreas mais posteriores e laterais do palato requerem maior cautela, devido à presença de estruturas anatômicas adjacentes e à redução da densidade óssea<sup>17-20</sup>.

Situações clínicas mais complexas, como pacientes com fissura palatina ou aqueles reabilitados com implantes zigomáticos, exigem planejamento anatômico individualizado e, muitas vezes, soluções personalizadas com base em modelagens biomecânicas e guias digitais<sup>12,13,21</sup>. E ainda, revisões sistemáticas reforçam a necessidade de planejamento tridimensional e avaliação prévia com CBCT para garantir segurança e eficácia na inserção dos mini-implantes<sup>22,23</sup>.

Dessa forma, este estudo visa obter informações anatômicas para a ancoragem esquelética de mini-implantes ortodônticos no palato, por meio de medição da espessura de diferentes secções do palato ósseo, bem como fornecer embasamento anatômico para uma maior previsibilidade desse procedimento, que visa a movimentação ortodôntica. Outrossim, o presente trabalho tem o fito de: obter a média de medidas de espessura de diferentes secções do palato ósseo, que são áreas de ancoragem dos mini-implantes ortodônticos; comparar as medidas de espessura das diferentes secções do palato ósseo; obter dados referentes à simetria das medidas entre os lados direito e esquerdo.

## METODOLOGIA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob registro 88643125.2.0000.5662.

Trata-se um estudo de caráter experimental, no qual foram utilizados 20 (vinte) palatos ósseos (ossos maxilares e palatinos) desarticulados e crânios (que foram serrados quando não houve o suficiente da amostra já desarticulada) pertencentes ao acervo do Laboratório de Anatomia do Instituto de Ciências da Saúde (ICS, UFBA).

O palato ósseo foi dividido em 8 secções para a padronização dos sítios de medição de espessura. Para isso, foram definidos os seguintes pontos e linhas (Figuras 1 e 2):

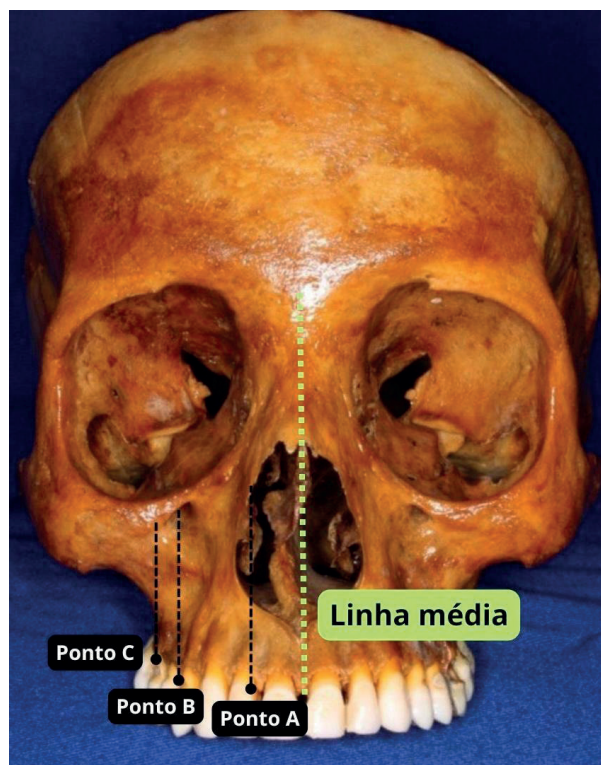
Ponto A – Ponto mais baixo do rebordo maxilar, seguindo-se uma linha a partir da margem lateral da incisura nasal. Corresponde, aproximadamente, à zona de canino.

Ponto B – Ponto mais baixo do rebordo maxilar, seguindo-se uma linha que tangencia a margem lateral do forame infraorbital. Corresponde, aproximadamente, à zona de pré-molares.

Ponto C – Ponto mais baixo do rebordo maxilar, seguindo-se uma linha a partir da crista zigomático-alveolar.

Linha Z – Linha que corresponde à sutura palatina mediana.

**Figura 1** – Vista frontal do crânio com as referências anatômicas para os pontos A, B, C e linha média.



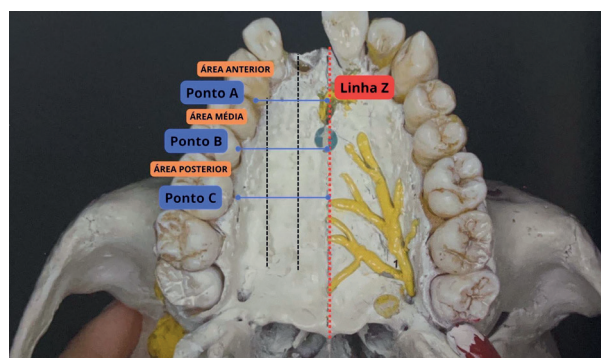
Fonte: autoria própria

Foram definidas as áreas anterior, média e posterior através de linhas traçadas do ponto A à linha Z, do ponto B à linha Z, do ponto C à linha Z, respectivamente. Essas linhas estão paralelas entre si e perpendiculares à linha Z (Figura 2).

A área anterior foi dividida em 2 secções por uma linha perpendicular à linha traçada do ponto A à linha Z, na metade de sua distância (Figura 3).

As áreas média e posterior foram divididas em 3 secções, pela mesma linha que divide a área A e por outra linha equidistante (Figura 3).

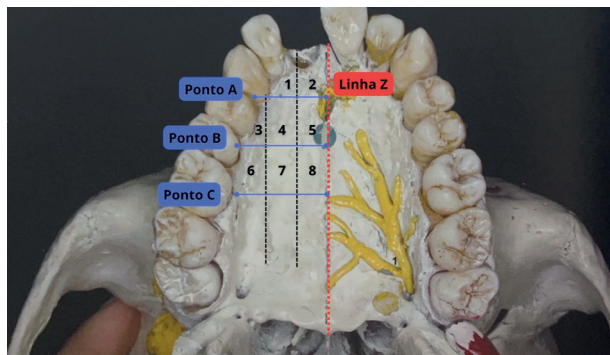
**Figura 2** – Vista inferior do palato ósseo com as divisões das áreas anterior, média e posterior.



Fonte: autoria própria

Dessa maneira, foram definidas as secções 1 a 8 (Figura 3), que foram identificadas, em cada crânio, com caneta tipo hidrocor.

**Figura 3** – Vista inferior do palato ósseo com as secções de 1 a 8.



Fonte: autoria própria

Foi removido um fragmento circular de cada uma dessas secções com a broca trefina de diâmetro 2mm.

A espessura de cada fragmento foi medida com o paquímetro digital da marca MITUTOYO e registrada

pelo examinador em uma tabela. A unidade de medida foi o milímetro.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* IBM SPSS Statistics (versão 29.0.1.0). Inicialmente, foi avaliada a normalidade da distribuição das diferenças entre os lados direito (D) e esquerdo (E) em cada uma das oito regiões palatinas, por meio do teste de Shapiro-Wilk. Como as diferenças apresentaram distribuição normal ( $p > 0,05$ ), foi aplicado o teste t pareado para comparar as médias das espessuras ósseas entre os lados. Foram considerados estatisticamente significativos os resultados com  $p < 0,05$ , com todos os testes conduzidos em modelo bilateral. As variáveis quantitativas foram expressas como média  $\pm$  desvio padrão, e os resultados foram apresentados por região anatômica.

## RESULTADOS

O Quadro 01 apresenta uma descrição mapeada de cada palato ósseo estudado e suas medidas separadas por lados, direito e esquerdo, para cada uma das oito regiões analisadas. Em todas as oito seções (SEC1-SEC8), os dados apresentaram distribuição normal das diferenças ( $p > 0,05$ ), sendo analisados com o teste t pareado.

**Quadro 1** – Medidas de cada palato e de seus lados, por seção.

| Secção | 1_D   | 1_E   | 2_D   | 2_E   | 3_D  | 3_E  | 4_D   | 4_E   | 5_D  | 5_E  | 6_D  | 6_E  | 7_D  | 7_E  | 8_D  | 8_E  |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Crânio |       |       |       |       |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| C1     | 3.75  | 7.93  | 5.57  | 11.06 | 6.64 | 7.99 | 7.43  | 8.78  | 5.66 | 6.24 | 1.76 | 1.81 | 3.58 | 5.49 | 4.81 | 4.12 |
| C2     | 4.70  | 6.45  | 4.27  | 4.80  | 5.06 | 8.83 | 3.01  | 10.23 | 6.41 | 4.23 | 3.28 | 6.23 | 3.67 | 4.53 | 2.99 | 7.24 |
| C3     | 11.35 | 7.76  | 10.75 | 9.68  | 3.47 | 8.78 | 6.83  | 1.55  | 3.51 | 2.43 | 2.00 | 2.95 | 0.89 | 1.28 | 1.33 | 0.89 |
| C4     | 5.83  | 10.73 | 9.52  | 10.99 | 7.90 | 3.35 | 5.95  | 9.00  | 4.03 | 3.60 | 7.86 | 9.84 | 1.71 | 3.25 | 3.36 | 4.14 |
| C5     | 5.61  | 4.47  | 1.31  | 7.16  | 2.92 | 3.72 | 5.90  | 2.76  | 2.21 | 3.27 | 0.58 | 3.21 | 4.11 | 3.22 | 5.42 | 4.06 |
| C6     | 2.74  | 5.13  | 6.20  | 5.56  | 8.98 | 8.42 | 3.33  | 2.97  | 3.34 | 1.98 | 1.39 | 4.61 | 3.22 | 1.75 | 1.34 | 2.58 |
| C7     | 6.21  | 7.48  | 9.03  | 9.16  | 7.50 | 3.54 | 7.18  | 8.70  | 3.06 | 2.94 | 2.08 | 2.92 | 5.56 | 2.17 | 1.45 | 2.22 |
| C8     | 3.52  | 3.82  | 9.03  | 9.84  | 6.56 | 5.56 | 10.12 | 8.17  | 4.25 | 5.68 | 0.99 | 1.22 | 1.07 | 1.99 | 0.85 | 1.62 |

Fonte: dados da pesquisa

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os lados em uma região, a SEC6 ( $p < 0,05$ ). As demais regiões não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Avaliação das medidas das seções e da correlação entre seus lados.

| Par   | Lado das secções | Média  | Desvio padrão | Correlação entre os lados (p-valor) |
|-------|------------------|--------|---------------|-------------------------------------|
| Par 1 | SEC1_D           | 5.4638 | 2.67469       | 0.239                               |
|       | SEC1_E           | 6.7213 | 2.24490       |                                     |

|       |        |        |         |       |
|-------|--------|--------|---------|-------|
| Par 2 | SEC2_D | 6.9600 | 3.18828 | 0.138 |
|       | SEC2_E | 8.5313 | 2.40531 |       |
| Par 3 | SEC3_D | 6.1288 | 2.14149 | 0.908 |
|       | SEC3_E | 6.2738 | 2.49056 |       |
| Par 4 | SEC4_D | 6.2187 | 2.29282 | 0.833 |
|       | SEC4_E | 6.5200 | 3.46282 |       |
| Par 5 | SEC5_D | 4.0588 | 1.38166 | 0.571 |
|       | SEC5_E | 3.7963 | 1.50820 |       |
| Par 6 | SEC6_D | 2.4925 | 2.31486 | 0.008 |
|       | SEC6_E | 4.0988 | 2.79771 |       |
| Par 7 | SEC7_D | 2.9763 | 1.62375 | 0.980 |
|       | SEC7_E | 2.9600 | 1.45744 |       |

|       |        |        |         |       |
|-------|--------|--------|---------|-------|
| Par 8 | SEC8_D | 2.6937 | 1.73540 | 0.307 |
|       | SEC8_E | 3.3588 | 1.99166 |       |

Fonte: dados da pesquisa

As diferenças encontradas entre os lados não evidenciaram um padrão sistemático de dominância lateral, sugerindo assimetria anatômica individual em algumas regiões do palato ósseo.

## DISCUSSÃO

O conhecimento detalhado das bases anatômicas do palato é fundamental para o planejamento e a escolha precisa dos locais de inserção dos dispositivos de ancoragem, minimizando riscos, como falhas de estabilidade, perfurações indesejadas e danos a estruturas adjacentes e nobres<sup>17,23</sup>. Além disso, o entendimento detalhado das estruturas anatômicas, ossos e tecidos moles, da região palatina é imprescindível para o sucesso das ancoragens ortodônticas e de implantes, contribuindo para tratamentos seguros, personalizados e com menores taxas de insucesso<sup>24-34</sup>.

É observado, na literatura<sup>7,12,14-16,26,30,31</sup>, que a espessura média do osso palatino tende a ser maior nas regiões anteriores, como também a diminuir nas regiões posteriores. Esse fenômeno foi observado no presente estudo, ratificando a metodologia empregada. Além disso, Schubert et al.<sup>7</sup> (2024), utilizando um padrão de mapeamento do palato semelhante, com análises tomográficas e com uma amostra robusta, relataram a média de  $10,44 \pm 2,53$  mm na região anterior, e apenas  $3,44 \pm 1,16$  mm na região posterior, semelhantes às médias  $8,53 \pm 2,40$  mm (anterior) e  $2,69 \pm 1,73$  mm (posterior) do presente trabalho. Kang, Cha, Yan.<sup>14</sup> (2020) afirmam que a espessura mínima para a inserção de mini-implantes é 5 mm, demonstrando que a região anterior é a mais indicada para essa instalação. Nesse contexto ainda, Schubert et al.<sup>7</sup> não observaram grandes diferenças no quesito simetria do palato, corroborando o atual estudo. A espessura óssea menor das regiões posteriores do palato foi juntamente observada na literatura com uma maior espessura da mucosa palatina, que são inversamente proporcionais, fato que pode justificar a maior espessura anterior<sup>16,19,26</sup>.

A literatura<sup>2,13,23,30</sup> registra que um dos desafios dos dispositivos de ancoragem é sua instalação e estabilidade. Dessa forma, eles devem ser inseridos em sítios ósseos com boa retenção e espessura adequada, ainda que haja outros fatores relacionados<sup>3</sup>. O presente estudo verificou que a região anterior é a mais robusta, mais precisamente as secções de 1 a 5, tendo a secção 2 melhores resultados, 7 a 8,5 mm, aproximadamente.

As secções mais anteriores (1 a 4) obtiveram medições com relativa assimetria entre os lados, mesmo com um  $p > 0,05$ , mas com desvios padrão maiores, demonstrando uma variabilidade entre os lados e entre indivíduos, fato que está em consonância com estudo

retrospectivo de Krieger, Yildizhan, Wehrbein<sup>2</sup> (2015), baseado na análise dos prontuários de pacientes. Uma das razões para essa variedade são as pregas palatinas, as quais, por sua vez, são visualizadas também no tecido ósseo. Por isso, há a necessidade de um planejamento individualizado para cada paciente, somado ao fato de que o palato é uma região rica em tecidos nobres e multivariados, fazendo-se necessário um estudo completo de sua anatomia e sua condição clínica, uma vez que um histórico prévio de cirurgia na região, por causa de fissuras labiopalatinas, cistos ou tumores, pode mudar o curso do tratamento<sup>5-7,12,19,20,23</sup>.

A secção 6 apresentou o único  $p < 0,05$  na sua comparação entre os lados, e esse fato pode ser explicado pela presença dos sulcos deixados pelos nervos, pelas artérias e veias palatinas, os quais possuem um trajeto sinuoso e não uniforme, variando intra (entre os lados) e interindivíduo. Nesse aspecto, essa variância afeta a espessura do osso subjacente, podendo causar essa assimetria palatina. Essa variabilidade anatômica já foi constatada em alguns estudos<sup>10,19,20,23</sup>.

Neste estudo, de natureza descritiva e exploratória, utilizou-se o valor de  $p < 0,05$  como critério de significância estatística, sem aplicação de correções para comparações múltiplas, por se tratar de uma análise com número limitado de testes e foco em identificar padrões anatômicos preliminares. Os resultados devem ser interpretados com cautela e considerados como indicativos para investigações futuras.

## CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a região anterior do palato apresenta as melhores condições anatômicas para a instalação de dispositivos de ancoragem ortodôntica, com maior espessura óssea e menor variabilidade entre os indivíduos. A análise por secções demonstrou que, especialmente nas regiões de 1 a 5, a espessura óssea se mostra mais favorável, destacando-se a secção 2 como a de melhor desempenho. A constatação de assimetrias, em algumas regiões, reforça a importância da avaliação anatômica detalhada e personalizada. Esses achados contribuem para o aprimoramento dos critérios clínicos na seleção do local de inserção de dispositivos de ancoragem palatinos, promovendo maior previsibilidade e segurança nos tratamentos ortodônticos.

## REFERÊNCIAS

1. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod*. 2017 Feb;22(1):110-25. doi: 10.1590/2177-6709.22.1.110-125.sar
2. Krieger E, Yildizhan Z, Wehrbein H. One palatal implant for skeletal anchorage – frequency and range of indications. *Head Face Med*. 2015 Apr 21;11:15. doi: 10.1186/s13005-015-0073-x
3. Oliveira CB, Ayub P, Angelieri F, Murata WH, Suzuki SS, Ravelli DB, Santos-Pinto A. Evaluation of factors related to the success of

- miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 2021 Mar 1;91(2):187-94. doi: 10.2319/051420-436.1
4. Copello FM, Silveira AM, Castro ACR, Lopes RT, Ko F, Sumner DR, Sant'Anna EF. In-vitro trabecular bone damage following mono – and bicortical mini implants anchorage in mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE). *Int Orthod.* 2021 Jun;19(2):243-51. doi: 10.1016/j.ortho.2021.02.003
5. Angelieri F, Cevitanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Nov;144(5):759-69. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022.
6. Yadav S, Sachs E, Vishwanath M, Knecht K, Upadhyay M, Nanda R, Tadinada A. Gender and growth variation in palatal bone thickness and density for mini-implant placement. *Prog Orthod.* 2018 Nov 5;19(1):43. doi: 10.1186/s40510-018-0241-1
7. Schubert H, Matta R, Seidel A, Adler W, Wichmann M, Kesting M, Lutz R. Three-dimensional digital imaging analysis of the palatal bone thickness for orthodontic mini-implant insertion – determination of the safe zone and angulation. *BMC Oral Health.* 2024 Nov 28;24(1):1448. doi: 10.1186/s12903-024-05229-y
8. Lai RF, Zou H, Kong WD, Lin W. Applied anatomic site study of palatal anchorage implants using cone beam computed tomography. *Int J Oral Sci.* 2010 Jun;2(2):98-104. doi: 10.4248/IJOS10036
9. Hourfar J, Kanavakis G, Bister D, Schätzle M, Awad L, Nienkemper M, Goldbecher C, Ludwig B. Three dimensional anatomical exploration of the anterior hard palate at the level of the third ruga for the placement of mini-implants – a cone-beam CT study. *Eur J Orthod.* 2015 Dec;37(6):589-95. doi: 10.1093/ejo/cju093
10. Nucera R, Ciancio E, Maino G, Barbera S, Imbesi E, Bellocchio AM. Evaluation of bone depth, cortical bone, and mucosa thickness of palatal posterior supra-alveolar insertion site for miniscrew placement. *Prog Orthod.* 2022 Jun 6;23(1):18. doi: 10.1186/s40510-022-00412-9
11. Lione R, Franchi L, Huanca Ghislazoni LT, Primozi J, Buongiorno M, Cozza P. Palatal surface and volume in mouth-breathing subjects evaluated with three-dimensional analysis of digital dental casts – a controlled study. *Eur J Orthod.* 2015 Feb;37(1):101-4. doi: 10.1093/ejo/cju018
12. Moscarino S, Scholz J, Bastian A, Knaup I, Wolf M. Bone and soft tissue palatal morphology and potential anchorage sides in cleft palate patients. *Ann Anat.* 2019 Jul;224:41-46. doi: 10.1016/j.aanat.2019.02.005
13. Brånemark PI, Gröndahl K, Öhrnell LO, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2004;38(2):70-85. doi: 10.1080/02844310310023918.
14. Kang Q, Cha C, Yan X. Evaluation of palatal support tissues for placement of orthodontic mini-implants in mouth breathers with high-narrow palates versus nose breathers with normal palates: a retrospective study. *Clin Oral Investig.* 2020 Dec;24(12):4389-97. doi: 10.1007/s00784-020-03391-0
15. Vega Mendigure NP de la, Bashualdo Candia DR, Valer Jáuregui V. Palatal bone thickness for mini-implant insertion in different vertical growth patterns: a systematic review. *Rev Cient Odontol (Lima).* 2023 Jun 29;11(2):e152. doi: 10.21142/2523-2754-1102-2023-152
16. Lee JA, Ahn HW, Oh SH, Park KH, Kim SH, Nelson G. Evaluation of interradicular space, soft tissue, and hard tissue of the posterior palatal alveolar process for orthodontic mini-implant, using cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Apr;159(4):460-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.01.019
17. Holm M, Jost-Brinkmann PG, Mah J, Bumann A. Bone thickness of the anterior palate for orthodontic miniscrews. *Angle Orthod.* 2016 Sep;86(5):826-31. doi: 10.2319/091515-622.1
18. Wang M, Sun Y, Yu Y, Ding X. Evaluation of Palatal Bone Thickness for Insertion of Orthodontic Mini-Implants in Adults and Adolescents. *J Craniofac Surg.* 2017 Sep;28(6):1468-71. doi: 10.1097/SCS.0000000000003906
19. Seidel A, Schmitt C, Matta RE, Buchbender M, Wichmann M, Berger L. Investigation of the palatal soft tissue volume: a 3D virtual analysis for digital workflows and presurgical planning. *BMC Oral Health.* 2022 Aug 23;22(1):361. doi: 10.1186/s12903-022-02391-z
20. Schmitt CM, Brückbauer P, Schlegel KA, Buchbender M, Adler W, Matta RE. Volumetric soft tissue alterations in the early healing phase after peri – implant soft tissue contour augmentation with a porcine collagen matrix versus the autologous connective tissue graft: A controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2021 Jan;48(1):145-62. doi: 10.1111/jcpe.13387
21. Suetenkov D, Ivanov D, Dol A, Diachkova E, Vasil'ev Y, Kossovich L. Construction of Customized Palatal Orthodontic Devices on Skeletal Anchorage Using Biomechanical Modeling. *Bioengineering (Basel).* 2022 Jan 1;9(1):12. doi: 10.3390/bioengineering9010012
22. Caetano GR, Soares MQ, Oliveira LB, Junqueira JL, Nascimento MC. Two-dimensional radiographs versus cone-beam computed tomography in planning mini-implant placement: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2022 Aug 1;14(8):e669-77. doi: 10.4317/jced.59384
23. Villa-Obando YA, Correa-Orsorio SM, Castrillon-Marin RA, Vivas-Builes AM, Ardila CM. Effect of Anchorage Modifications on the Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus.* 2024 Oct 21;16(10):e72008. doi: 10.7759/cureus.72008
24. Centeno ACT, Fensterseifer CK, Chami VO, Ferreira ES, Marquesan M, Ferrazzo VA. Correlation between cortical bone thickness at mini-implant insertion sites and age of patient. *Dental Press J Orthod.* 2022 Feb 28;27(1):e222098. doi: 10.1590/2177-6709.27.1.e222098.oar
25. Schätzle MA, Hersberger-Zurfluh M, Patcas R. Factors influencing the removal torque of palatal implant used for orthodontic anchorage. *Prog Orthod.* 2021 Jun 7;22(1):16. doi: 10.1186/s40510-021-00359-3
26. Möhlhenrich SC, Brandt M, Kniha K, Prescher A, Hölzle F, Modabber A, et al. Accuracy of orthodontic mini-implants placed at the anterior palate by tooth-borne or gingiva-borne guide support: a cadaveric study. *Clin Oral Investig.* 2019 Dec;23(12):4425-31. doi: 10.1007/s00784-019-02885-1
27. Olmos M, Matta R, Buchbender M, Jaeckel F, Nobis CP, Weber M, et al. 3D assessment of the nasolabial region in cleft models comparing an intraoral and a facial scanner to a validated baseline. *Sci Rep.* 2023 Jul 27;13(1):12216. doi: 10.1038/s41598-023-39352-7
28. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975 Jul;68(1):42-54. doi: 10.1016/0002-9416(75)90158-x
29. Chen S, Darby I. Inter-implant distance and buccal bone thickness for a novel implant design: a preclinical study. *Clin Oral Investig.* 2023 Jun;27(6):3261-74. doi: 10.1007/s00784-023-04942-2
30. Al-Hafidh NN, Al-Khatib AR, Al-Hafidh NN. Assessment of the cortical bone thickness by CT-scan and its association with orthodontic implant position in a young adult Eastern Mediterranean population: A cross sectional study. *Int Orthod.* 2020 Jun;18(2):246-57. doi: 10.1016/j.ortho.2020.02.001

31. Lyu X, Guo J, Chen L, Gao Y, Liu L, Pu L, et al. Assessment of available sites for palatal orthodontic mini-implants through cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2020 Jul 1;90(4):516-23. doi: 10.2319/070719-457.1
32. D'Agostino A, Lombardo G, Favero V, Signoriello A, Bressan A, Lonardi F, et al. Complications related to zygomatic implants placement: A retrospective evaluation with 5 years follow-up. *J Craniomaxillofac Surg.* 2021 Jul;49(7):620-7. doi: 10.1016/j.jcms.2021.01.020
33. Ramezanzade S, Yates J, Tuminelli FJ, Keyhan SO, Yousefi P, Lopez-z-Lopez J. Zygomatic implants placed in atrophic maxilla: an overview of current systematic reviews and meta-analysis. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2021 Jan 6;43(1):1. doi: 10.1186/s40902-020-00286-z
34. Kämmerer PW, Fan S, Aparicio C, Bedrossian E, Davó R, Morton D, et al. Evaluation of surgical techniques in survival rate and complications of zygomatic implants for the rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla: a systematic review. *Int J Implant Dent.* 2023 May 17;9(1):11. doi: 10.1186/s40729-023-00478-y

---

Sub: 07/01/2025  
Aceite: 03/11/2025