



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Alterações da superfície e ponta ativa de mini- implantes de liga de titânio antes e após inserção em osso: um estudo in vitro

Raquel Alexandra Pereira Magalhães

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Ortodontia

—

Gandra, março de 2023

Raquel Alexandra Pereira Magalhães

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Ortodontia**

Alterações da superfície e ponta ativa de mini-implantes de liga de titânio antes e após inserção em osso: um estudo in vitro

Trabalho realizado sob a Orientação de

Primavera Sousa Santos

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Aceitação do Orientador

Eu, Primavera Sousa Santos, com a categoria profissional de Professora Auxiliar Convidada do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador da Tese de Mestrado intitulada “Alterações da superfície e ponta ativa de mini-implantes de liga de titânio antes e após inserção em osso: um estudo in vitro”, da aluna do Mestrado em Ortodontia, Raquel Alexandra Pereira Magalhães, e declaro que sou favorável para que a Tese de Mestrado seja presente ao júri para admissão a provas conducentes à obtenção do grau de Mestre em Ortodontia.

Gandra, 03 de Março de 2023

A orientadora,

Alterações da superfície e ponta ativa de mini-implantes de liga de titânio antes e após inserção em osso: um estudo in vitro

Raquel Pereira Magalhães¹, Primavera Sousa-Santos²

1 Departamento de Ciências Dentárias, Instituto Universitário de Ciências da Saúde (IUCS), CESPU, 4585-116 Gandra, Portugal

2 UNIPRO—Unidade de Pesquisa de Patologia Oral e Reabilitação, Instituto Universitário de Ciências da Saúde (IUCS), CESPU, 4585-116 Gandra, Portugal

Resumo

Introdução: Ao longo do tratamento ortodôntico um dos maiores desafios com que o ortodontista se depara é a manutenção da ancoragem uma vez que para todo o movimento dentário desejado numa determinada direção, existe sempre um movimento dentário indesejado dos restantes dentes na direção oposta.

A ancoragem esquelética através de mini-implantes permite a realização de movimentos dentários dificilmente realizados anteriormente. Durante o processo de utilização do mini-implante de liga de titânio pode ocorrer corrosão e microfaturas, levando a uma alteração da estrutura e superfície.

Objetivos: Avaliar as alterações na superfície dos mini-implantes de titânio, antes e após inserção em osso suíno; avaliar as alterações na ponta ativa dos mini-implantes de titânio, antes e após inserção em osso suíno.

Materiais e Métodos: A superfície dos mini-implantes foi observada microscopicamente antes da inserção óssea. Posteriormente os mini-implantes foram inseridos em osso suíno e, após desinserção, a superfície foi observada microscopicamente.

Resultados: Foram observadas pequenas fissuras e estrias nos mini-implantes de ambos os grupos. Para além das alterações morfológicas verificou-se a presença de partículas aderidas de matéria orgânica nos dois grupos. O achatamento da ponta ativa foi maior nos mini-implantes do grupo experimental.

Conclusão: Existem alterações visíveis na morfologia superficial dos mini-implantes de liga de titânio (Ti6Al4V) dos dois grupos levando-nos a concluir que as alterações se devem, maioritariamente ao processo de fabrico e não ao processo de inserção e desinserção dos mini-implantes em osso.

Palavras-Chave: ancoragem ortodôntica, mini-implante, titânio, morfologia superficial

Abstract

Introduction: During orthodontic treatment, one of the greatest challenges faced by orthodontists is anchorage maintenance, since for every tooth movement desired in a particular direction, there is always an undesired movement of the other teeth in the opposite direction.

Skeletal anchorage using miniscrews allows dental movements that were hardly performed before. During the process of using titanium alloy mini-implants, corrosion and micro fractures may occur, leading to changes in the structure and surface.

Objectives: Evaluate the changes on the surface of titanium mini-implants, before and after their insertion in porcine bone; Evaluate the changes in the active tip of titanium miniscrews before and after their insertion into porcine bone.

Materials and Methods: The surface of the mini-implants will be microscopically observed before their bone insertion. Subsequently, the mini-implants will be inserted into porcine bone and then removed and the surface will be observed microscopically.

Results: Small cracks and striations were observed in mini-implants of both groups. Besides morphological alterations, adhered particles of organic matter were found in both groups. The flattening of the active tip was greater in the mini-implants of the experimental group.

Conclusion: There are visible changes in the surface morphology of the titanium alloy mini-implants (Ti6Al4V) of both groups leading us to conclude that the changes are mostly due to the manufacturing process and not to the process of insertion and removal of mini-implants in bone.

Keywords: “orthodontic anchorage”, “mini-implant”, “titanium”, “surface morphology”

Introdução

A ancoragem esquelética através de mini-implantes (MI's) permite um menor movimento recíproco indesejado, permitindo obter uma maior ancoragem e uma potencialização do movimento dentário desejado. ⁽¹⁻¹⁰⁾ Assim sendo torna-se possível a realização de movimentos dentários dificilmente realizados anteriormente. ^(1,3-5,11,12)

A literatura demonstra que durante o processo de utilização do mini-implante (MI) de liga de titânio pode ocorrer corrosão e o aparecimento de microfraturas, levando a uma alteração da sua estrutura e superfície. ^(9,12-15)

Estudos prévios, como o de Jiman et al. ⁽¹⁵⁾ e o de AlSamak et al. ⁽¹⁶⁾ demonstraram que estas alterações da superfície já são visíveis em MI's novos e que, após utilização as principais alterações passam pela visualização de um achatamento da ponta ativa e a presença de pequenas estrias e microfraturas. ⁽¹⁵⁻¹⁷⁾

Por vezes os Ortodontistas removem o MI e reutilizam-no, seja por razões económicas ou pela necessidade de reposicioná-lo noutro local. Para que este procedimento possa ocorrer com segurança é necessário verificar se o MI sofreu alterações na sua estrutura ou superfície após utilização, de forma a perceber se as suas propriedades iniciais poderão ser mantidas e este pode ser utilizado com segurança.

Posto isto, o presente estudo pretende avaliar as alterações superficiais e estruturais sofridas pelo mini-implante após inserção óssea.

2. Materiais e Métodos

A amostra do estudo foi composta por 10 MI's de 8 mm de comprimento e 1,6 mm de diâmetro da marca DEWIMED (Figura 1).

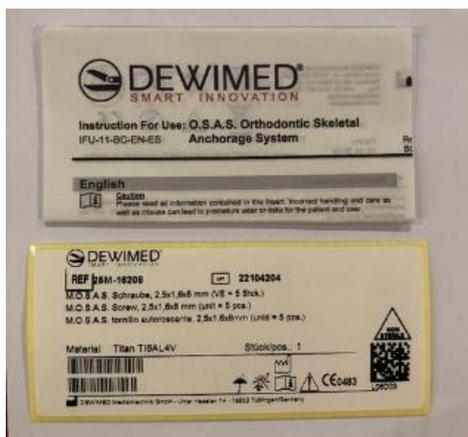


Figura 1 - Folha descritiva dos mini-implantes da Dewimed.

Os MI's foram divididos em dois grupos:

Grupo 1 – Grupo Controlo – MI's novos, recebidos do fornecedor na embalagem.

Grupo 2 – Grupo Experimental – MI's sujeitos ao processo de inserção e desinserção em osso suíno.

Os MI's novos (G1) foram removidos da embalagem, Figura 2, apenas no momento de observação ao microscópio eletrónico de varredura (SEM), com utilização de uma pinça laboratorial para que não existisse contaminação.

Os MI's do G2 foram removidos da embalagem do fornecedor e foram inseridos manualmente em osso suíno com uma angulação de 45 graus com recurso a uma chave de MI's, Figura 3. O processo de inserção e desinserção de todos os MI's foi realizado pelo mesmo operador.



Figura 2 - Mini-implantes na embalagem do fornecedor.



Figura 3 - Mini-implante inserido em osso suíno.

Após desinserção, os MI's foram limpos mecanicamente com o auxílio de uma escova e água e, de seguida, foram colocados num recipiente de vidro e limpos através de um aparelho de limpeza ultrassónica (HYGOsonic, Durr Dental) durante 30 minutos utilizando 1500 ml de água e 3,5 ml de detergente (Dento-Viractis Instrugerm 51), Figura 4, com o intuito de remover os resíduos de matéria orgânica da superfície. Todos os MI's foram armazenados em mangas de esterilização, como podemos ver na Figura 5.



Figura 4 - Mini-implantes no processo de limpeza ultrassónica.



Figura 5 - Mini-implantes armazenados em mangas individuais.

No momento de visualização os MI's novos e usados foram removidos da embalagem e da manga respetivamente e colocados no disco para visualização ao SEM, Figura 6.



Figura 6- Mini-implantes no disco para visualização ao SEM (JSM-6010 LV, JEOL).

Foram analisadas imagens do corpo, espiras e ponta ativa dos MI's com ampliações de 50X e 100X para que fosse possível ver a estrutura geral do MI e a sua morfologia microscópica. Todo o processo de manuseamento e observação dos MI's foi realizado pelo mesmo operador para evitar variações.

3. Resultados

ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DOS MINI-IMPLANTES DE LIGA DE TITÂNIO ANTES DA UTILIZAÇÃO

Após observação dos MI's novos ao SEM verificamos que a superfície apresentava algumas alterações. Tal como podemos ver nas Figuras 7 e 8 foram observadas pequenas fissuras e estrias, presumivelmente provenientes do processo de produção.

Para além das alterações morfológicas verificou-se a presença de partículas aderidas de matéria orgânica. Assim sendo, não se verificou a existência de uma superfície lisa e estéril em todo o MI como seria de esperar. As alterações estão maioritariamente presentes na zona das espiras dos MI's, Figuras 7 e 8.

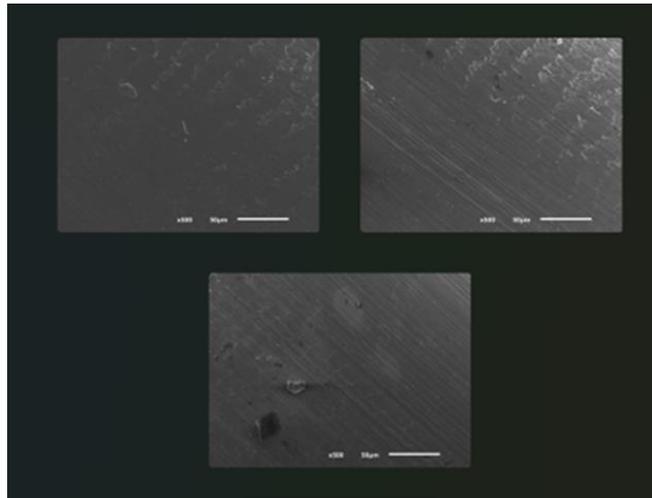


Figura 7 - Superfície dos MI's visualizada através do SEM com ampliação 100x.

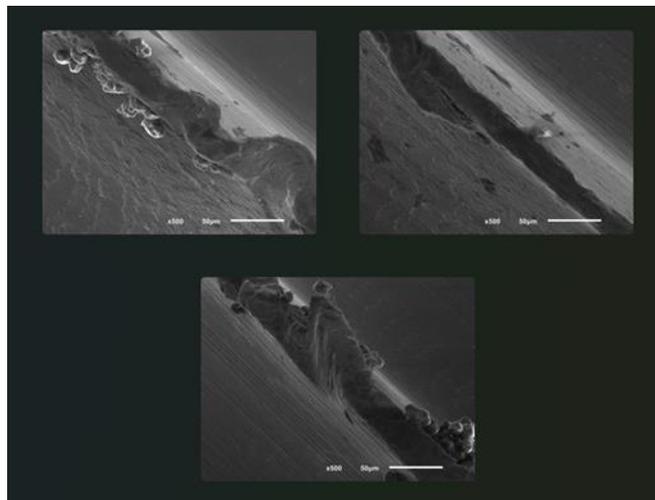


Figura 8 - Visualização da superfície da zona das espiras dos MI's através do SEM com ampliação 100x.

Relativamente à ponta ativa verificamos que existia uma morfologia normal e semelhante entre todas as amostras visualizadas, Figura 9.

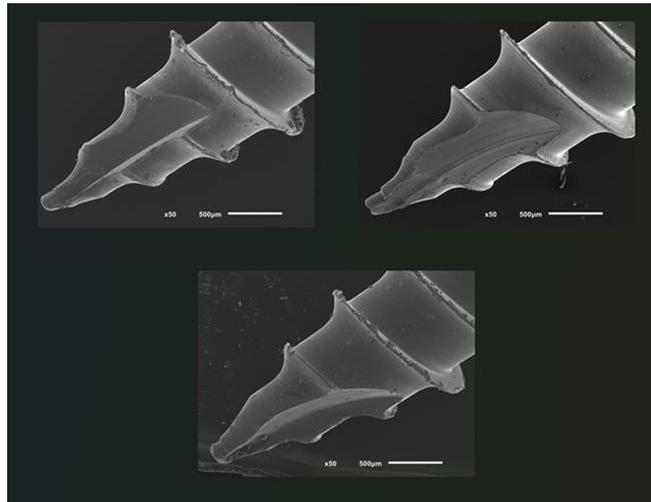


Figura 9 - Visualização da ponta ativa dos MI's através do SEM com ampliação 100x.

ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DO MINI-IMPLANTE DE LIGA DE TITÂNIO APÓS UTILIZAÇÃO EM OSSO SUINO

Na análise dos MI's após inserção e desinserção não se verificaram alterações significativas da superfície em relação aos MI's do G1, Figura 10. Verificaram-se pequenas estrias e microfissuras na zona das espiras, já visíveis nos MI's novos, tal como referido acima, Figura 11.

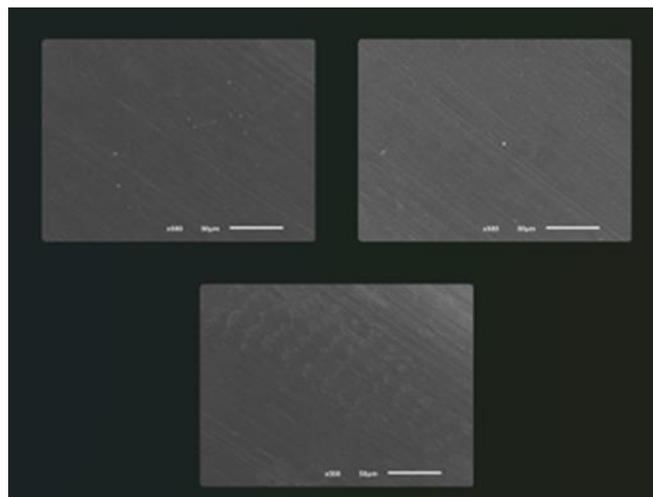


Figura 10 - Visualização da superfície dos MI's utilizados através do SEM com ampliação 100x.

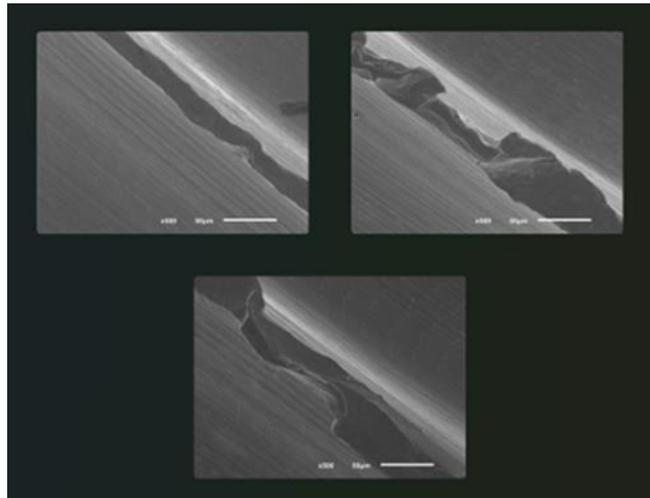


Figura 11- Visualização da superfície da zona das espiras dos MI's utilizados através do SEM com ampliação 100x.

A alteração mais expressiva foi a da ponta ativa uma vez que podemos observar um ligeiro arredondamento da mesma, Figura 12.

Relativamente às partículas aderidas notou-se uma ausência destas contaminações, Figura 10.

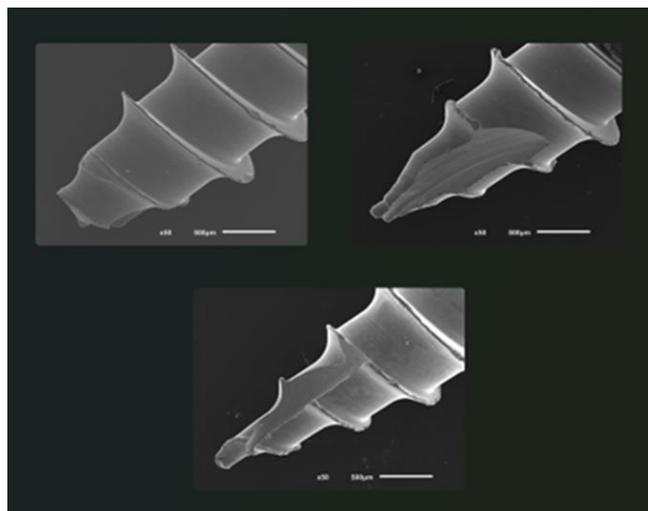


Figura 12 - Visualização da ponta ativa dos MI's utilizados através do SEM com ampliação 100x.

4. Discussão

Os MI's apresentam cada vez mais aceitação e são extremamente utilizados pelos ortodontistas para manutenção da ancoragem tendo-se tornado um fator chave na prática clínica da maior parte dos ortodontistas. ^(3,16,18,19)

A liga de titânio (Ti-6Al-4V) é um material composto por titânio (90%), alumínio (6%) e vanádio (4%) com uma elevada biocompatibilidade e extremamente resistente à corrosão devido à superfície revestida de óxido de titânio. ^(15,16,20) Para além disso, é um material que suporta cargas elevadas sem sofrer alterações, uma vez que apresenta alumínio e vanádio na sua composição para reforçar a resistência do titânio. ^(9,17,21)

A observação ao SEM, permitiu-nos verificar que existiam ligeiras estrias e microfissuras presentes nos dois grupos (G1 e G2). Assim sendo, podemos presumivelmente assumir que estas alterações ocorrem aquando do processo de produção e não devido ao processo de inserção e desinserção dos MI's em osso, tal como já tinha sido descrito nos estudos de Jiman et al. ⁽¹⁵⁾ e de AlSamak et al. ⁽¹⁶⁾

Outro fator a denotar são as partículas aderidas presentes nos MI's do G1 e a sua ausência nos MI's do G2. Este fator pode ser explicado pela contaminação orgânica durante o processo de fabrico. ⁽¹⁷⁾

Por outro lado, a ausência de partículas no G2 pode dever-se ao facto de o procedimento de limpeza mecânica e ultrassónica, a que os MI's deste grupo foram sujeitos, ser eficaz na eliminação destes elementos. Assim sendo, devemos realizar um processo de limpeza e esterilização antes da utilização do MI de forma que estes possam ser aplicados sem qualquer contaminação prévia. ⁽¹⁷⁾

As alterações da ponta ativa verificadas sob a forma de um arredondamento podem dever-se ao facto de ser o local que sofre maior impacto durante o processo de inserção ou a algum defeito pontual durante a produção. ⁽¹⁵⁻¹⁷⁾

No estudo realizado devemos ter em conta que os MI's observados não estiveram sujeitos à saliva e aos outros elementos da cavidade oral, bem como, a nenhuma carga

ortodôntica. Estes fatores, quando incorporados, podem levar a maior erosão e corrosão e, conseqüentemente, conduzir a diferentes resultados.

5. Conclusão

Existem alterações visíveis na morfologia superficial dos mini-implantes de liga de titânio (Ti6Al4V) dos dois grupos.

Foram visíveis ligeiras microfissuras e microestrias nos mini-implantes do grupo controlo e do grupo experimental, levando-nos a concluir que as alterações mais significativas se devem ao processo de fabrico e não ao processo de inserção e desinserção dos mini-implantes em osso.

A maior alteração entre os grupos é visível na ponta ativa, que sofre um ligeiro arredondamento após inserção óssea.

Para além destas modificações verificamos a presença de partículas orgânicas aderidas na superfície dos mini-implantes do grupo controlo. Assim, depreende-se que os mini-implantes devem passar por um processo de esterilização antes da utilização.

6. Bibliografia

1. Costello BJ, Ruiz RL, Petrone J, Sohn J. Temporary Skeletal Anchorage Devices for Orthodontics. Vol. 22, Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America. 2010. p. 91–105.
2. Liu Y, Yang Z jin, Zhou J, Xiong P, Wang Q, Yang Y, et al. Comparison of Anchorage Efficiency of Orthodontic Mini-implant and Conventional Anchorage Reinforcement in Patients Requiring Maximum Orthodontic Anchorage: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 20, Journal of Evidence-Based Dental Practice. Mosby Inc.; 2020.
3. Jones JP, Elnagar MH, Perez DE. Temporary Skeletal Anchorage Techniques. Vol. 32, Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America. W.B. Saunders; 2020. p. 27–37.
4. Schätzle M, Männchen R, Zwahlen M, Lang NP. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2009 Dec;20(12):1351–9.
5. Papadopoulos MA, Papageorgiou SN, Zogakis IP. Clinical effectiveness of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. Vol. 90, Journal of Dental Research. 2011. p. 969–76.
6. Tsui WK, Chua HDP, Cheung LK. Bone anchor systems for orthodontic application: A systematic review. Vol. 41, International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2012. p. 1427–38.
7. Proffit WR MSHWF. Ortodontia Contemporânea . Vol. 4ª Edição. 2008.
8. Meursinge Reynders RA, Ronchi L, Ladu L, van Etten-Jamaludin F, Bipat S. Insertion torque and success of orthodontic mini-implants: A systematic review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2012;142(5):596-614.e5.

9. Brown RN, Sexton BE, Gabriel Chu TM, Katona TR, Stewart KT, Kyung HM, et al. Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: A mechanical and histologic analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;145(4):496–504.
10. Cho IS, Kim TW, Ahn SJ, Yang IH, Baek SH. Effects of insertion angle and implant thread type on the fracture properties of orthodontic mini-implants during insertion. *Angle Orthodontist*. 2013 Jul;83(4):698–704.
11. Lee DW, Park JH, Bay RC, Choi SK, Chae JM. Cortical bone thickness and bone density effects on miniscrew success rates: A systematic review and meta-analysis. Vol. 24, *Orthodontics and Craniofacial Research*. Blackwell Publishing Ltd; 2021. p. 92–102.
12. Patil P, Kharbanda OP, Duggal R, Das TK, Kalyanasundaram D. Surface deterioration and elemental composition of retrieved orthodontic miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015 Apr 1;147(4):S88–100.
13. Hergel CA, Acar YB, Ateş M, Küçükkeleş N. In-vitro evaluation of the effects of insertion and sterilization procedures on the mechanical and surface characteristics of mini screws. *Eur Oral Res*. 2019;53(1).
14. Marigo G, Elias CN, Marigo M. Surface analysis of 2 orthodontic mini-implants after clinical use. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016 Jul 1;150(1):89–97.
15. Jiman PA, Prodan D, Moldovan M, Muntean A, Sarosi C, Tarmure V, et al. New and recovered temporary anchorage devices, in vitro assessment of structural and surface properties. *Materials*. 2021 Nov 1;14(21).
16. AlSamak S, Bitsanis E, Makou M, Eliades G. Morphologische und strukturelle Merkmale kieferorthopädischer Mini-Implantate. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2012 Jan;73(1):58–71.

17. Alves CBC, Segurado MN, Dorta MCL, Dias FR, Lenza MG, Lenza MA. Evaluation of cytotoxicity and corrosion resistance of orthodontic mini-implants. *Dental Press J Orthod.* 2016 Sep 1;21(5):39–46.
18. Azeem M, Saleem MM, Liaquat A, Ul Haq A, Ul Hamid W, Masood M. Failure rates of mini-implants inserted in the retromolar area. *Int Orthod.* 2019 Mar 1;17(1):53–9.
19. Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, et al. The Use of Microimplants in Orthodontic Anchorage. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2006 Aug;64(8):1209–13.
20. Mini -, Orthodontic Science ... Nosouhian S. Conflicts of Interest: None Source of Support: Nil A Mini-review on the Effect of Mini-implants on Contemporary Orthodontic Science A mini-review on the effect of mini-implants on contemporary orthodontic science. Vol. 7, *Journal of International Oral Health.* 2015.
21. Casaña-Ruiz MD, Bellot-Arcís C, Paredes-Gallardo V, García-Sanz V, Almerich-Silla JM, Montiel-Company JM. Risk factors for orthodontic mini-implants in skeletal anchorage biological stability: a systematic literature review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2020 Dec 1;10(1).