

A EFETIVIDADE DO DISPOSITIVO UTILIZADO NA TÉCNICA DE BARBELL PARA RECONSTRUÇÃO ÓSSEA

Pedro Sarmeiro Correa Marciano Leite, Cauê Bizigatto Brandão, Fábio da Silva Matuda.

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, pedroleite08@yahoo.com.br, cauebrandao@icloud.com, fabiomatuda@terra.com.br

Resumo

Este estudo avaliou a eficácia do dispositivo utilizado na Barbell Technique™ para reconstruções ósseas aposicionais horizontais e verticais na Implantodontia. Foi realizada uma revisão da literatura por análises de microscopia eletrônica em varredura (MEV) e espectroscopia de dispersão de raios X (EDX) dos materiais utilizados. Os resultados demonstraram que o parafuso de fixação BARBELL, composto de liga de Titânio (Ti-6Al-4V), e a tampa PEEK apresentam alta biocompatibilidade e resistência mecânica. Concluindo-se que a Barbell Technique™ é uma abordagem promissora e eficaz para reconstruções ósseas na Implantodontia, promovendo resultados de alta qualidade.

Palavras-chave: Resistência. Microscopia. Biocompatibilidade. Reconstrução. Implantodontia.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde – Odontologia.

Introdução

A reconstrução óssea antes da instalação de implantes é um dos principais desafios na prática clínica da Implantodontia. Tradicionalmente, os aumentos ósseos são categorizados como interposicionais e aposicionais, cada um apresentando suas próprias nuances e indicações específicas. Com o intuito de promover um subsídio para auxiliar na tomada de decisão em relação ao aumento ósseo horizontal, (Pelegrine *et al.* 2018) desenvolveram a *HAC Classification (Horizontal Alveolar Change)*, fornecendo diretrizes para a escolha entre o uso de enxerto autógeno ou biomaterial substituto ósseo nos aumentos aposicionais horizontais.

Figura 1: HAC Classification

Classificação	Quantidade de perda óssea horizontal	Abordagem Cirúrgica (estágios)	Presença de osso modular	Necessidade de enxerto autógeno ou regeneração tecidual	Material de enxertia óssea	Aspecto tomográfico da maxila	Aspecto tomográfico da mandíbula
HAC 1	LEVE	UM	SIM	NÃO	NÃO		
HAC 2	LEVE	UM	SIM	NÃO	BIOMATERIAL OSSECONDUTOR		
HAC 3	MODERADA	UM OU DOIS	SIM	NÃO	BIOMATERIAL OSSECONDUTOR		
HAC 4	SEVERA	DOIS	NÃO	SIM	AUTÓGENO ou BIOMATERIAL COM PROTERIAS OSSECONDUTORAS/ TRANSPLANTE CELULAR		

Fonte: Barbell Technique: Um Novo Conceito em Reconstrução Óssea (2021)

Apesar deste diagrama cientificamente embasado contribuir sobremaneira na tomada de decisões com relação ao material de enxertia, ainda muita controvérsia persiste com relação à técnica cirúrgica, especialmente nos casos de reconstruções aposicionais. De acordo com Deeb *et al.* (2017), Reuss *et al.* (2018), e outros, as técnicas como: técnica da tenda, uso de malhas, membranas reforçadas com titânio e enxertos em bloco têm sido amplamente utilizadas. A revisão sistemática da literatura sobre aumentos ósseos aposicionais verticais, publicada por Urban *et al.* (2019), destacou a importância de técnicas que combinam o uso de enxerto ósseo particulado associado a membranas de regeneração tecidual guiada, devido à facilidade de vascularização e remodelação dos enxertos particulados.

Com relação aos aumentos ósseos aposicionais horizontais, a maioria das técnicas cirúrgicas, tanto por meio do uso de enxertos em bloco como particulados, focam no aumento ósseo pelo aspecto vestibular. No entanto, a perda óssea após a exodontia ocorre de forma bidirecional, tanto vestibular quanto lingual/palatino, devido à reabsorção centrípeta da crista alveolar (Cawood & Howell, 1991).

A Barbell Technique™ consiste na inserção de um parafuso com cabeça hexagonal em ambos os lados, que, após instalação no leito receptor, recebe cápsulas em PEEK (*Polyetheretereketano*) para afastamento dos tecidos moles, possibilitando a estabilização dos grânulos do enxerto ósseo particulado (Mertens *et al.*, 2019). A cápsula em PEEK permite maior adesão, viabilidade e proliferação de osteoblastos e fibroblastos gengivais, comparada ao titânio (da Cruz *et al.*, 2019).

Na primeira publicação científica sobre a Barbell Technique™ utilizada para aumentos ósseos aposicionais horizontais bidirecionais, foi demonstrado ganho ósseo significativo, destacando sua superioridade em relação a outras técnicas convencionais (Pelegrine *et al.*, 2020; Elnayef *et al.*, 2018; Pourdanesh *et al.*, 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o material utilizado na técnica de Barbell em reconstruções ósseas horizontais e verticais na implantodontia.

Metodologia

Este estudo consiste em uma revisão da literatura e análise de dados clínicos retrospectivos para avaliar a eficácia e aplicabilidade da Barbell Technique™ em reconstruções ósseas aposicionais horizontais, tanto unidirecionais quanto bidirecionais, e verticais. A revisão da literatura foi realizada por meio de pesquisa em bases de dados eletrônicas, incluindo PubMed, Journal of Oral Implantology, Case Reports in Dentistry, Scopus e Web of Science, utilizando termos de busca relacionados à Barbell Technique™, aumentos ósseos aposicionais, implantes dentários e reconstrução óssea.

A qualidade dos estudos foi avaliada de acordo com os critérios estabelecidos pela Cochrane Collaboration. Além da revisão da literatura, foram analisados a microscopia eletrônica em varredura (MEV) do dispositivo para evidenciar a rugosidade e a topografia necessárias para integração óssea, realizado na central analítica do Instituto de Pesquisa de Desenvolvimento (IP&D) e a análise de Espectroscopia de Dispersão de Raios X por energia/EDX afim avaliar a morfologia da superfície do parafuso com tampa PEEK e determinar a composição química dos materiais. As análises de MEV e EDX foram feitas sobre as superfícies do Parafuso e da Tampa PEEK.

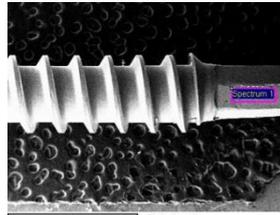
A análise por MEV foi realizada com um microscópio com voltagem de aceleração de 20 kV. As imagens foram geradas com elétrons secundários (SE) para avaliar a superfície e obter imagens detalhadas dos materiais. Nenhum preparo foi feito, as amostras foram fixadas em fita dupla face carbono. A análise EDX foi conduzida com voltagem de aceleração de 20 kV e tempo de coleta de 60 segundos. O detector foi calibrado para identificar e quantificar os elementos presentes na superfície das amostras. Foram gerados espectros para identificar os picos característicos dos elementos e determinar a composição química semi-quantitativa dos elementos presentes. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando testes apropriados para comparar os ganhos ósseos obtidos com a Barbell Technique™ para aumento ósseo disponíveis na literatura.

Resultados

Os resultados da análise EDX e das imagens de MEV fornecem evidências significativas sobre a qualidade e a adequação dos materiais utilizados na Barbell Technique™ para reconstruções ósseas.

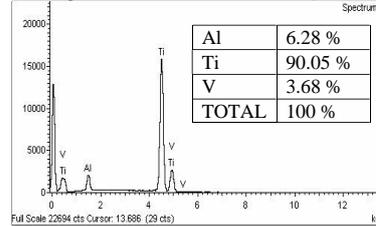
A análise semi-quantitativa dos espectros EDX revelou a composição química aproximada do parafuso de fixação BARBELL como sendo: Titânio (Ti) 90% em peso, Alumínio (Al) 6% em peso e Vanádio (V) 4% em peso (liga Ti-6Al-4V). Essa composição é consistente com a liga Ti-6Al-4V, amplamente utilizada na área médica e odontológica devido à sua excelente resistência mecânica e biocompatibilidade. A conformação dos elementos sugere um processo de fabricação eficaz, sem contaminantes significativos.

Figura 2: Análise do Spectrum 1 (MEV)



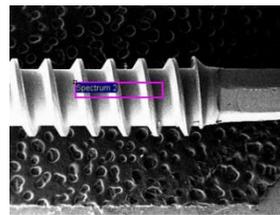
Fonte: Do Autor (2024)

Figura 3: Resultado do Spectrum 1 (EDX)



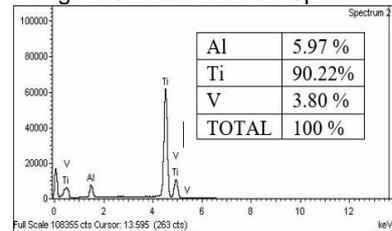
Fonte: Do Autor (2024)

Figura 4: Análise do Spectrum 2 (MEV)



Fonte: Do Autor (2024)

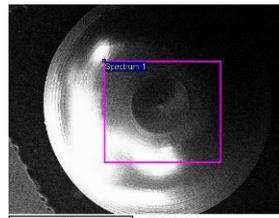
Figura 5: Resultado do Spectrum 2 (EDX)



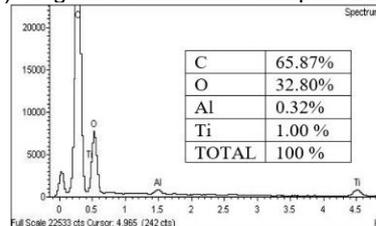
Fonte: Do Autor (2024)

Para a tampa PEEK, a análise EDX detectou os seguintes principais elementos: Carbono (C) 65% e Oxigênio (O) 32%, característicos do poliéter éter cetona (PEEK). Este material é valorizado na odontologia pela sua biocompatibilidade e resistência.

Figura 6: Análise da tampa PEEK (MEV) Figura 7: Resultado Tampa PEEK (EDX)



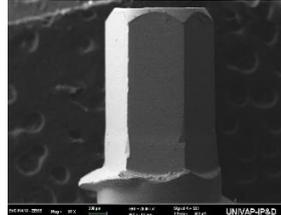
Fonte: do Autor (2024)



Fonte: do Autor (2024)

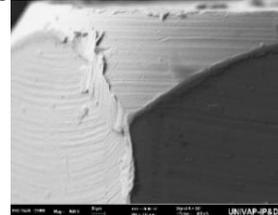
As imagens obtidas por MEV do Parafuso de Fixação BARBELL mostraram uma superfície detalhada e complexa, evidenciando características como rugosidade e topografia que são essenciais para a integração óssea. A superfície sulcada favorece a integração com o osso, com a rugosidade observada na estrutura metálica sendo ideal para a osteointegração, um fator crítico para o sucesso do implante.

Figura 08: Análise 1 do Parafuso



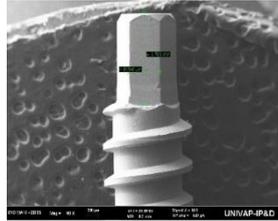
Fonte: do Autor (2024)

Figura 09: Análise 2 do Parafuso



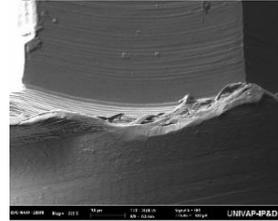
Fonte: do Autor (2024)

Figura 10: Análise 3 do Parafuso



Fonte: do Autor (2024)

Figura 11: Análise 4 do Parafuso



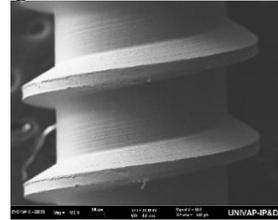
Fonte: do Autor (2024)

Figura 12: Análise 5 do Parafuso



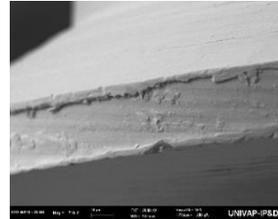
Fonte: do Autor (2024)

Figura 13: Análise 6 do Parafuso



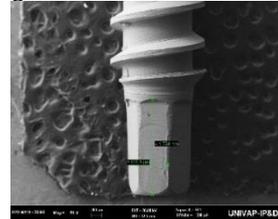
Fonte: do Autor (2024)

Figura 14: Análise 7 do Parafuso



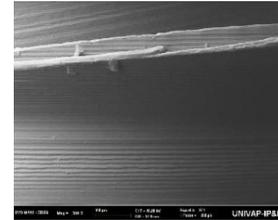
Fonte: do Autor (2024)

Figura 15: Análise 8 do Parafuso



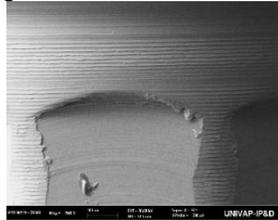
Fonte: do Autor (2024)

Figura 16: Análise 9 do Parafuso



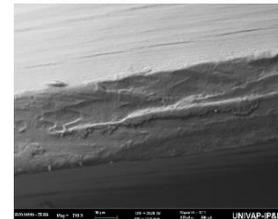
Fonte: do Autor (2024)

Figura 17: Análise 10 do Parafuso



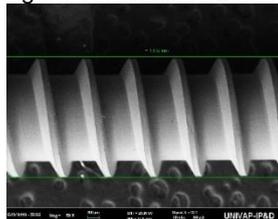
Fonte: do Autor (2024)

Figura 18: Análise 11 do Parafuso



Fonte: do Autor (2024)

Figura 19: Análise 12 do Parafuso



Fonte: do Autor (2024)

A composição química dos materiais evidencia a seleção criteriosa de ligas poliméricas, cujas propriedades otimizadas promovem tanto a biocompatibilidade quanto a resistência mecânica. As análises morfológicas corroboram a eficácia desses materiais na facilitação da osseointegração, um fator crucial para o êxito dos implantes dentários.

Discussão

Este estudo investigou a eficácia dessa técnica para reconstruções ósseas, utilizando análises aprofundadas de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e composição química dos materiais por meio de espectroscopia de dispersão de energia (EDX).

A composição química dos materiais utilizados na Barbell Technique™ foi minuciosamente avaliada por meio de análises EDX. O parafuso de fixação BARBELL, composto de Titânio (Ti) 90%, Alumínio (Al) 6% e Vanádio (V) 4%, mostra a escolha de uma liga (Ti-6Al-4V) amplamente reconhecida por sua resistência mecânica e biocompatibilidade. A ausência de contaminantes significativos confirma a eficácia do processo de fabricação (da Cruz *et al.*, 2019). A tampa PEEK, composta majoritariamente de Carbono (C) e Oxigênio (O), reforça sua adequação devido à biocompatibilidade e resistência mecânica (Pelegrine *et al.*, 2018).

As imagens de MEV do parafuso de fixação BARBELL mostraram uma superfície detalhada e rugosa, ideal para a osteointegração. A superfície sulcada do parafuso promove uma melhor integração com o osso, destacando-se como um fator crítico para o sucesso do implante (Mertens *et al.*, 2019).

A análise estatística revelou que os ganhos ósseos com esta técnica são comparáveis ou superiores aos obtidos com outras técnicas de aumento ósseo disponíveis na literatura (Urban *et al.*, 2019). Este achado é de particular importância, pois sugere que a Barbell Technique™ não apenas atende, mas potencialmente supera as expectativas clínicas em termos de eficácia e segurança.

Apesar dos resultados positivos, é importante considerar algumas limitações do estudo. A natureza retrospectiva dos dados clínicos pode introduzir vieses e limitações na generalização dos resultados (Mertens *et al.*, 2019; Urban *et al.*, 2019). A Barbell Technique™ se destaca como uma abordagem promissora para reconstruções ósseas aposicionais na Implantodontia, oferecendo vantagens em termos de biocompatibilidade, resistência mecânica e promoção da osteointegração. A reconstrução óssea antes da instalação de implantes dentários continua sendo um dos principais desafios na Implantodontia. Este estudo, focado na Barbell Technique™, avaliou sua eficácia e aplicabilidade em reconstruções ósseas aposicionais horizontais e verticais, através de uma revisão da literatura e análise de dados clínicos retrospectivos (da Cruz *et al.*, 2019; Pelegrine *et al.*, 2018).

A análise química e morfológica dos materiais utilizados na Barbell Technique™, incluindo o parafuso de fixação BARBELL e a tampa PEEK, revelou propriedades favoráveis para a osteointegração. O parafuso, composto de uma liga de Titânio (Ti-6Al-4V), mostrou-se altamente biocompatível e resistente, enquanto a tampa PEEK demonstrou ser um material adequado devido à sua biocompatibilidade e resistência mecânica (Pelegrine *et al.*, 2018). As imagens de MEV e os espectros EDX reforçaram a adequação dos materiais, evidenciando a capacidade da técnica de promover uma integração óssea eficiente. A Barbell Technique™ demonstrou ser uma abordagem promissora para reconstruções ósseas na Implantodontia, oferecendo vantagens em termos de biocompatibilidade, resistência mecânica e facilitação da osteointegração (Urban *et al.*, 2019).

Conclusão

Em conclusão, a Barbell Technique™, amplamente estudada, é comprovadamente eficiente, como evidenciado pela revisão de literatura. O uso de microscopia eletrônica de varredura revelou detalhes das superfícies e microestruturas, enquanto a análise de composição química identificou os elementos presentes e suas interações. Esses estudos confirmam uma técnica eficaz e segura para aumentos ósseos aposicionais horizontais e verticais, proporcionando resultados clínicos consistentes e de alta qualidade.

Referências

CAWOOD, J. I.; HOWELL, R. A. Reconstructive preprosthetic surgery: I. Anatomical considerations. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, v. 20, n. 2, p. 75-82, 1991.

CORRÊA, S. C. L. *et al.* Use of bone allograft with or without bone marrow aspirate concentrate in appositional reconstructions: a tomographic and histomorphometric study. **Implant dentistry**, v. 26, n. 6, p. 915-921, 2017.

DA CRUZ, M. B. *et al.* Hard and soft tissue cell behavior on polyetheretherketone, zirconia, and titanium implant materials. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 34, n. 1, 2019.

DEEB, G. R. *et al.* How effective is the tent screw pole technique compared to other forms of horizontal ridge augmentation?. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 75, n. 10, p. 2093-2098, 2017.

DEEB, G. R. *et al.* Is the tunnel technique more effective than open augmentation with a titanium-reinforced polytetrafluoroethylene membrane for horizontal ridge augmentation?. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 9, p. 1752-1756, 2016.

DE MACEDO, L. G. S.; PELEGRINE, A. A.; MOY, P. K. Barbell Technique: A novel approach for bidirectional bone augmentation: clinical and tomographic study. **Journal of Oral Implantology**, v. 49, n. 5, p. 458-464, 2023.

ELNAYEF, B. *et al.* The Fate of Lateral Ridge Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 33, n. 3, 2018.

ISHIHARA, Y. *et al.* Occlusal reconstruction of a patient with ameloblastoma ablation using alveolar distraction osteogenesis: a case report. **Head & Face Medicine**, v. 16, p. 1-10, 2020.

LE, B., BURSTEIN, J.; SEDGHIZADEH, P. P. Cortical tenting grafting technique in the severely atrophic alveolar ridge for implant site preparation. **Implant Dentistry**, v. 17, n. 1, p. 40-50, 2008.

MERTENS, C. *et al.* The influence of wound closure on graft stability: An in vitro comparison of different bone grafting techniques for the treatment of one-wall horizontal bone defects. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 21, n. 2, p. 284-291, 2019.

NUNES, M. P. *et al.* Barbell Technique for Three-Dimensional Bone Augmentation. **Case Reports in Dentistry**, v. 2023, n. 1, p. 4180372, 2023.

PELEGRINE, A. A. *et al.* Barbell Technique: A novel approach for bidirectional bone augmentation. **Journal of Oral Implantology**, v. 46, n. 4, p. 446-452, 2020.

PELEGRINE, A. A. *et al.* Horizontal bone reconstruction on sites with different amounts of native bone: a retrospective study. **Brazilian Oral Research**, v. 32, p. e21, 2018.

POURDANESH, F.; ESMAEELINEJAD, M.; AGHDASHI, F. Clinical outcomes of dental implants after use of tenting for bony augmentation: a systematic review. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 55, n. 10, p. 999-1007, 2017.

REUSS, J. M.; PI-ANFRUNS, J.; MOY, P. K. Is bone morphogenetic protein-2 as effective as alveolar distraction osteogenesis for vertical bone regeneration?. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 76, n. 4, p. 752-760, 2018.

URBAN, I. A. *et al.* Effectiveness of vertical ridge augmentation interventions: a systematic review and meta-analysis. **Journal of clinical periodontology**, v. 46, p. 319-339, 2019.