

A utilização dos lasers de érbio na terapia das doenças peri-implantares

Diogo Martins Fernandes

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 30 de setembro de 2022



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Diogo Martins Fernandes

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

A utilização dos lasers de érbio na terapia das doenças peri-implantares

Trabalho realizado sob a Orientação da Professora Doutora Filomena da Glória Barros Alves Salazar

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.



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Resumo

Introdução: Apesar das elevadas taxas de sucesso associadas à colocação de implantes, as doenças peri-implantares são uma complicação relativamente frequente. O seu tratamento pode ser dividido em não cirúrgico (mecânico, antissético e antibioterapia), descontaminação da superfície (química e laser) e cirúrgico.

Objetivos: Elaborar uma revisão integrativa sobre o papel dos lasers de érbio no tratamento das doenças peri-implantares, avaliando a eficácia/vantagens e desvantagens da terapia laser no tratamento da mucosite e peri-implantite. Secundariamente pretende-se comparar a efetividade deste tratamento com outras abordagens descritas na literatura.

Metodologia: Foram selecionados os artigos mais relevantes relativos a laser de érbio e tratamento das doenças peri-implantares, publicados em inglês, de janeiro de 2012 a janeiro de 2022, na base de dados PubMed. Após leitura de título e abstract 366 artigos foram identificados, dos quais 8, foram selecionados, tendo em conta os critérios de inclusão e exclusão.

Resultados: Os estudos relatam a utilização dos lasers de Érbio, para o desbridamento subgingival no tratamento não cirúrgico das doenças peri-implantares e, por outro lado, na abordagem cirúrgica efetuam a descontaminação da superfície do implante.

Conclusão: A terapia laser demonstrou ser uma alternativa ao desbridamento/descontaminação da superfície do implante devido às suas propriedades físicas e anti-infecciosas. No entanto, são necessários mais estudos que comprovem cabalmente a eficácia deste método no tratamento das doenças peri-implantares, e, assim contribuir para o restabelecimento da saúde peri-implantar do paciente.

Palavras Chave: Laser; Er:YAG Er; Cr:YSGG; Peri-implant diseases; Peri-implantitis

Abstract

Introduction: Despite the high success rates associated with implant placement, peri-implant diseases are a relatively frequent complication. Their treatment can be divided into non-surgical (mechanical, antiseptic and antibiotherapy), surface decontamination (chemical and laser) and surgical.

Objectives: To prepare an integrative review on the role of erbium lasers in the treatment of peri-implant diseases, evaluating the efficacy/advantages and disadvantages of laser therapy in the treatment of mucositis and peri-implantitis. Secondly, it is intended to compare the effectiveness of this treatment with other approaches described in the literature.

Methodology: The most relevant articles concerning erbium laser and treatment of peri-implant diseases, published in English, from January 2012 to January 2022, were selected from the PubMed database. After reading title and abstract 366 articles were identified, of which 8, were selected, taking into account the inclusion and exclusion criteria.

Results: The studies report the use of erbium lasers, for subgingival debridement in the non-surgical treatment of peri-implant diseases and, on the other hand, in the surgical approach perform the decontamination of the implant surface.

Conclusion: Laser therapy has proven to be an alternative to debridement/decontamination of the implant surface due to its physical and anti-infection properties. However, further studies are needed to fully prove the effectiveness of this method in the treatment of peri-implant diseases, and thus contribute to the restoration of the patient's peri-implant health.

Key words: Laser; Er:YAG Er; Cr:YSGG; Peri-implant diseases; Peri-implantitis



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Índice

1. Introdução	1
2. Objetivo	4
3. Metodologia	5
3.1 Protocolo e registo	5
3.2 Critérios de elegibilidade.....	5
3.3 Critérios de inclusão e exclusão	6
3.4 Fontes de informação e estratégia de pesquisa	7
3.5 Seleção dos estudos	8
4. Resultados	9
5.1 Mucosite.....	16
5.1.1 Definição.....	16
5.1.2 Etiologia e diagnóstico	17
5.2. Peri-implantite	18
5.2.1 Etiologia, diagnóstico e classificação	18
5.2.2 Etiologia e diagnóstico	20
6. Tratamento das doenças peri implantares	21
6.1 Mucosite.....	21
6.2 Peri-implantite.....	22
7. Laser	24
7.1 Laser de érbio.....	24
8. Discussão de Resultados	25
9. Conclusão	27
10. Bibliografia	29

Índice de tabelas

Tabela 1- Estratégia PICOS	5
Tabela 2- Critérios de inclusão e exclusão	6
Tabela 3- Estratégia de pesquisa.....	7
Tabela 4- Propriedades dos estudos	9

Índice de figuras

Figura 1- Fluxograma PRISMA	8
-----------------------------------	---



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

1. Introdução

Os implantes dentários são reconhecidos há mais de trinta anos como uma opção a longo prazo para reabilitar áreas edêntulas, devolvendo estética e função ao paciente.¹

No entanto, vários tipos de complicações têm sido relatados, como as doenças peri-implantares referentes às alterações patológicas inflamatórias dos tecidos circundantes ao implante dentário. Estas podem subdividir-se em mucosite peri-implantar e peri-implantite propriamente dita. A primeira é considerada uma condição reversível, que se caracteriza pela inflamação dos tecidos moles que circundam o implante.^{2,3,4} No caso desta última, envolve uma perda do tecido ósseo de suporte que circunda os implantes dentários, associada também à inflamação da mucosa peri-implantar, sendo ambas condições patológicas associadas ao biofilme bacteriano.^{2,5}

Relativamente ao seu diagnóstico, a mucosite peri-implantar pode ser detetada pela presença de sinais clínicos de inflamação variáveis, podendo estar presente em implantes com diferentes níveis de suporte ósseo. Os sinais clínicos associados à mucosite são: presença de hemorragia e/ou supuração à sondagem delicada; manutenção ou aumento da profundidade de sondagem em comparação com exames anteriores e, por último, deve ser também verificada radiograficamente a ausência de perda óssea, para além das alterações do nível ósseo da crista, resultante da remodelação óssea inicial.^{5,6}

Já na peri-implantite, seria fundamental ter registos clínicos e radiográficos prévios, mas na ausência de exames clínicos anteriores o diagnóstico de peri-implantite deve basear-se na combinação de: sangramento e/ou supuração à sondagem, profundidade de sondagem ≥ 6 mm, nível ósseo de 3 mm ou mais, apical à porção mais coronária da parte intraóssea do implante. O diagnóstico é sempre clínico e radiográfico, clinicamente, deve-se observar o aumento da profundidade de sondagem, podendo estar associada ou não à presença de supuração e hemorragia e confirmando-se sempre

radiograficamente a perda de osso de suporte. Pode também ser útil uma avaliação microbiológica.^{3,8}

Complicações e perda de implantes podem ser dispendiosas, tanto em termos de tempo quanto de recursos financeiros, para o médico dentista e paciente.⁹

Tanto a mucosite peri-implantar como a peri-implantite têm natureza infecciosa, onde são encontradas na flora bacteriana maioritariamente bactérias anaeróbias Gram negativas.^{8,9} Vários estudos indicam que os microorganismos organizam-se de forma a criar um biofilme submucoso junto da superfície do implante, que desempenha um dos fatores etiológicos mais importantes para o desenvolvimento da doença peri-implantar.^{5,9} Para além deste, são também considerados fatores que influenciam esta condição, o tabagismo, história de periodontite, má higiene oral, qualidade óssea desfavorável, quimioterapia, doenças sistémicas e determinadas condições genéticas.^{3-7,11}

Atualmente a utilização dos lasers têm vindo a aumentar derivado das suas características, e estes podem ser utilizados em quase todas as áreas da Medicina Dentária. Estes lasers apresentam grande vantagem na Periodontologia pois possuem efeito bactericida, anti-inflamatório, biomodelador e reduzem o tempo de cicatrização.⁷

Os resultados de vários estudos in vitro e in vivo demonstraram que os lasers de CO₂, dído e Er:YAG podem ser eficazes na redução da carga microbiana na superfície dos implantes e também promovem a adesão dos fibroblastos ao nível subgingival, permitindo assim uma redução das bolsas. Esses lasers não mostraram efeitos adversos nas superfícies de titânio e nenhum grande aumento na temperatura nas superfícies circundantes dos implantes se as configurações adequadas forem aplicadas.^{13, 14, 15}

Dado o aumento do uso de implantes dentários em reabilitações orais, é natural que pesquisas epidemiológicas recentes tenham demonstrado taxas de prevalência médias de 43% e 22% para mucosite e peri-implantite, respetivamente.¹⁶

Foi demonstrado que a mucosite peri-implantar pode ser tratada com eficácia por terapia não cirúrgica mecânica¹⁵, e a peri-implantite geralmente requer intervenções cirúrgicas.^{18,19}

São importantes as avaliações regulares pelo profissional e o paciente deve ser alertado de que a higiene oral correta é parte integral do tratamento e, portanto, este deve ser motivado para um correto controlo do biofilme de forma a prevenir o cálculo peri-implantar.¹⁷

2. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é elaborar uma revisão integrativa da literatura disponível, sobre a utilização dos lasers de érbio no tratamento das doenças peri-implantares, avaliando a eficácia/vantagens e desvantagens da terapia laser no tratamento da mucosite e peri-implantite. Secundariamente pretende-se comparar a efetividade deste tratamento com outras abordagens descritas na literatura.

3. Metodologia

3.1 Protocolo e registo

O protocolo de revisão utilizado foi o descrito nas recomendações PRISMA (PRISMA Statement), recorrendo à checklist PRISMA, disponível em <http://www.prismastatement.org/PRISMAStatement/Checklist> e ao Fluxograma PRISMA disponível em <http://www.prismastatement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>, consultados a 12 de Março de 2022.

3.2 Critérios de elegibilidade

Os dados incluídos na presente revisão sistemática, foram selecionados de acordo com os seguintes critérios, seguindo a estratégia PICOS (PICOS Strategy):

Tabela 1- Estratégia PICOS

População (Population)	Adultos com doença peri-implantar
Intervenção (Intervention)	Utilização de laser de érbio em pacientes com doença peri-implantar
Comparação (Comparison)	A utilização do laser de érbio, face à não utilização
Resultados (Outcomes)	Obtenção de melhores resultados no tratamento de peri-implantite com a utilização de lasers de érbio
Desenho dos estudos (Study design)	Ensaio clínico, estudos controlados randomizados, relatos de casos, artigos de jornal e clássicos

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Tabela 2- Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos de língua inglesa	Artigos cuja leitura na íntegra não forneceu informações úteis
Artigos entre 2012 e 2022	Artigos que sejam revisão sistemática
Ensaio clínico, estudos controlados randomizados, relatos de casos, artigos de jornal e clássicos	Artigos que não trate de estudos in vivo e em humanos

3.4 Fontes de informação e estratégia de pesquisa

Estratégia de pesquisa- Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed com as seguintes palavras-chave: “peri-implantitis”, “peri-implant diseases”, “Er:YAG” e “Er; Cr:YSGG”

Utilizando a pesquisa avançada, fizeram-se as seguintes combinações de palavras-chave:

#1 (((Er:YAG) OR (Er; Cr:YSGG)) AND (peri-implantitis))

#2 ((Er:YAG) OR (Er; Cr:YSGG) AND (peri-implant diseases))

#3 (Er:YAG) AND (peri-implant diseases)

As estratégias de pesquisa estão descritas na seguinte tabela:

Tabela 3- Estratégia de pesquisa

Palavras-Chave	Artigos encontrados após a aplicação dos filtros	Artigos selecionados
(((Er:YAG) OR (Er; Cr:YSGG)) AND (peri-implantitis))	17	3
((Er:YAG) OR (Er; Cr:YSGG) AND (peri-implant diseases))	5	4
(Er:YAG) AND (peri-implant diseases)	5	1

3.5 Seleção dos estudos

Etapa I- Foram realizadas pesquisas nas bases de dados PubMed com os termos da pesquisa em cima descritos. Como critérios de inclusão, foram aplicados o filtro do intervalo de anos (estes tinham de ser posteriores ao ano 2012), o das publicações em inglês e foram selecionados também, artigos que estão incluídos em estudos clínicos, relatos de casos e artigos de jornal e clássicos na base de dados da PubMed. Após a aplicação dos filtros foram encontrados 27 no PubMed. Os artigos duplicados foram eliminados e foram selecionados de seguida os que cujos títulos e resumos iam de encontro aos objetivos do presente trabalho.

Etapa II –Nesta fase foi realizada a análise de elegibilidade nos restantes artigos, já em full-text, de forma a selecionar os relevantes para este trabalho.

Etapa III- Por fim, os artigos que cumpriram os requisitos da análise anterior foram avaliados na integra e analisados individualmente.

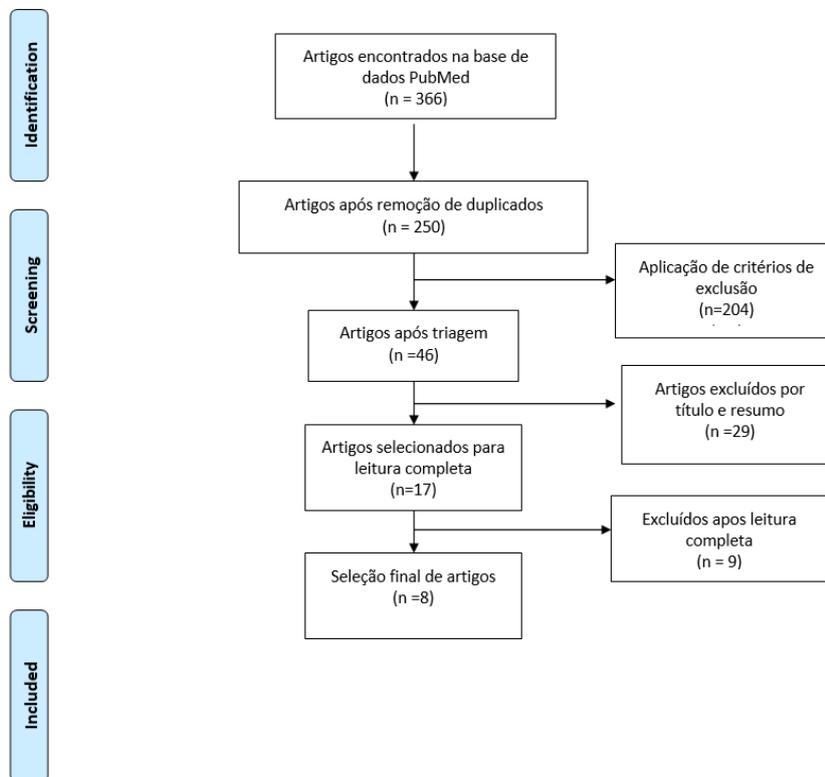


Figura 1- Fluxograma PRISMA

4. Resultados

Tabela 4- Propriedades dos estudos

Autor	Título	Objetivo	Tamanho da população	Laser utilizado na intervenção	Resultados	Conclusão
Schwarz F. et al 2012 ¹⁸	Combined surgical therapy of peri-implantitis evaluating two methods of surface debridement and decontamination. A two-year clinical follow up report	O estudo teve como objetivo avaliar os resultados obtidos ao fim de 2 anos após o tratamento cirúrgico combinado ressetivo e regenerativo dos defeitos peri-implantares avançados, comparando dois métodos de desbridamento/ descontaminação de superfície.	24 pacientes	Laser Er:YAG (1.4 J/cm ²)	Após 2 anos, os locais tratados não revelaram reduções significativamente elevadas no sangramento à sondagem médio (ERL: 75,0 ± 32,6% versus CPS: 54,9 ± 30,3%), nem nos valores de perda de aderência (laser: 1,0 ± 2,2 mm versus desbridamento mecânico: 1,2 ± 2,2 mm) quando comparados com o grupo de desbridamento mecânico. Em ambos os grupos, os valores de perda de aderência médios não foram significativamente diferentes quando comparados com a linha de base.	A estabilidade a longo prazo dos resultados clínicos obtidos após a terapia cirúrgica combinada para a peri-implantite avançada pode ser influenciada por outros fatores além do método de desbridamento/descontaminação da superfície.
Schwarz F. et al 2015 ¹⁹	Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis at zirconia implants:	Avaliar a eficácia da terapia não cirúrgica para a gestão de doenças peri-implantares	34 pacientes	Laser Er:YAG (12.7 J/cm ²)	A resolução da mucosite peri-implantar e da peri-implantite foi obtida em 9/17 (52,9%) e 5/17 (29,4%) dos	O tratamento não cirúrgico da mucosite peri-implantar, realizando desbridamento mecânico e clorexidina, ou peri-implantite

	apropective case series	num sistema de implantes de duas peças de zircónia.			pacientes, respectivamente.	usando o laser Er: YAG, em implantes de zircónia foi associado a melhorias clínicas significativas a curto prazo. A resolução completa da doença, no entanto, não foi alcançada na maioria dos pacientes
Gordon J. et al 2017 ²⁰	Nonsurgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis at two-piece zirconium implants. A clinical follow-up observation after up to 3 years.	Avaliar os resultados clínicos a longo prazo após a terapia não cirúrgica de doenças peri-implantares em implantes de zircónia de duas peças.	27 pacientes	Laser Er:YAG (12.7 J/cm ²)	A resolução da mucosite peri-implantar e da peri-implantite foi obtida em 7/ 14 (50,0%) e 5/ 13 (38,5%) dos doentes investigados. Isto corresponde a 54,2% (13/ 24) e 50,0% (8/ 16) a nível do implante, respectivamente.	Tanto realizando um desbridamento mecânico e clorexidina quanto a terapia com laser Er:YAG foram eficazes a longo prazo, mas não conseguiram uma resolução completa da doença.
Norton M. et al 2017 ²¹	Efficacy of Er:YAG Laser in the Decontamination of Peri-implant Disease: A One-Year Prospective Closed Cohort Study	O objetivo deste estudo de acompanhamento de 1 ano é, tratar lesões peri-implantites moderadas a avançadas de acordo com a classificação de Froum e Rosen com desbridamento cirúrgico da superfície do implante com o laser ErYAG, e tratamento regenerativo - seguindo os princípios da regeneração óssea guiada	20 pacientes	Laser Er:YAG (50 mJ e 25 pps)	Na consulta pré-cirúrgica de base, o PPD médio era de 5,9 mm, com 50% dos locais a demonstrarem hemorragia espontânea e 60% de supuração. A pontuação BoP foi reduzida para uma média de 1,3, algures entre um mínimo de hemorragia pontiaguda e uma média moderada de BoP Ao medir o preenchimento de defeitos, a profundidade média da linha de base do defeito mediu 5,03 mm	Pode-se concluir do estudo atual que o laser Er:YAG pode ser uma ferramenta auxiliar útil na descontaminação de superfícies de implantes e pode resultar numa redução de 80% no sangramento espontâneo, uma redução de 50% na supuração espontânea e uma redução de 54% na profundidade de sondagem. Em combinação com a terapia regenerativa cirúrgica, pode reduzir a profundidade da bolsa numa média de 2,8 mm, principalmente através da recessão tecidual e, possivelmente, da aderência tecidual, com um preenchimento

					mesialmente e 5,45 mm distalmente.	médio do defeito de 1,43 mm.
Komatsu Y. et al 2018 ²²	Effectiveness of an erbium-doped: Yttrium, aluminum and garnet laser for treatment of peri-implant disease: Clinical, microbiological, and biochemical marker analyses	Comparar a terapia não cirúrgica assistida por laser Er: YAG com um tratamento de cloridrato de minociclina, administrado localmente através da avaliação clínica, marcadores microbiológicos, e bioquímicos.	37 pacientes	Laser Er:YAG (30mJ/ 25 pps)	A profundidade da bolsa foi significativamente reduzida após o tratamento, utilizando laser. Por outro lado, no grupo onde foi utilizado desbridamento mecânico, não houve uma diminuição significativa da profundidade da bolsa após o tratamento. Aos 3 meses após o tratamento, as contagens das espécies Gram-positivas e -negativas não diminuiu significativamente no grupo onde foi utilizada a terapia laser. Já no grupo onde se realizou um desbridamento mecânico, as contagens de quase todas as espécies bacterianas foram significativamente reduzidas após o tratamento.	A terapia não cirúrgica juntamente com o laser Er: YAG foi clinicamente eficaz.

Wang C. et al 2021 ²³	Laser-Assisted Regenerative Surgical Therapy for Peri-implantitis: A Randomized Controlled Clinical Trial	Avaliar os benefícios adjuvantes da irradiação do laser Er: YAG na terapia cirúrgica regenerativa de defeitos ósseos peri-implantares associados.	24 pacientes	Laser Er:YAG (30mJ/ 25 pps)	O grupo que utilizou este laser, demonstrou reduções significativamente maiores de profundidade de bolsa em comparação com o grupo de controlo (2,65 ± 2,14 vs. 1,85 ± 1,71 mm; teste vs. controlo, p=0,014). Não foram encontradas diferenças significativas quanto à perda de aderência (1,90 ± 2,28 vs. 1,47 ± 1,76 mm; teste vs. controlo), redução do sangramento à sondagem (-1,14 ± 1,15 vs. -1,04 ± 0,89; teste vs. controlo) e apresentou um aumento ósseo radiográfico (1,27 ± 1,14 vs. 1,08 ± 1,04 mm; teste vs. controlo)	Avaliou o uso de irradiação a laser durante o tratamento com a terapia regenerativa na peri-implantite, e verificou-se que pode auxiliar na redução da profundidade da bolsa de sondagem.
Yayli N. et al 2022 ²⁴	Erbium, chromium-doped: yttrium, scandium, gallium, garnet and diode lasers in the treatment of peri-implantitis: clinical and biochemical outcomes in a	Avaliar os efeitos do laser de diodo de 940 nm com o do érbio de 2780 nm (Er,Cr:YSGG), utilizado para além da terapia mecânica no tratamento não cirúrgico da peri-implantite.	50 pacientes	Laser Er,Cr:YSGG (potência de 1.5 W, frequência de 30 Hz)	O IG, PI, e PD diminuiram significativamente em todos os grupos em T1, em comparação com T0 (p < 0,05). A diminuição na PD foi semelhante entre os grupos de controlo e de diodos, com Er,Cr:YSGG a	Dentro dos limites deste estudo, todos os três tratamentos métodos proporcionaram uma melhora bem-sucedida no tratamento de peri-implantite. Foram obtidos resultados de tratamento semelhantes

	randomized-controlled clinical trial				proporcionar um a maior redução ($1,16 \pm 0,64$ mm) do que qualquer outro dos métodos ($p = 0,032$).). A diminuição no nível TIMP-1 de T0 para T1 foi semelhante entre os grupos de controlo e de díodos ($p > 0,05$) e foi significativamente inferior à diminuição no grupo Er,Cr:YSGG ($p < 0,05$). A adição de laser de diódo à terapia mecânica não cirúrgica não proporciona qualquer benefício adicional para os resultados do tratamento. O laser Er,Cr:YSGG parece ser mais eficiente tanto a nível clínico como molecular.	no grupo em que foi feita a terapia mecânica isolada e a terapia mecânica assistida por laser. Com base nestes achados, verificou-se que o uso do laser Er,Cr:YSGG como auxiliar no tratamento não cirúrgico é eficaz.
Alqutub M. et al 2022 ²⁵	Peri-implant parameters and cytokine profile among Peri-implant disease patients treated with Er Cr YSGG laser and PDT	Avaliar o efeito do tratamento não cirúrgico assistido por laser Er,Cr:YSGG e a terapia fotodinâmica como complemento ao desbridamento mecânico.	95 pacientes	Laser Er,Cr:YSGG (potência 4.5W, frequência de 30Hz, ponta de fibra ótica 300 μ m)	Na linha de base, as pontuações médias de PI peri-implantar, BI e PD eram comparáveis entre os pacientes do grupo 1 (controlo), 2 (ECL), e 3 (PDT). Com 6 meses de seguimento, as pontuações médias PI e BI entre os grupos 1, 2, e 3 foram comparáveis ($P > 0,05$). Contudo, a PD foi significativamente mais elevada no	O desbridamento mecânico juntamente com a terapia laser é mais eficiente na redução da inflamação do tecido mole peri-implantar, que um tratamento apenas com o desbridamento mecânico.



					controlo do que nos grupos 2 e 3 (P<0,05)	
--	--	--	--	--	---	--

Os autores Schwarz F. et al 2012, estudaram 24 pacientes, analisando os parâmetros radiográficos e clínicos, utilizando o laser Er:YAG (1.4 J/cm²), de modo a comparar a eficácia do laser e o desbridamento mecânico no tratamento da peri-implantite. Por outro lado, Schwarz F. et al 2015, através de uma análise de casos prospetivos, comparou a eficácia do laser Er:YAG (12.7 J/cm²) em 34 pacientes, analisando os parâmetros radiográficos e clínicos. Já Gordon J. et al 2017, estudaram 27 pacientes, de modo a comparar a eficácia do laser e do desbridamento mecânico, usando o Laser Er:YAG (12.7 J/cm²), como tratamento para a peri-implantite. Para isto, analisaram os parâmetros radiográficos e clínicos dos pacientes submetidos a este tratamento.

Por outro lado, Norton M. et al 2017, estudaram 20 pacientes após serem submetidos a terapia laser Er:YAG (50 mJ e 25 pps) no tratamento da peri-implantite, analisando os pacientes após terapia, e os parâmetros radiográficos e clínicos. Komatsu Y. et al, compararam o sucesso do laser Laser Er:YAG (30mJ/ 25 pps) com o desbridamento mecânico no tratamento da peri-implantite, verificando e analisando os parâmetros clínicos, microbiológicos e bioquímicos. Yayli N. et al, aplicaram o laser Er,Cr:YSGG com uma potência de 1.5 W e frequência de 30 Hz em 50 pacientes, para comparar a eficácia no tratamento da peri-implantite utilizando o desbridamento mecânico, o laser Er,Cr:YSGG e o laser Díodo. Para este estudo, foram verificados aos parâmetros clínicos e bioquímicos. Por último Alqutub M. et al 2022, utilizaram 95 pacientes no seu estudo, de forma a comparar a eficácia entre desbridamento mecânico e o laser Er,Cr:YSGG com uma potência de 4.5W, frequência de 30Hz e ponta de fibra ótica 300 µm, no tratamento da peri-implantite.

Após a realização de estudos por estes autores acima indicados, foi possível verificar que o laser de érbio tem demonstrado ser mais eficaz do que o desbridamento mecânico.

5. Doenças peri-implantares - mucosite e peri-implantite

5.1 Mucosite

5.1. 1 Definição

Segundo Tord Berglundh et al. 2018, a principal característica clínica da mucosite peri-implantar é a hemorragia quando se realiza uma sondagem suave. O eritema, edema e/ou supuração podem também estar presentes. É recorrente observar um aumento da profundidade da sondagem na presença de mucosite peri-implantar devido ao edema ou diminuição da resistência à sonda. Existem fortes indícios de estudos experimentais realizados em animais e humanos de que a placa é o factor etiológico da mucosite peri-implantar. Apesar destes sinais serem típicos da mucosite, podem por vezes não serem facilmente detetáveis, e o facto de existir hemorragia à sondagem, pode também ser sugestivo de uma peri-implantite.^{3,9, 20}

5.1.2 Etiologia e diagnóstico

Como mencionado anteriormente, é uma patologia com etiologia bacteriana e o diagnóstico é baseado em sinais clínicos da doença inflamatória e radiográficos. É necessário observar se existe edema e rubor, acompanhado de dor, embora seja importante ter atenção à hemorragia, porque o ponto sangrante pode ser resultante de uma lesão traumática durante a sondagem e, e deve ser um sinal descartado se, não forem verificadas outras alterações. Também a visualização de uma linha de sangramento em gota ou supuração, após o exame clínico, são formas de auxiliar no diagnóstico, bem como a avaliação radiográfica. Esta última é um pré-requisito na avaliação e deve ser utilizada para avaliar futuramente os níveis ósseos mesiais e distais, de acordo com o processo de remodelação do osso alveolar durante o primeiro ano após a realização do implante, a alteração do nível ósseo não deve ser superior a 2,0 mm.^{3,30}

5.2. Peri-implantite

5.2.1 Etiologia, diagnóstico e classificação

À semelhança da gengivite e da periodontite, que afetam o periodonto de dentes naturais, é designada por mucosite e peri-implantite, a inflamação e destruição dos tecidos moles e duros que circundam os implantes dentários. Contrariamente à mucosite, a peri-implantite, é progressiva e irreversível, causando reabsorção óssea, diminuição da osteo- integração, aumento da formação de bolsas e supuração, envolvendo os implantes e os tecidos moles circundantes. A inserção profunda do implante pode provocar também os sintomas de uma peri-implantite, como sangramento à sondagem, perda óssea, e aumento da profundidade à sondagem, e, para além disso, o tipo e forma do implante, tipo de conexão e estrutura protética podem influenciar o agravamento da peri-implantite.^{3,6} Quando se está na presença de uma peri-implantite, verifica-se um acúmulo de bactérias como, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Prevotella nigrescens*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola* e *Fusobacterium nucleatum*, sendo estas bactérias patogénicas, também frequentemente associadas a problemas periodontais.^{3,8}

A peri-implantite é definida como uma reação inflamatória que atinge os tecidos que rodeiam o implante, principalmente o tecido ósseo, o que resulta na perda de osso alveolar e consequente, formação de bolsas em torno do implante ósseo-integrado funcional. Van Velzen et al. 2014, relatou que a colocação de implantes dentários tem uma taxa de sucesso de 91,6 %, e apenas 7 %, evoluem para uma peri-implantite após 10 anos. Com isto, é possível perceber que apesar de na maior parte das vezes, o implante ter sucesso a longo prazo, surgem alguns fracassos, em que há infiltração de bactérias, algumas das quais que foram enumeradas anteriormente.^{7,8}

Quando surgem complicações periodontais, em portadores de implantes, existem métodos para classificar o tipo de defeito ósseo e o tipo de reabsorção óssea causada. Segundo Schwarz *et al.*, 2007, existem 2 tipos de defeitos ósseos, um defeito

intra-ósseo classe I e um defeito supra-alveolar classe II que era caracterizado por perda óssea horizontal, na área de inserção de implantes. A classe I foi dividida em 5 subclasses diferentes para melhor classificar a perda óssea: Se existir deiscências vestibulares, é denominada classe Ia; se se estiver perante um caso de deiscência vestibular juntamente com reabsorção óssea semicircular até 50% do implante, designa-se classe Ib; já uma classe Ic, é caracterizada por uma deiscência vestibular, mais uma reabsorção óssea circular lingual, uma classe Id é vista como uma deiscência bucal e a existência de uma reabsorção óssea circular uma maior perda óssea lingualmente, e por último, uma classe Ie, em que ocorre uma reabsorção óssea circular com manutenção do osso lingualmente e vestibularmente. Os tipos de classes mais suscetíveis a desenvolver peri-implantite são: Classe Ie (55,3%), seguida da classe Ib (15,8%), classe Ic (13,3%), classe Id (10,2%) e, a classe Ia (5,4%). De forma a tratar estes defeitos, a aplicação da regeneração óssea tem sido tida em conta e parece ser mais favorável na classe I, embora seja muito limitada na classe II. Os melhores resultados para reduzir o tamanho de bolsa foram no tratamento da classe Ie.^{3,9,10}

Já Spiekermann *et al.*, denominou e caracterizou o tipo de reabsorções ósseas. Estas podem ser: horizontais, sendo classificada como uma classe I, em forma de chave, ou seja, classe II; em forma de funil e em forma de fenda, sendo uma classe III, e, por último, ter uma forma horizontal-circular e ser uma classe IV. Apesar disto, não é possível prever a evolução e o prognóstico a partir destas classificações.³²

5.2.2 Etiologia e diagnóstico

Na peri-implantite, como referido anteriormente, é possível verificar um espectro de bactérias patogénicas, tais como *Prevotella intermedia*, *Prevotella nigrescens*, *Streptococcus constellatus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola* e *Tannerella forsythia*, devido ao facto de ser uma infeção anaeróbia polimicrobiana. No entanto, em contraste com a periodontite, as lesões peri-implantares, incluem bactérias que não fazem parte da cavidade oral, especialmente o *Staphylococcus Aureus* que demonstrou ter um papel predominante para o desenvolvimento de uma peri-implantite.³

O diagnóstico desta patologia, deve ser realizado durante as consultas de suporte periodontal, sendo o diagnóstico precoce crucial para determinar a progressão da doença, conseguir evitar a sua evolução e estabelecer uma boa osteointegração. O diagnóstico clínico da peri-implantite, é realizado através da sondagem do sulco peri-implantar com uma sonda periodontal de plástico, com uma força ligeira de 0,25 N, para prevenir danos no tecido peri-implantar. Pretende-se aferir se há sangramento à sondagem e se existem bolsas peri-implantares com ou sem supuração, sendo estas indicadoras de perda óssea. O exame radiográfico é crucial para confirmar o grau de perda óssea alveolar. Segundo Koldslund et al. uma perda óssea radiográfica peri-implantar de ± 2 mm, é um possível indicador de peri-implantite.^{3,6}

6. Tratamento das doenças peri implantares

6.1 Mucosite

Na mucosite peri-implantar, os métodos não cirúrgicos são efetivos para a resolução da patologia, como a realização de um desbridamento subgingival, que consiste numa limpeza mecânica dos implantes com curetas de titânio ou ultra-sons ou sistemas de pó abrasivos. Segundo alguns estudos in vivo e in vitro os lasers de érbio têm sido sugeridos como alternativa a estes métodos tradicionais de desbridamento, não tendo mostrado efeitos adversos nas superfícies dos implantes e reduzindo a carga microbiana.^{13, 14, 15} Para além destes métodos, pode se adicionar a aplicação tópica local de medicação como as tetraciclina, irrigação com clorexidina, peróxido de hidrogénio, iodo- povidona, com o fim de prevenir a colonização bacteriana da superfície do implante e aumentar o efeito antibacteriano do desbridamento mecânico.³ Também os antibióticos sistémicos, têm sido administrados juntamente com o desbridamento mecânico para aumentar o efeito da terapia mecânica, por exemplo, a azitromicina, 500 mg/dia durante 4 dias. O desbridamento mecânico consiste no desbridamento supra e subgingival da superfície do implante, de modo a remover o biofilme peri-implantar e o cálculo sem alterar a superfície do implante e restabelecer assim, a saúde peri-implantar. Esta técnica é feita com recurso a curetas de diferentes materiais (plástico, carbono ou titânio), já as curetas de aço que possuem uma dureza mais elevada do que o titânio, não são indicados para limpeza de implantes de titânio. Por último, os dispositivos ultrassónicos, com pontas revestidas de poliéter-cetona têm sido utilizados para eliminar o tártaro da superfície do implante eliminando a placa e cálculo a do implante, auxiliando no tratamento desta patologia.^{3,26}

6.2 Peri-implantite

A abordagem da peri-implantite, pode ser efetuada em 2 tempos, uma terapia não cirúrgica inicial para reduzir os sinais clínicos inflamatórios e assegurar um correto controlo do biofilme seguido de uma fase cirúrgica regenerativa ou ressetiva. A base da terapia não cirúrgica da peri-implantite é o controlo da infeção, através do desbridamento da superfície do implante, tal como no tratamento da mucosite, A terapia mecânica consiste na redução de microorganismos da flora bacteriana que rodeiam o implante, sendo complementada também com um tratamento antimicrobiano sistémico. Também se pode realizar a curetagem associada a um anti-séptico, como a clorexidina 0,2%, pois este tratamento provou melhorar os sinais clínicos, tais como, redução de sangramento à sondagem e redução da profundidade de sondagem após 6 meses. Por outro lado, há estudos que confirmam que a terapia mecânica combinada com antibioterapia, reduz significativamente a profundidade das bolsas periodontais após 1 ano, com a realização de um desbridamento e da inserção de fios não reabsorvíveis contendo tetraciclina⁴. Também a combinação do tratamento mecânico com a aplicação local de um antibiótico demonstrou ser eficaz, apesar de existir uma certa dificuldade em colocar este agente no fundo da bolsa peri-implantar.^{5,6,26} Segundo Javed et al., a aplicação de antibióticos sistémicos ou locais, como a tetraciclina, doxiciclina, amoxicilina, metronidazol, minoxiciclina hidrocloreto, ciprofloxacina, sulfonamidas, e trimetoprim, levam a diminuições significativas da profundidade das bolsas, num período de 1 a 6 anos.³

A abordagem cirúrgica deve ser feita nas peri-implantites moderadas a severas ou sempre que o desbridamento não cirúrgico não for efetivo. Para otimizar o tratamento cirúrgico, inicialmente é necessário classificar os defeitos ósseos peri-implantares, e classificar a morfologia das lesões, para deste modo, executar a regeneração óssea com previsibilidade. Deste modo, no tratamento cirúrgico pode optar-se por uma terapia ressetiva ou pela regeneração óssea.⁸

A terapia ressetiva, indicada para zonas não estéticas, tem a finalidade de reduzir a bolsa peri-implantar, reconstruindo o tecido afetado, auxiliando na melhoria da saúde periodontal. Esta terapia aplicada juntamente com a implantoplastia, aumentou a duração dos implantes afetados.⁸

Já a regeneração óssea consiste na aplicação de osso e de uma membrana, de modo a adotar a função de barreira, para proteger os tecidos de coágulos de sangue e criar um espaço ao redor dos defeitos peri-implantares para impulsionar a regeneração óssea. A função hemostática, a semi-permeabilidade e principalmente a atividade quimiotática das membranas de colagénio, faz com que estas sejam as mais recomendadas para este tipo de procedimentos.⁸

Desta forma, estas técnicas acima descritas podem ser utilizadas, pelos seus bons resultados, embora possam ser complementadas com terapia fotodinâmica e laser, que são descritas como opções terapêuticas inovadoras.³

7. Laser

7.1 Laser de érbio

O laser, bem como a terapia fotodinâmica fazem parte das terapias inovadoras no tratamento da peri-implantite e periodontite.²⁹

Para além do laser de CO₂, existe também o laser de érbio, que tem sido alvo de estudos, para avaliar a sua eficácia. Nos lasers de érbio estão incluídos o laser Er:YAG e o laser Er,Cr:YSGG.²⁹

Estudos em animais, têm vindo a provar que o laser laser Er:YAG é eficaz na eliminação do tecido inflamado e auxilia na osteointegração com a superfície do implante. Apesar deste método ser vantajoso, também é necessário que o operador tenha experiência, visto que a sensibilidade da técnica e o uso correto do equipamento laser, é importante para obter bons resultados e não tornar a técnica falível. Este laser provoca alterações na superfície dos implantes se depositar energia superior a 140-180 mJ/pulso, sendo por isso aconselhado utilizar 100 mJ/pulso e 10 pulsos/s durante 60 s, fazendo que este tipo de laser seja um tratamento promissor.⁶ No entanto, apesar do laser Er:YAG mostrar que é mais eficiente na redução do sangramento à sondagem, comparativamente ao desbridamento subgingival, são ainda necessários mais estudos que o corroborem.^{30, 31}

Relativamente ao o laser Er,Cr:YSGG , este provou ser eficaz na remoção de cálculo dentário e provocou menor rugosidade da superfície do implante, em comparação com a aplicação de ácido cítrico. Além do mais, este tipo de laser, demonstrou eliminar completamente as bactérias na porção coronal do implante, o que sugere que seja um método indicado para o tratamento da peri-implantite, embora seja imprescindível ter em atenção à potência do laser, visto que segundo Chegeni *et al*, este laser a 2,5 W produziu danos nas superfícies dos implantes.^{21,30, 32}

8. Discussão de Resultados

Schwarz, et al 2012 ¹⁸, comparam 2 métodos de desbridamento/descontaminação da superfície do implante: laser Er:YAG. (1.4 J/cm^2) e desbridamento convencional, no tratamento cirúrgico ressetivo e regenerativo de defeitos peri-implantares. Os resultados, ao fim de 2 anos, sugerem que a eficácia e estabilidade a longo prazo pode ser influenciada por outros fatores além do método de desbridamento/descontaminação.

Schwarz, et al 2015 ¹⁹ avaliaram a eficácia do tratamento não cirúrgico na gestão de doenças peri-implantares em 2 implantes de zircónia, utilizando o laser Er:YAG (12.7 J/cm^2) para descontaminação da bolsa. Ficou demonstrado que a utilização de um desbridamento mecânico e clorexidina no tratamento não cirúrgico da mucosite peri-implantar, bem como a utilização do laser na peri-implantite, podem ser bons métodos de descontaminação, sendo associados a melhorias significativas a curto prazo. Também Gordon, et al 2017 ²⁰ estudaram e avaliaram os resultados clínico, a longo prazo, após a terapia não cirúrgica de doenças peri-implantares e a aplicação do laser Er:YAG, (12.7 J/cm^2), para descontaminação da bolsa em implantes de zircónia, tendo percebido que é eficaz na resolução completa da doença, à semelhança do estudo anterior.

Komatsu, et al 2018 ²² compararam o efeito da terapia não cirúrgica, utilizando o laser de érbio, em doenças peri-implantares com a utilização de cloridrato de minociclina, concluindo que a utilização da terapia não cirúrgica com o laser Er:YAG, (30 mJ e 25 pps) foi eficaz na descontaminação da bolsa, podendo levar à estabilização da perda óssea peri-implantar.

Wang, et al 2021 ²³ avaliaram os benefícios adjuvantes do laser Er:YAG (30 mJ e 25 pps) na descontaminação da superfície do implante e na terapia cirúrgica regenerativa de defeitos ósseos peri-implantares, tendo também concluído que este laser pode auxiliar na melhor redução da profundidade da bolsa periodontal. Indo de encontro aos resultados de Norton, et al 2017 ²¹, que acompanharam durante 1 ano, o tratamento de

lesões peri-implantares moderadas a avançadas de acordo com a classificação de Froum e Rosen com desbridamento cirúrgico, descontaminação da superfície do implante com o laser Er:YAG (50 mJ e 25 pps), e tratamento regenerativo, seguindo os princípios da regeneração óssea guiada. Este estudo demonstrou que o laser Er:YAG pode ser uma ferramenta útil na descontaminação de superfícies de implantes e pode reduzir cerca de 80% do sangramento espontâneo, 50% na supuração espontânea e 54% na profundidade de sondagem. Em combinação com a terapia regenerativa cirúrgica, pode reduzir a profundidade da bolsa numa média de 2.8 mm, principalmente através da recessão tecidual e, também da aderência tecidual, com um preenchimento médio do defeito de 1,43 mm.

Yayli, et al 2022 ²⁴, avaliaram os efeitos do laser de diodo de 940 nm e do laser de érbio de 2780 nm, na descontaminação da superfície do implante. O laser Er,Cr:YSGG, com uma potência de 1.5 W e frequência de 30 Hz, aplicado como adjuvante da terapia mecânica, no tratamento não cirúrgico da peri-implantite, provou ser eficaz comparativamente à desbridação mecânica e ao laser diodo.

Alqutub, et al 2022 ²⁵, avaliaram o efeito do laser Er,Cr:YSGG, na descontaminação da bolsa, (potência de 4.5W, frequência de 30Hz e ponta de fibra ótica de 300 µm) no tratamento não cirúrgico assistido por laser e terapia fotodinâmica, como complemento ao desbridamento mecânico, em pacientes com doença peri-implantar. Concluíram que estes tratamentos juntos são mais eficazes na redução da inflamação do tecido peri-implantar do que a recorrer apenas ao desbridamento mecânico.

Após a análise dos resultados, foi possível verificar que os lasers de Érbio geralmente, no tratamento não cirúrgico são utilizados para descontaminar as bolsas e, por outro lado, na abordagem cirúrgica efetuam a descontaminação da superfície do implante.

Relativamente à comparação da eficácia dos diferentes lasers de Érbio, não é possível estabelecer uma superioridade entre eles, pois nos estudos incluídos verificámos parâmetros de irradiação heterogêneos, como a forma de irradiação, potência, frequência e energia.

9. Conclusão

Após realização desta revisão integrativa da literatura retiraram-se as seguintes considerações finais:

-Os lasers constituem uma alternativa ao desbridamento da superfície do implante devido às suas propriedades físicas e anti-infeciosas.

-No tratamento da mucosite peri-implantar, foi verificado que o laser de Er:YAG, é eficaz na eliminação completa da patologia, podendo ser utilizado, na descontaminação e/ou desbridamento subgingival, em combinação com técnicas não cirúrgicas ou de forma isolada.

-O laser Er:Yag parece ser o laser com maior potencial de uso no tratamento da peri-implantite devido á sua capacidade de remover eficazmente o biofilme subgingival e cálculo sem danificar significativamente a superfície do implante.

-O laser Er,Cr:YSGG também provou trazer vantagens na redução da inflamação do tecido peri-implantar, quando usado em combinação com técnicas não cirúrgicas, o que sugere que a terapia laser, tenha a capacidade de melhorar a qualidade do tratamento cirúrgico e não cirúrgico.

-Apesar de alguns estudos apontarem para resultados positivos, ainda não existe suficiente evidência científica que suporte a utilização dos lasers de érbio no tratamento das doenças peri-implantares. São necessários estudos clínicos randomizados mais homogêneos, com amostras maiores parâmetros de irradiação equivalentes, estadios da doença semelhantes e follow-up longos, que permitam retirar conclusões mais com um maior grau de evidência científica.

-Não existe ainda um protocolo específico de desbridamento que assegure a superioridade de alguma das técnicas de desbridamento mencionadas (laser, curetas, ultra-sons, sistemas de ar/pó abrasivos), pelo que o diagnóstico e o tratamento precoce

das doenças peri-implantares assumem um papel fundamental no sucesso a longo-prazo da reabilitação com implantes.

-É fundamental a implementação de um protocolo de suporte rigoroso que permita a monitorização de um ótimo controlo biofilme supra-gengival pelo paciente e que inclua consultas regulares de manutenção de forma a identificar e diagnosticar precocemente os sinais clínicos das doenças peri-implantares.

10. Bibliografia

1. Romanos G, Nentwig G. Regenerative Therapy of Deep Peri-implant Infrabony Defects After CO2 Laser Implant Surface Decontamination. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28(3):245-55.
2. Lindhe J, Meyle J. Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology *J Clin Periodontol* 2008; 35(8):282-5.
3. Smeets R, Henningsen A, Jung O, Heiland M, Hammacher C, Stein J. Definition, etiology, prevention, and treatment of peri-implantitis – a review. *Head Face Med* 2014; 3(10):34.
4. Robertson K, Shahbazian T, MacLeod S. Treatment of Peri-Implantitis and the Failing Implant. *Dent Clin North Am* 2015;59(2):329-43.
5. Renvert S, Polyzois I. Treatment of pathologic peri-implant pockets. *Periodontol 2000* 2018; 76(1):180-190.
6. Wang W, Lagoudis M, Yeh C, Paranhos K. Manejo da peri-implantite - Uma sinopse contemporânea. *Cingapura Dent J.* 2017; 38:8-16
7. Mahato N, Wu X, Wabg L. Management of peri-implantitis: a systematic review, 2010-2015. *Springerplus* 2016; 1;5:105.
8. Nguyen-Hieu T, Borghetti A, Aboudharam G. Peri-implantitis: from diagnosis to therapeutics. *J Investig Clin Dent* 2012; 3(2):79-94.
9. DeLuca S, Zarb G. The Effect of Smoking on Osseointegrated Dental Implants. Part I: Implant Survival. *Int J Prótese* 2006;19(5):491-8.
10. Rocha G, Feitosa A, Suaid F, Matos J, Vasconcelos J, Azevedo S, et al. Evaluation of peri-implant condition in periodontally compromised patients. *J Indian Prosthodont Soc* 2019;19(4):283-289
11. Daugela P, Ciccì M, Saulacic N. Surgical Regenerative Treatments for Peri-Implantitis: Meta-analysis of Recent Findings in a Systematic Literature Review. *J Oral Maxillofac Res.* 2016;7(3):e15.

12. Froum S, Rosen P. A Proposed Classification for Peri-Implantitis. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32(5):533-40.
13. Atieh M, Alsabeeha N, Faggion C, Duncan W. The Frequency of Peri-Implant Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Periodontol.* 2013;84(11):1586-98
14. Ntrouka V, Slot D, Louropoulou A, van der Weijden F. The effect of chemotherapeutic agents on contaminated titanium surfaces: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(7):681-690.
15. Stubinger S, Etter C, Miskiewicz M, Homann F, Saldamli B, Wieland M, et al. Surface alterations of polished and sandblasted and acid-etched titanium implants after Er:YAG, carbon dioxide, and diode laser irradiation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(1):104-11.
16. Tosun E, Tasar F, Strauss R, Kivanc D, Ungor C. Comparative evaluation of antimicrobial effects of Er:YAG, diode, and CO2 lasers on titanium discs: An experimental study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(5):1064-9.
17. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol.* 2015;42 Suppl 16:S158-71.
18. Renvert S, Roos-Jansåker A, Claffey N. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: A literature review. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8 Suppl):305-15.
19. Heitz-Mayfield L, Mombelli A. The Therapy of Peri-implantitis: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:325-45.
20. Berglundh T, Armitage G, Araujo M, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo P, Chen S, Cochran D, Derks J, Figuero E, Hämmerle C, Heitz-Mayfield L, Huynh-Ba G, Iacono V, Koo K, Lambert F, McCauley L, Quirynen M, Renvert S, Salvi G, Schwarz F, Tarnow D, Tomasi C, Wang H, Zitzmann N. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 2018; 89 Suppl 1:S313-S318.
21. Schwarz F, John G, Mainusch S, Sahm N, Becker J. Combined surgical therapy of peri-implantitis evaluating two methods of surface debridement and

- decontamination. A two-year clinical follow up report. *J Clin Periodontol* 2012;39(8):789-97.
22. Schwarz F, John G, Hegewald A, Becker J. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis at zirconia implants: a prospective case series. *J Clin Periodontol* 2015;42: 783–788.
 23. Gordon J, Becker J, Schmucker A, Schwarz F. Nonsurgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis at two-piece zirconium implants. A clinical follow-up observation after up to 3 years. *J Clin Periodontol* 2017;44(7):756-761
 24. Norton M. Efficacy of Er:YAG Laser in the Decontamination of Peri-implant Disease: A One-Year Prospective Closed Cohort Study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017;37(6):781-788.
 25. Komatsu Y, Kubota T, Yasuda T, Takahashi T, Yamamoto A, Kono T, Tabata H, Nohno K, Shibutani T, Umeda M, Yoshie H. Effectiveness of an erbiumdoped: yttrium, aluminum and garnet laser for treatment of peri-implant disease: Clinical, microbiological, and biochemical marker analyses. *J Clin Exp Dent* 2018;10(10):e970-8.
 26. Wang C, Ashnagar S, Di Gianfilippo R, Arnett M, Kinney J, Wang H. Laser-Assisted Regenerative Surgical Therapy for Peri-implantitis: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Periodontol* 2021;92(3):378-388.
 27. Yayli N, Talmac A, Tunc S, Akbal D, Altindal D, Ertugrul A. Erbium, chromium-doped: yttrium, scandium, gallium, garnet and diode lasers in the treatment of peri-implantitis: clinical and biochemical outcomes in a randomized-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci* 2022;37(1):665-674.
 28. Montaser N. Alqutub. Peri-implant parameters and cytokine profile among Peri-implant disease patients treated with Er Cr YSGG laser and PDT. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2022;37:102641.
 29. Figuero E, Graziani F, Sanz I, Herrera D, Sanz M. Management of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Periodontol 2000* 2014; 66(1):255-73
 30. Renvert S, Persson G, Pirih F, Camargo P. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol* 2018;89 (1):304-312

31. Alshehri F. The role of lasers in the treatment of peri-implant diseases: A review. Saudi Dent J 2016; 28(3):103-8.
32. Chegeni E, Espana-Tost A, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E, Ranabat-Dominguez J. Effect of an Er,Cr:YSGG Laser on the Surface of Implants: A Descriptive Comparative Study of 3 Different Tips and Pulse Energies. Dent J (Basel) 2020; 30;8(4):109.