

Principais fatores de risco nas falhas precoces e tardias em implantes dentários: uma revisão de literatura

Main risk factors in initial and late dental implant failures: a literature review

Guilherme da Rocha Scalzer Lopes¹, Jefferson David Melo de Matos²

¹Autor para correspondência. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), São José dos Campos - SP, Brasil. ORCID: 0000-0002-4310-0082. guilherme.lopes@ict.unesp.br

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), São José dos Campos - SP, Brasil. ORCID: 0000-0003-4507-0785. jefferson.matos@ict.unesp.br

RESUMO | Diante do exposto, a proposta do presente estudo, foi revisar a literatura sobre os principais fatores de risco nas falhas precoces e tardias dos implantes. Este estudo utilizou dos principais bancos de dados: PUBMED e ScELO para pesquisar artigos científicos escritos no período de 1981 a 2018 em português e inglês. Na busca foram utilizados os seguintes descritores: Complicações Pós-Operatórias (Postoperative Complications), Fatores de Risco (Risk Factors), Falha de Tratamento (Treatment Failure); Implantes Dentários (Dental Implants). Por tanto, foram selecionados 65 artigos nos quais se enquadravam com os respectivos critérios de inclusão. Os trabalhos apresentaram que para minimizar a ocorrência de falhas iniciais e finais, é obrigatório compreender as patologias e fatores de risco, descrever os sinais e sintomas, e esclarecer futuras implicações clínicas; onde a maioria dos estudos de implantes avalia falhas precoces e tardias em separado. Na análise de falhas iniciais, alguns dos fatores causais mais frequentemente relatados são tabagismo, infecção, utilização de implantes curtos, fatores sistêmicos, preexistente doença periodontal e a má qualidade e quantidade óssea. Conclui-se que inúmeros são os fatores de risco para a falha de implantes, seja ela precoce ou tardia; nas falhas precoces, como principais fatores inclui-se o hábito de fumar, seja na região anterior/posterior do implante, e a qualidade e quantidade óssea. Enquanto que nas falhas tardias podemos citar a sobrecarga oclusal, hábitos parafuncionais, o tamanho do implante, no que se refere ao diâmetro e comprimento, assim como acompanhamento e manutenção das próteses.

Palavras chave: Fatores de Risco, Falha de Tratamento; Implantes Dentários.

ABSTRACT | In view of the above, the purpose of the present study was to review the literature on the main risk factors for early and late failure of implants. This study used the main databases: PUBMED and ScELO to research scientific articles written between 1981 and 2018 in Portuguese and English. In the search we used the following descriptors: Postoperative Complications, Risk Factors, Treatment Failure; Dental Implants. Therefore, 65 articles were selected in which they fit the respective inclusion criteria. The studies showed that to minimize the occurrence of initial and final failures, it is mandatory to understand the pathogenesis and risk factors, to describe the signs and symptoms, and to clarify future clinical implications; where the majority of implant studies evaluate early and late failures separately. In the analysis of initial failures, some of the causal factors most frequently reported are smoking, infection, use of short implants, systemic factors, pre-existing periodontal disease and poor bone quality and quantity. It is concluded that there are innumerable risk factors for failure of implants, be it early or late; in the early faults, the main factors include smoking, either in the anterior or posterior region of the implant, and bone quality and quantity. While in the late failures we can mention the occlusal overload, parafunctional habits, the size of the implant, with respect to the diameter and length, as well as monitoring and maintenance of the prostheses.

Keywords: Postoperative Complications; Dental Implants; Risk Factors; Treatment Failure.

Introdução

A aplicação de implantes dentários para reconstrução protética pode ser rastreada até o antigo Egito, onde conchas foram marteladas em ossos da mandíbula humana para substituir elementos dentais ausentes; isso ilustra o desejo de criar substitutos artificiais para dentes naturais que possam ter ancoragem óssea¹. Com isso, a base para as tomadas de decisões, na clínica odontológica, tem como objetivo preservar a dentição natural, assim a extração de dentes tem sido, geralmente, considerado um tratamento de último recurso².

Os implantes dentários tornaram-se uma alternativa previsível no tratamento do edentulismo parcial ou completo, e ajudaram a ultrapassar muitas das limitações encontradas nos tratamentos protéticos convencionais fixos ou removíveis³. As tendências atuais em implantodontia enfraqueceram o paradigma de manutenção dental, com a atenção dos profissionais elaborada no sentido de proporcionar substitutos dentais, muitas vezes, apontadas como igual ou superior à preservação dos dentes naturais. Esses praticantes passaram adotar a implantodontia como o novo padrão de atendimento, porém essa mudança tem sido motivo de preocupação⁴.

Embora seja verdade que a implantodontia é uma grande promessa, uma abordagem cautelosa para abraçar essa tecnologia é bem aconselhada, como por exemplo, a compreensão dessas implicações em longo prazo e as muitas formas de tratamentos com implantes, principalmente na substituição de um único dente⁵. A falta de uma detalhada avaliação quanto às características dos implantes, anatomia, oclusão, presença de doenças sistêmicas, exposição a determinados agentes, flora microbiana, genética assim como as respostas imuno-inflamatórias do hospedeiro podem aumentar o risco de perda ou complicação dos implantes osseointegrados⁶.

O tempo de vida de um implante submerso tem duas fases: a fase de cicatrização sem carga e a fase funcional quando são aplicadas as forças mastigatórias; os implantes podem falhar durante as duas fases, mas geralmente por r diferentes razões⁷. A falha na primeira fase ocorre dentro de um curto

espaço de tempo depois da instalação do implante e está associado principalmente com a inflamação; a falha na segunda fase acontece após o carregamento do implante, e está associado principalmente com perda óssea ao redor do pescoço do implante⁸.

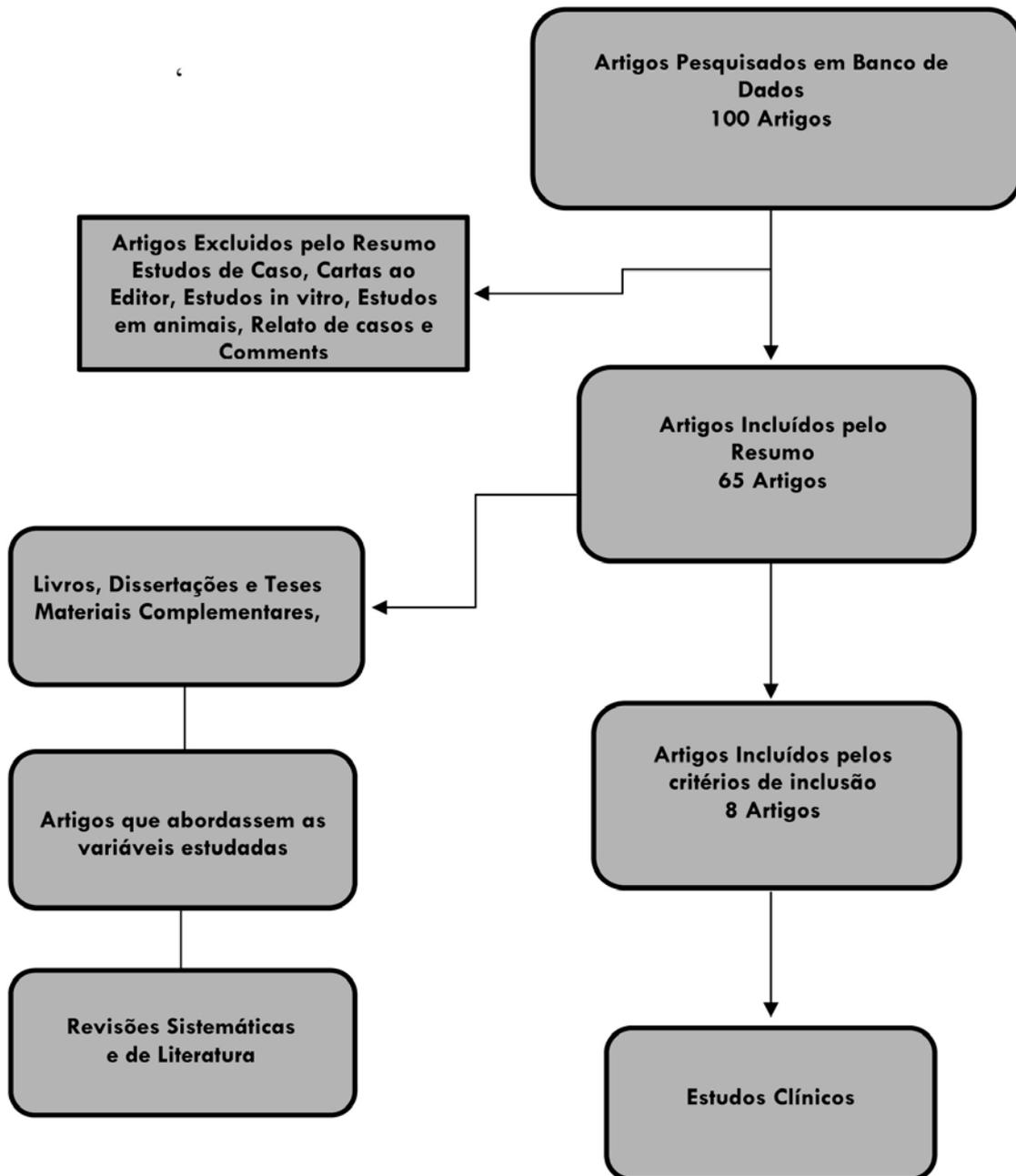
Falhas com implantes são geralmente classificados como precoce, quando a osseointegração não ocorre, ou tardia, quando a osseointegração obtida é perdida após um período de funcionamento. As falhas tardias também podem ser classificadas como biológicas; seja devida a uma infecção, ou mecânicas, por exemplo, na fratura do implante⁹. A osseointegração é um evento histológico que ocorre gradualmente ao longo de um período de tempo e é essencial para a estabilidade do implante durante o carregamento e deve ser corretamente estabelecido para sua função bem sucedida em longo prazo¹⁰; na falha prematura ocorre a interposição de tecido mole entre o implante e o osso, impedindo a estabilidade do conjunto implante-osso e pode ser causada por aquecimento ósseo durante a instrumentação, pela contaminação bacteriana, pela falta de estabilidade primária ou carregamento inicial e até mesmo pelas dimensões do implante^{11,12}.

Diante do exposto, a proposta do presente estudo, foi revisar a literatura sobre os principais fatores de risco na falhas precoces e tardias dos implantes.

Metodologia

Este estudo utilizou dos principais bancos de dados: PUBMED (www.pubmed.gov) e SciELO (www.scielo.org) para pesquisar artigos científicos escritos no período de 1981 a 2018 em português e inglês. Na busca foram utilizados os seguintes descritores em português: Complicações Pós-Operatórias, Fatores de Risco, Falha de Tratamento; Implantes Dentários; e os seguintes descritos em inglês: Postoperative Complications, Risk Factors, Treatment Failure e Dental Implants. No intuito de embasar cientificamente o estudo, foram incluídos na presente revisão apenas estudos clínicos. Sendo assim, foram selecionados 65 artigos, de acordo com o fluxograma (FIG.1).

Figura 1. Fluxograma dos critérios de inclusão dos artigos.



Resultados

Tabela 1. Estudos clínicos incluídos na revisão.

Autor/Ano	Tempo de Acompanhamento	Amostra	Causas de Falhas Precoces	Causas de Falhas Tardias
Manor et al., (2009) ²⁰	6 anos (2000 a 2006)	192 pacientes 294 implantes	Falta de osseointegração 71 (73,2%)	Peri-implantite (32%); sobrecarga (46,4%),
Koldslund et al.,(2009) ²¹	15 anos (1990 a 2005)	109 pacientes 374 implantes	Fumo, Doença Periodontal 10 (9,2%)	Fumo, Doença Periodontal 7 (8,9%)
Sverzut, (2006) ²²	8 anos (1996 a 2004)	650 pacientes 1.649 implantes	Infecção; Implantes curtos (< 10mm)	
De Bruyn & Collaertt, (1994) ²³		117 pacientes 452 implantes	Fumo (31%)	
Herrmann et. al., (2005) ²⁴	5 anos	487 implantes	Má qualidade óssea (24,5%); Implantes curtos (<10mm) (31,9%),	
Olate et al., (2010) ²⁵	-	650 pacientes 1.649 implantes	Implantes curtos (9,9%)	
Glauser et al., (2001) ²⁶	1 ano	41 pacientes 127 implantes		Hábito parafuncional (41%)
Winkler et al., (2000) ²⁷	3 anos	2.917 implantes		Implantes curtos (7mm) (33,3%)

Os trabalhos e que para minimizar a ocorrência de falhas precoces e tardia, é obrigatório compreender as patogêneses, fatores de risco, descrever os sinais e sintomas, e esclarecer futuras implicações clínicas¹³⁻¹⁵. Na análise de falhas precoces, alguns dos fatores causais mais freqüentemente relatados são tabagismo, infecção, utilização de implantes curtos, fatores sistêmicos, preexistente doença periodontal e a má qualidade e quantidade óssea¹⁶⁻¹⁹ (Tab. 1).

Um estudo retrospectivo com cento e noventa e quatro pacientes e um total de 294 implantes, com seis anos de acompanhamento (2000 a 2006), comparou perda precoce e tardia; avaliaram-se alguns fatores, entre eles: Razões para as falhas. No grupo de falha precoce, a principal razão para falha foi a falta de osseointegração (73,2%); no grupo de falha tardia, os principais motivos foram peri-implantite (32%), a sobrecarga (46,4%), e fratura do implante (6,2%). O grupo de falha precoce foi

caracterizado por pequena perda óssea (59,5%), enquanto o grupo de falha tardia apresentou perda óssea moderada (59,4%) e grave (37,5%)²⁰.

Koldslund et al. (2009)²¹, avaliaram os fatores associados à perda precoce e tardia dos implantes no período entre 1990 e 2005. Foram avaliados 374 implantes instalados em 109 pacientes. Dezoito implantes (4,8%) foram perdidos em 10 indivíduos (9,2%). Dez implantes foram perdidos antes do carregamento, três foram perdidos durante os primeiros cinco anos após o carregamento, e quatro foram perdidos entre 5 e 10 anos após o carregamento. Nenhum implante foi perdido após 10 anos da reabilitação final. A análise estatística associou a perda dos implantes com o tabagismo e o histórico de doença periodontal e os autores concluíram que apesar da alta taxa de sobrevivência dos implantes avaliados, estes fatores influenciaram a perda precoce e tardia dos mesmos.

Em um estudo retrospectivo, avaliou-se 1649 implantes em 650 pacientes, destes, 62 implantes foram perdidos precocemente e de acordo com a metodologia empregada, o autor concluiu que a infecção é o maior fator de risco relacionado à perda precoce de implantes dentários, aumentando em 44 vezes chance de falha relacionadas a implantes que não experimentaram nenhum tipo de infecção e que implantes curtos (6-9 mm) exibem um fator de risco quanto à perda precoce quatro vezes maiores que implantes com comprimentos maiores²².

De Bruyn & Collaertt (1994)²³, em um estudo retrospectivo, avaliaram 452 implantes em 117 pacientes. 31% dos implantes instalados em pacientes fumantes falharam precocemente e em relação aos pacientes não fumantes, apenas 4% dos implantes apresentaram tal falha. Concluiu-se, então, que o fumo apresenta-se como fator de risco à falha precoce de implantes.

Um estudo retrospectivo à partir de um banco de dados, avaliou-se 487 implantes por um período de 5 anos. As principais razões de falhas precoces foram a má qualidade óssea (tipo 4), e a utilização de implante curto (7 mm) com 24,5% e 31,9% das falhas, respectivamente²⁴.

Em um estudo retrospectivo, 1.649 implantes foram instalados em 650 pacientes. A taxa de sobrevivência precoce para todos os 1.649 implantes foi 96,2%. Este estudo apresentou diferença estatística na perda de implante precoce quando comparou o comprimento, o que não ocorreu com o diâmetro do implante. Os implantes curtos representaram 9,9% das falhas precoces²⁵.

Glaser et al. (2001)²⁶ reportaram os resultados do tratamento de 41 pacientes que receberam 127 implantes que receberam carregamento imediato. Desses pacientes, 71% receberam a sua restauração protética no mesmo dia e os outros dentro de 11 dias. Todas as construções de prótese estavam em pleno contato em oclusão cêntrica. Em 1 ano, 21 implantes (17,3%) foram perdidos em 13 pacientes (incluindo 7 implantes maxilares perdidos em um paciente). Implantes em pacientes com um hábito parafuncional (bruxismo) foram perdidos mais frequentemente do que os colocados em pacientes sem parafunção (41% versus 12%, respectivamente).

te). Portanto, implantes instalados em pacientes com hábitos parafuncionais podem apresentar maiores falhas tardias sob um protocolo com carregamento imediato.

Quanto ao diâmetro e comprimento do implante, um estudo com 2.917 implantes observou-se uma média significativamente menor, em 3 anos de sobrevivência, para implantes de 7 mm de comprimento (66,7%) contra implantes os implantes de 16 mm (96,4%)²⁷.

Na análise de falhas precoces, alguns dos fatores causais mais frequentemente relatados são tabagismo, infecção, utilização de implantes curtos, preexistente doença periodontal e a má qualidade e quantidade óssea²⁸⁻³¹. Já para as falhas tardias, as causas frequentemente relatadas variam entre implantes curtos, histórico de doença periodontal, tabagismo, associação de fatores biomecânicos e hábitos para-funcionais³²⁻³⁵.

A sobrecarga oclusal é considerada como uma das principais causas para a perda óssea peri-implantar e, conseqüentemente, perda do implante³⁶. Essa reabsorção óssea pode expor as roscas do implante, favorecendo a formação de placa e o surgimento da peri-implantite, fato este que aumenta a inflamação marginal e acelera a perda óssea peri-implantar. Porém, os resultados em relação à sobrecarga devem ser avaliados com extrema cautela, porque eles são fatores subjetivos e muito difíceis de determinar³⁷.

As perdas tardias dos implantes resultam frequentemente do excesso de estresse na interface osso-implante. Diferentes padrões de perdas ósseas são observadas sob sobrecargas oclusais; esse fenômeno é explicado pelas avaliações da distribuição de tensões através do método de elementos finitos. A magnitude de estresse pode fornecer uma dessas três situações clínicas em função da densidade óssea: cargas fisiológicas no osso e manutenção das cristas; cargas patológicas no osso e perda da crista ou 3) Cargas patológicas severas culminando na falha do implante³⁸.

Historicamente esperava-se que a inserção de implantes em mandíbulas severamente reabsorvidas faria permitir uso de prótese sobre implantes; con-

tudo, nestas condições, os implantes podem não sobreviver em longo prazo. Em um estudo com acompanhamento de 5 anos, de implantes suportando overdentures, tiveram taxa de falha cumulativa de 28,8%, enquanto que implantes ancorados pontes fixas colocadas em mandíbulas com melhor volume e quantidade óssea apresentou 7,9%³⁹.

A determinação pré-cirúrgica da qualidade do tecido ósseo pode ser um método eficaz para prevenção de insucessos dos implantes; os autores classificaram a anatomia do tecido ósseo em quatro grupos, sendo: 1) Tipo I: osso cortical homogêneo; 2) Tipo II: osso cortical espesso com cavidade medular; 3) Tipo III: osso cortical fino com trabeculado denso e firme e 4) Tipo IV: osso cortical fino e com trabeculado frouxo. Avaliando o índice de insucessos dos implantes nos tipos ósseos I, II e III, apenas 3% foi observado, enquanto no tipo ósseo IV, observaram 35%⁴⁰.

A perda tardia dos implantes pode estar relacionada com a falta de controle e manutenção dos mesmos, e que a boa condição da saúde bucal é um fator predominante para a manutenção da reabilitação sobre implantes, sendo assim, a necessidade de um programa que padronize um controle com dados clínicos sobre as causas das falhas dos implantes durante um período prolongado de tempo e sugere que os profissionais da área evitem dar garantias de longo prazo do sucesso dos implantes a seus pacientes⁴¹.

Discussão

As causas e os mecanismos de falha do implante precoce são pouco claras, diferentes estudos têm encontrado uma variedade de fatores estatisticamente significativos associados com a falha do implante precoce, estes são: idade e sexo, doenças sistêmicas, tabagismo, tipo de edentulismo, o local do implante, a quantidade e qualidade óssea, e comprimento e diâmetro do implante. A principal causa de falha precoce foi à falta de osseointegração e são causadas pela incapacidade de estabelecer um contacto

íntimo entre o osso e o implante, devido à ausência de aposição óssea, ocorrendo assim à formação de tecido cicatricial entre a superfície do implante e o osso circundante⁴².

Alguns artigos mostraram claramente que os implantes curtos falham mais freqüentemente do que implantes longos⁴³⁻⁴⁵. Vários fatores têm sido sugeridos para explicar isso, como estabilidade primária do implante, o praticante de curva de aprendizagem, bem como a qualidade do osso do paciente⁴⁶. Do ponto de vista biomecânico, o uso de implantes mais largos permite contratação de uma quantidade máxima de osso, e uma melhora, teoricamente, na distribuição de força no osso circundante⁴⁷. No entanto, a utilização de implantes de maior diâmetro é limitada pela largura do rebordo residual e requisitos estéticos para um perfil de emergência natural⁴⁸.

Tem havido considerável discussão sobre a instalação de implantes em pacientes fumantes; em nossa análise, observou-se um aumento estatisticamente significativo na falha de implantes em fumantes em comparação com os não fumantes, no entanto, fatores que contribuem essas falhas com implantes ainda não são compreendidos⁴⁹. Falhas prematuras são causadas pela incapacidade do tecido para determinar a osseointegração antes da restauração protética; no entanto, os fatores causais e mecanismos não são claros. Na maioria dos estudos, as taxas de sucesso são calculadas a partir do momento da carga do implante e funcionalidade total, portanto, pouca informação está disponível sobre falhas de implantes antes de carregar⁵⁰.

A sobrecarga oclusal é considerada como uma das principais causas para a perda óssea peri-implantar e, conseqüentemente, perda do implante⁵¹. Essa reabrorção óssea pode expor as roscas do implante, favorecendo a formação de placa e o surgimento da peri-implantite, fato este que aumenta a inflamação marginal e acelera a perda óssea peri-implantar. Porém, os resultados em relação à sobrecarga devem ser avaliados com extrema cautela, porque eles são fatores subjetivos e muito difíceis de determinar⁵².

As perdas tardias dos implantes resultam frequentemente do excesso de estresse na interface osso-implante. Diferentes padrões de perdas ósseas são observadas sob-sobrecargas oclusais; esse fenômeno é explicado pelas avaliações da distribuição de tensões através do método de elementos finitos⁵³. A magnitude de estresse pode fornecer uma dessas três situações clínicas em função da densidade óssea: cargas fisiológicas no osso e manutenção das cristas; cargas patológicas no osso e perda da crista ou 3) Cargas patológicas severas culminando na falha do implante⁵⁴.

Deve ser salientado que a sobrecarga oclusal pode causar complicações mecânicas em implantes dentários e próteses de implantes, como o afrouxamento ou fratura do parafuso, fratura da prótese e do implante, comprometendo a longevidade do implante⁵⁵. Em caso de sobrecarga, o equilíbrio entre a reabsorção e a aposição óssea estará alterado, causando micro-fraturas, relacionadas à fadiga, na interface osso-implante; estas fraturas passam ser reparadas por reabsorção óssea e um subsequente depósito de tecido conjuntivo e epitélio, em vez de neoformação óssea⁵⁶.

A sobrecarga causada por hábitos parafuncionais parece ser a causa mais provável de perda do implante e perda óssea marginal após o carregamento. Não surpreendentemente, o bruxismo é, muitas vezes, considerada uma causa de preocupação ou mesmo contra-indicação para o tratamento com implante. O bruxismo é um distúrbio de movimento do sistema mastigatória que é caracterizado, entre outros, pelo apertamento dental, durante o sono, assim como durante vigília⁵⁷.

As atividades parafuncionais (bruxismo e apertamento) e ajustes oclusais insatisfatórios estão relacionados com a perda óssea marginal, falha do implante, e fracasso das próteses⁵⁸. Vale ressaltar que atualmente, evidências científicas, no que diz respeito oclusão de próteses implantossuportadas são insuficientes, se limitando a, principalmente, estudos *in vitro*, com animais, e estudos retrospectivos⁵⁹.

Quanto às dimensões dos implantes, vale ressaltar que o suprimento sanguíneo e conseqüentemente a osseointegração podem ser comprometidos pela escassez de osso medular em contato com o implante

de largo diâmetro⁶⁰. Conseqüentemente, a indicação indiscriminada de implantes de largo diâmetro deve ser avaliada, pois esta não se traduz numa vantagem clínica absoluta⁶¹.

A falha final de implantes está relacionada com fatores infecciosos, a combinação de má qualidade óssea e sobrecarga foram consideradas como a principal causa para o insucesso do implante final⁶². A qualidade do tecido ósseo está diretamente relacionada com a estabilidade primária⁶³. Se a estabilidade primária do implante não é suficiente, deve-se prolongar o período de cicatrização e evitar carregamento precoce do implante⁶⁴. Maiores chances de complicações são encontradas em pacientes fumantes; uma possível justificativa está relacionada com a vasoconstrição e hipóxia tecidual, o que reduz a função de células polimorfonucleares, aumentando a secreção de mediadores inflamatórios, e facilitando a formação do biofilme patogênico; afetando tanto na falha precoce, como na tardia⁶⁵.

Considerações Finais

Pode concluir-se a partir deste estudo que: Inúmeros são os fatores de risco para a falha de implantes, seja ela precoce ou tardia; nas falhas precoces, como principais fatores inclui-se o hábito de fumar, a qualidade e quantidade óssea, histórico de doença periodontal e a utilização de implantes curtos. Enquanto que nas falhas tardias podemos citar a sobrecarga oclusal, hábitos parafuncionais, utilização de implantes curtos, no que se refere ao diâmetro e comprimento, além do histórico de doenças periodontais.

Contribuição dos autores

Lopes GRS, participou da etapa de conceitos e ideias para a pesquisa em questão, confecção do projeto, definição do tema intelectual, busca bibliográfica, tabulação dos dados, análise dos dados, preparação, revisão e edição do manuscrito. Matos JDM, contribuiu na fase de busca bibliográfica nas bases de catalogação bibliográfica, participou da etapa de conceitos e ideias para a pesquisa em questão, confecção do projeto, definição do tema intelectual, busca bibliográfica, tabulação dos dados, análise dos dados, preparação, revisão e edição do manuscrito.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo mas não limitando-se a subvenções e financiamentos, conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc).

Referências

1. Ring ME. A thousand years of dental implants: a definitive history--part 1. *Compend Contin Educ Dent*. 1995;16(10):1060-1064.
2. Tang CS, Naylor AE. Single-unit implants versus conventional treatments for compromised teeth: a brief review of the evidence. *J Dent Educ*. 2005;69(4):414-8.
3. Weber HP, Kim DM, Ng MW, Hwang JW, Fiorellini JP. Peri-implant soft-tissue health surrounding cement- and screw-retained implant restorations: a multi-center, 3-year prospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(4):375-9. doi: [10.1111/j.1600-0501.2005.01232.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01232.x)
4. Covani U, Barone A, Cornelini R, Crespi R. Clinical outcome of implants placed immediately after implant removal. *J Periodontol*. 2006;77(4):722-7. doi: [10.1902/jop.2006.040414](https://doi.org/10.1902/jop.2006.040414)
5. Christensen GJ. Hyphenated dentistry. *Implant Dent*. 2002;11(2):101.
6. Paquette DW, Brodala N, Williams RC. Risk factors for endosseous dental implant failure. *Dent Clin North Am*. 2006;50(3):361-74. doi: [10.1016/j.cden.2006.05.002](https://doi.org/10.1016/j.cden.2006.05.002)
7. Sethi A, Kaus T, Sochor P. The use of angulated abutments in implant dentistry: five-year clinical results of an ongoing prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15(6):801-10.
8. Wiskott HW, Belser UC. Lack of integration of smooth titanium surfaces: a working hypothesis based on strains generated in the surrounding bone. *Clin Oral Implants Res*. 1999;10(6):429-44.
9. Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: a 3-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(3):357-68.
10. Zarb GA, Albrektsson T. Osseointegration: a requiem for periodontal ligament? *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1991;11(1):88-91.
11. Tonetti MS, Schmid J. Pathogenesis of implant failures. *Periodontol* 2000. 1994;4:127-38.
12. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci*. 1998;106(1):527-51.
13. Alsaadi G, Quirynen M, Michiles K, Teughels W, Komárek A, Van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of failures up to abutment connection with modified surface oral implants. *J Clin Periodontol*. 2008;35(1):51-7. doi: [10.1111/j.1600-051X.2007.01165.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2007.01165.x)
14. Alsaadi G, Quirynen M, Komárek A, Van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection. *J Clin Periodontol*. 2007;34(7):610-7. doi: [10.1111/j.1600-051X.2007.01077.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2007.01077.x)
15. Alsaadi G, Quirynen M, Komárek A, Van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of late oral implant loss. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19(7):670-6. doi: [10.1111/j.1600-0501.2008.01534.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01534.x)
16. Margonar R, Santos PL, Queiroz TP, Marcantonio E. Rehabilitation of atrophic maxilla using the combination of autogenous and allogeneic bone grafts followed by protocol-type prosthesis. *J Craniofac Surg*. 2010;21(6):1894-6. doi: [10.1097/SCS.0b013e3181f4af65](https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181f4af65)
17. Gorman LM, Lambert PM, Morris HF, Ochi S, Winkler S. The effect of smoking on implant survival at second-stage surgery: DICRG Interim Report No. 5. Dental Implant Clinical Research Group. *Implant Dent*. 1994;3(3):165-8.
18. Jones JK, Triplett RG. The relationship of cigarette smoking to impaired intraoral wound healing: a review of evidence and implications for patient care. *J Oral Maxillofac Surg*. 1992;50(3):237-9.
19. Palma-Carrió C, Maestre-Ferrín L, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Diago M. Risk factors associated with early failure of dental implants. A literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;16(4):e514-7.
20. Manor Y, Oubaid S, Mardinger O, Chaushu G, Nissan J. Characteristics of early versus late implant failure: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67(12):2649-52. doi: [10.1016/j.joms.2009.07.050](https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.050)
21. Koldslund OC, Scheie AA, Aass AM. Prevalence of implant loss and the influence of associated factors. *J Periodontol*. 2009;80(7):1069-75. doi: [10.1902/jop.2009.080594](https://doi.org/10.1902/jop.2009.080594)
22. Sverzut AT, Stabile GA, Moraes M, Mazzonetto R, Moreira RW. The influence of tobacco on early dental implant failure. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(5):1004-9. doi: [10.1016/j.joms.2008.01.032](https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.01.032)

23. De Bruyn H, Collaert B. The effect of smoking on early implant failure. *Clin Oral Implants Res.* 1994;5(4):260-4.
24. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20(2):220-30.
25. Olate S, Lyrio MC, Moraes M, Mazzone R, Moreira RW. Influence of diameter and length of implant on early dental implant failure. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(2):414-9. doi: [10.1016/j.joms.2009.10.002](https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.10.002)
26. Glauser R, Rée A, Lundgren A, Gottlow J, Hämmerle CH, Schärer P. Immediate occlusal loading of Brånemark implants applied in various jawbone regions: a prospective, 1-year clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2001;3(4):204-13.
27. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Ann Periodontol.* 2000;5(1):22-31. doi: [10.1902/annals.2000.5.1.22](https://doi.org/10.1902/annals.2000.5.1.22)
28. Falk H, Laurell L, Lundgren D. Occlusal force pattern in dentitions with mandibular implant-supported fixed cantilever prostheses occluded with complete dentures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1989;4(1):55-62.
29. Falk H. On occlusal forces in dentitions with implant-supported fixed cantilever prostheses. *Swed Dent J Suppl.* 1990;69:1-40.
30. Feldman S, Boitel N, Weng D, Kohles SS, Stach RM. Five-year survival distributions of short-length (10 mm or less) machined-surfaced and Osseotite implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004;6(1):16-23.
31. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(2):142-6.
32. Misch CE. Early crestal bone loss etiology and its effect on treatment planning for implants. *Postgrad Dent.* 1995;2(3):3-17.
33. Mish CE. Short vs long implant concepts: functional surface area. *Oral Health.* 1999;89(8):13-21.
34. Tolstunov L. Dental implant success-failure analysis: a concept of implant vulnerability. *Implant Dent.* 2006;15(4):341-6. doi: [10.1097/01.id.0000239333.24384.5d](https://doi.org/10.1097/01.id.0000239333.24384.5d)
35. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol.* 2002;29(3):197-212.
36. Schwarz MS. Mechanical complications of dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2000;11(1):156-8.
37. Kozlovsky A, Tal H, Laufer BZ, Leshem R, Rohrer MD, Weinreb M, Artzi Z. Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and non-inflamed peri-implant mucosa. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(5):601-10. doi: [10.1111/j.1600-0501.2007.01374.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01374.x)
38. Kronström M, Svenson B, Hellman M, Persson GR. Early implant failures in patients treated with Brånemark System titanium dental implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16(2):201-7.
39. Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(3):303-11.
40. Widmark G, Andersson B, Carlsson GE, Lindvall AM, Ivanoff CJ. Rehabilitation of patients with severely resorbed maxillae by means of implants with or without bone grafts: a 3- to 5-year follow-up clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16(1):73-9.
41. Margonar R, Santos PL, Queiroz TP, Marcantonio E. Rehabilitation of atrophic maxilla using the combination of autogenous and allogeneic bone grafts followed by protocol-type prosthesis. *J Craniofac Surg.* 2010;21(6):1894-6. doi: [10.1097/SCS.0b013e3181f4af65](https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181f4af65)
42. Noguerol B, Muñoz R, Mesa F, Luna JD, O'Valle F. Early implant failure. Prognostic capacity of Periotest: retrospective study of a large sample. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(4):459-64. doi: [10.1111/j.1600-0501.2006.01250.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01250.x)
43. Gastaldi G, Felice P, Pistilli V, Barausse C, Ippolito DR, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 × 5 mm implants with a nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. 3-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2018;11(1):49-61.
44. Bolle C, Felice P, Barausse C, Pistilli V, Trullenque-Eriksson A, Esposito M. 4 mm long vs longer implants in augmented bone in posterior atrophic jaws: 1-year post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2018;11(1):31-47.
45. Esposito M, Zucchelli G, Barausse C, Pistilli R, Trullenque-Eriksson A, Felice P. Four mm-long versus longer implants in augmented bone in atrophic posterior jaws: 4-month post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2016;9(4):393-409.

46. Pistilli R, Felice P, Piattelli M, Gessaroli M, Soardi E, Barausse C, Buti J, Corvino V. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2013;6(4):343-57.
47. Khouly I, Veitz-Keenan A. Insufficient evidence for sinus lifts over short implants for dental implant rehabilitation. *Evid Based Dent.* 2015;16(1):21-2. doi: [10.1038/sj.ebd.6401081](https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6401081)
48. Felice P, Pistilli R, Piattelli M, Soardi E, Corvino V, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. Preliminary results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2012;5(2):149-61.
49. Tabanella G, Nowzari H, Slots J. Clinical and microbiological determinants of failing dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009;11(1):24-36. doi: [10.1111/j.1708-8208.2008.00088.x](https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2008.00088.x)
50. Lorenzoni M, Pertl C, Polansky RA, Jakse N, Wegscheider WA. Evaluation of implants placed with barrier membranes. A retrospective follow-up study up to five years. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(3):274-80.
51. Posse JL, Jiménez JL, Villandiego JCR, Soriano AC, Feijoo JF, Elorza ML, Freitas MD, Dios PD. Survival of dental implants in patients with Down syndrome: A case series. *J Prosthet Dent.* 2016;116(6):880-884. doi: [10.1016/j.prosdent.2016.04.015](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.015)
52. Quirynen M, Naert I, Van Steenberghe D, Nys L. A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part I: Periodontal aspects. *J Prosthet Dent.* 1992;68(4):655-63. doi: [10.1016/0022-3913\(92\)90383-L](https://doi.org/10.1016/0022-3913(92)90383-L)
53. Naert I, Quirynen M, Van Steenberghe D, Darius P. A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part II: Prosthetic aspects. *J Prosthet Dent.* 1992;68(6):949-56.
54. Quirynen M, Naert I, Van Steenberghe D. Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Brånemark system. *Clin Oral Implants Res.* 1992;3(3):104-11.
55. Schierano G, Canuto RA, Navone R, Peirone B, Martinasso G, Pagano M et al. Biological factors involved in the osseointegration of oral titanium implants with different surfaces: a pilot study in minipigs. *J Periodontol.* 2005;76(10):1710-20. doi: [10.1902/jop.2005.76.10.1710](https://doi.org/10.1902/jop.2005.76.10.1710)
56. Fortin Y, Sullivan RM, Rangert BR. The Marius implant bridge: surgical and prosthetic rehabilitation for the completely edentulous upper jaw with moderate to severe resorption: a 5-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2002;4(2):69-77.
57. Testori T, Wiseman L, Woolfe S, Porter SS. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16(2):193-200.
58. Chiapasco M, Gatti C. Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: a 3- to 8-year prospective study on 328 implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003;5(1):29-38.
59. Testori T, Del Fabbro M, Feldman S, Vincenzi G, Sullivan D, Rossi R Jr et al. A multicenter prospective evaluation of 2-months loaded Osseotite implants placed in the posterior jaws: 3-year follow-up results. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(2):154-61.
60. Van Steenberghe D, Jacobs R, Desnyder M, Maffei G, Quirynen M. The relative impact of local and endogenous patient-related factors on implant failure up to the abutment stage. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(6):617-22.
61. Lemmerman KJ, Lemmerman NE. Osseointegrated dental implants in private practice: a long-term case series study. *J Periodontol.* 2005;76(2):310-9. doi: [10.1902/jop.2005.76.2.310](https://doi.org/10.1902/jop.2005.76.2.310)
62. Mundt T, Mack F, Schwahn C, Biffar R. Private practice results of screw-type tapered implants: survival and evaluation of risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(4):607-14.
63. Dodson TB. Predictors of dental implant survival. *J Mass Dent Soc.* 2006;54(4):34-8.
64. García-Bellosta S, Bravo M, Subirá C, Echeverría JJ. Retrospective study of the long-term survival of 980 implants placed in a periodontal practice. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(3):613-9.
65. Evian CI, Emling R, Rosenberg ES, Waasdorp JA, Halpern W, Shah S et al. Retrospective analysis of implant survival and the influence of periodontal disease and immediate placement on long-term results. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(3):393-8.