



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

COMPARAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE IMPLANTES COLOCADOS COM ALTA E BAIXA ESTABILIDADE PRIMÁRIA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

[Comparison of survival of implants placed with high and low primary stability: Systematic Literature Review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Medicina Dentária

Beatrice Spadaro

Orientador:

Professor Doutor Artur Falcão

Junho, 2024

**COMPARAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE IMPLANTES COLO-
CADOS COM ALTA E BAIXA ESTABILIDADE PRIMÁRIA: REVI-
SÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

[Comparison of survival of implants placed with high and low primary stability: Sys-
tematic Literature Review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Medicina Dentária

Beatrice Spadaro

Orientador:

Professor Doutor Artur Falcão

Junho, 2024

Ao meu pai Luciano,
uma das pessoas mais importantes da minha vida,
minha fonte de inspiração
que tornou possível esse meu sucesso, apoiando-me em tudo, dando-me a maior
confiança e acreditando sempre em mim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor Artur Falcao, pelos valiosos conselhos, pelo profissionalismo e compreensão. Obrigada por me fornecer ideias fundamentais na elaboração deste trabalho e por me acompanhar com disponibilidade e gentileza, em todas as etapas da elaboração do ensaio, desde a escolha do tema.

À minha família toda, à minha querida avó Teresa e às minhas queridas tias Manuela e Melania, ao meu irmão Emanuele o presente mais precioso que a vida me poderia dar, mas um agradecimento em particular vai para os meus pais, por todos os seus ensinamentos, é graças à você que eu sou quem sou hoje.

Um pensamento especial também vai para o meu avô Gino e ao meu tio Peppe que cuidam de mim e me protegem do alto, espero que você estejam orgulhoso de mim.

Ao meu namorado Marco, desde que entraste na minha vida trouxeste o sol, conseguiste eliminar qualquer distância estando perto de mim em cada momento, apoiando-me com extrema paciência e amor. Quero compartilhar tudo com você, em especial esse meu objetivo que ajudaste-me a alcançar. Nunca pare de me amar porque eu nunca vou parar.

Um agradecimento especial à Valentina, minha colega de quarto e binomio, o destino quis que começássemos e terminássemos juntos esse caminho magnífico. Todos os nossos momentos estão impressos no meu coração, sem você não teria sido o mesmo.

À Francesco e Siria, vocês foram uma descoberta fantástica, a amizade mais linda que poderia ter na vida, companheiros de universidade, de viagem, de festa, vivemos nossos melhores anos, entre alegrias e dificuldades crescendo juntos, é verdade que amigos são a família que escolhemos e você são como uma família para mi.

À Rossana, a minha melhor amiga, tão especial tem sido desde que nos conhecemos, éramos apenas duas meninas, quem pensaria que nos tornamos como irmãs, inseparáveis. Es e será sempre a minha conselheira mais confiável que nunca me julgou e que me amou por quem eu sou. Obrigada por cada único momento nosso, noites inesquecíveis, conversas intermináveis, para as nossas risadas, algumas lágrimas, o carro que anda sem destino só para estar junto. Obrigada por estar sempre disposta a doar-me o teu tempo, não importa o quão longe você esteja. Não sei o que o futuro reserverá para nos, mas tenho certeza de uma coisa: o nosso vínculo será o mesmo de sempre.

Às minhas amigas de longa data, Roberta e Chiara D.A, não precisamos conversar todos os dias para saber que estamos presentes uma para a outra, obrigada pelos dias que passamos juntos, pelas mensagens, e porque cada vez que nos vemos é como se o tempo nunca tivesse passado. Robi, minha amiga de festas, nunca posso esquecer todas as noites que passamos juntos preparando-nos e todos os nasceres do sol vistos na praia em “after”. Chia minha amiga de momentos mais tranquilos, sempre vou lembrar dos nossos gelados e milkshakes no bar, dos filmes de Ficarra e Picone no cinema, das tardes na tua casa conversando. Tenho muita sorte de ter amigas como você, que me acompanharam durante toda minha infância e adolescência até hoje e até mais.

Gostaria de dedicar algumas palavras para agradecer todos os meus colegas do Porto que me apoiaram, o meu grupo estudo, especialmente ao Paolo cuja ajuda foi fundamental para os exames, fomos uma fantástica equipa, partilhámos os momentos mais stressantes das sessões mas também os mais felizes superando todas as dificuldades, são todas memórias maravilhosas que farão parte da minha vida. Desejo agradecer também à Chiara M. a amiga que foi sempre presente para mim, tiveste constantemente uma palavra de conforto e sempre pronta para me fazer sentir melhor. Estou feliz por ter te conhecido, por ter partilhado muitas aventuras, para as nossas risadas, nossas conversas as vezes com aquela voz que é só nossa. Passamos estes anos juntos e tenho certeza que ficaremos juntos para sempre.

RESUMO

Introdução | A ideia de que a estabilidade primária alta do implante é essencial para a obtenção da osteointegração é um conceito antigo e ainda persistente na implantologia. Atualmente, ainda há controvérsia sobre como o alto torque de inserção afeta a estabilidade dos tecidos peri-implantares. **Objetivo** | Esta revisão sistemática tem como propósito descrever o que a literatura científica disponível evidencia comparação ente a sobrevivência de implantes colocados com alta vs. baixa estabilidade primária. **Metodologia** | A pesquisa bibliográfica realizou-se na base de dados de publicações científicas Pubmed, Google Scholar e Science Direct, de artigos publicados nos últimos 10 anos (entre 2013 e 2024). Na seleção de artigos procedeu-se à exclusão de artigos de revisão, estudos in vitro, estudos em animais. A pesquisa realizou-se sem limites linguísticos, com a conjugação dos seguintes termos: dental implants e insertion torque. A seleção dos artigos seguiu o protocolo PRISMA: obtiveram-se 11 artigos considerados com pertinência para o esclarecimento do propósito desta revisão. **Conclusão** | A estabilidade do implante no momento da cirurgia é crucial para o sucesso a longo prazo dos implantes dentários. A estabilidade primária é considerada de suma importância para alcançar a osteointegração. Não há consenso sobre o torque de inserção ideal em cada situação clínica. Embora múltiplas variáveis tais como a densidade óssea, protocolo de preparação, diâmetro ou desenho do implante podem influenciar o torque de inserção e devem ser avaliados e ponderados para cada caso clínico.

Palavras-chave | implantes dentários, torque de inserção, estabilidade do implante, estabilidade primária

ABSTRACT

Introduction | The idea that high primary stability of the implant is essential for achieving osseointegration is an old and still persistent concept in implant dentistry. Currently, there is still controversy about how high insertion torque affects the stability of peri-implant tissues. **Objective** | This systematic review aims to describe what the available scientific literature shows comparing the survival of implants placed with discharge vs. low primary stability. **Methodology** | The bibliographic research was carried out in the scientific publications database Pubmed, Google Scholar and Science Direct, of articles published in the last 10 years (between 2013 and 2024). In the selection of articles, review articles, in vitro studies and animal studies were excluded. The research was carried out without linguistic limits, with the combination of the following terms: dental implants and insertion torque. The selection of articles followed the PRISMA protocol: 11 articles were obtained that were considered relevant for clarifying the purpose of this review. **Conclusion** | Implant stability at the time of surgery is crucial to the long-term success of dental implants. Primary stability is considered extremely important to achieve osseointegration. There is no consensus on the ideal insertion torque in each clinical situation. Although multiple variables such as bone density, preparation protocol, diameter or implant design can influence the insertion torque and must be evaluated and considered for each clinical case.

Keywords | dental implants; insertion torque, implant stability, primary stability.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Materiais e métodos	6
2. RESULTADOS.....	13
3. DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÃO.....	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama PRISMA de pesquisa bibliográfica.	9
---	---

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Questão de investigação de acordo com o acrónimo PICO	6
Tabela 2 Critérios de inclusão e exclusão	7
Tabela 3 Tabela de riscos de viés	10
Tabela 4 Tabela de Resultados	13

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BL	Bucolingual
IC	Índice de Confiança
ISQ	Quociente de Estabilidade do Implante
IT	Torque de Inserção
MD	Direções Mesiodistal
N	Newton
Ncm	Newton por Centímetro
OD	Ósseo Densificação
PICO	População, Intervenção, Comparação, Resultados (Outcomes)
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (do inglês Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)
RFA	Frequência de Ressonância
SD	Perfuração Subtrativa
µm	Micrometro

1. INTRODUÇÃO

A estabilidade do implante no momento da cirurgia aparenta ser crucial para determinar o êxito da osseointegração e o seu sucesso a longo prazo. Em particular a estabilidade primária é, por muitos autores, considerada de suma importância para alcançar a osseointegração (Bayarchimeg et al., 2013). O torque de inserção de implantes dentários dependerá de uma combinação de diferentes fatores, como densidade óssea, desenho do implante e protocolo de perfuração utilizado. Entretanto, não está claro como a interação desses fatores afeta o torque final de inserção e qual protocolo de perfuração deve ser utilizado em cada situação clínica (Fernández-Olavarria et al., 2023).

Vários autores afirmam que a estabilidade do implante é um pré-requisito essencial para uma osseointegração bem sucedida e previsível que foi dividida em primária e secundária e está amplamente influenciada por fatores tais como a densidade óssea, design, comprimento e diâmetro do implante e tratamento de superfície, dependendo também da preparação cirúrgica (sub ou sobre preparação), qualidades que deveriam permitir o encaixe perfeito do implante (Atieh et al., 2021).

O estado da estabilidade de um implante imediatamente após a inserção é definido com o nome de “estabilidade primária”, por outro lado, o estado de estabilidade após a osseointegração ativa é denominado “estabilidade secundária”. A osseointegração ocorre após a formação de osso lamelar e tecido novo na superfície do implante (Grognerd et al., 2017).

A osseointegração e a sobrevivência dos implantes dentários estão ligadas à estabilidade primária. Uma boa estabilidade primária depende do atrito mecânico entre a superfície do implante e o osso circundante, com ausência de mobilidade no local da osteotomia imediatamente após a colocação do implante. Vários métodos têm sido utilizados para avaliar a estabilidade primária do implante, incluindo torque de inserção e análise de frequência de ressonância. Al-Sabbagh et al. (2019) avaliaram o sucesso da osseointegração na ausência de estabilidade primária e propor recomendações para o manejo de implantes que carecem de estabilidade primária (Al-Sabbagh et al., 2019).

A avaliação da estabilidade primária e secundária é importante, pois fornece dados sobre a cicatrização precoce (Gursoytrak & Ataoglu, 2020).

A estabilidade secundária depende da resposta do tecido à cirurgia do implante e de um resultado final cicatrização óssea. Uma ampla gama de eventos e várias proteínas sinalizadoras medeiam e regulam o processo de cicatrização de tecidos duros e moles (S. Tabassum et al., 2022).

O torque de inserção do implante, como medida da estabilidade primária do implante, reflete a resistência ao corte de osso no local da osteotomia no momento da colocação do implante e expresso em Newton por centímetro (Ncm) (Atieh et al., 2021).

A estabilidade primária do implante é comumente relacionado ao torque de inserção durante a colocação do implante, além disso, vários estudos sugeriram que na inserção valores de torque na faixa de 25–45 Ncm podem evitar micromovimentos adversos permitindo assim a ocorrência do processo de cicatrização (Nascimento et al., 2023).

Um valor de torque de inserção ≥ 32 Ncm tem sido recomendado em vários estudos para garantir a estabilidade primária, particularmente quando a restauração/carga imediata de implantes é contemplada (Atieh et al., 2021).

Para garantir maior estabilidade inicial do implante, alguns estudos sugeriram torques de inserção mais altos entre 32 e 50 Ncm. Segundo outros estudos, altos torques de inserção causam microfraturas no osso, atrasando a cicatrização e provocando reabsorção na região cortical. No entanto, ainda não há consenso clínico definitivo sobre o torque de inserção ideal que reduz o micromovimento e permite carga imediata (Barone et al., 2016).

Para uma osseointegração bem-sucedida e para prever o tempo de carga, é necessário alcançar um grau ideal de estabilidade primária no momento da cirurgia, que pode ser caracterizado pelo envolvimento biomecânico do osso com um micromovimento inferior a 150 μm (Bergamo et al., 2021). Também a seleção de uma instrumentação cirúrgica que melhore a estabilidade do implante no osso alveolar nativo é fundamental para a obtenção de uma osseointegração bem-sucedida, especificamente em cenários onde a disponibilidade e a qualidade óssea não são ideais (Bonfante et al., 2019; Coelho et al., 2015; Stocchero et al., 2016).

A medição precisa da estabilidade primária determina se a reabilitação pode ser realizada de acordo com um protocolo clássico ou de carga imediata. A abordagem convencional (clássica) dita que para alcançar osseointegração adequada, os implantes precisam ser submersos sem qualquer carga por 3 a 4 meses na mandíbula e 6 a 8 meses na maxila. A

localização do implante deveria permanecer intacta por pelo menos três e oito meses. Isto permite que seja mantida a osseointegração entre o implante e o osso e que a ferida cicatrize lentamente (Huang et al., 2023). No entanto, há interesse por parte de pacientes e dentistas em reduzir o tempo de tratamento diminuindo o intervalo entre colocação do implante e colocação da restauração definitiva (Chen et al., 2019).

Em geral após 3-4 meses, quando o processo de osseointegração estiver concluído, o implante estará integrado ao osso. A estabilidade secundária exige remodelação óssea, formação de osso ao redor do implante e nova formação de medula óssea no local. Estudos clínicos e experimentais demonstraram que as características da superfície do implante também tem impacto sobre a estabilidade secundária. Muitas superfícies de implantes foram desenvolvidas para melhorar a estabilidade secundária, a função e a estabilidade da interface osso-implante (Gursoytrak & Ataoglu, 2020).

O sucesso a longo prazo de uma restauração implantossuportada depende do sucesso da osseointegração. Foi descrito que a estabilidade primária e a ausência de micromovimentos são dois dos principais fatores necessários para alcançar um sucesso previsível de implantes orais osseointegrados (Albrektsson et al., 1981). Ledermann, em 1977, foi o primeiro a descrever a utilização de implantes com carga imediata para estabilizar sobredentaduras mandibulares, de forma a minimizar desconforto e problemas relacionados com a utilização de próteses totais provisórias (Ledermann, 1977). Esta técnica foi demonstrada em vários artigos subsequentes (Szmukler-Moncler et al., 2000). A maioria das primeiras publicações que utilizaram este conceito mostraram resultados excelentes, relatando principalmente altas taxas de sobrevivência dos implantes (Sanz-Sánchez et al., 2015). Uma revisão sistemática recente estimou uma sobrevivência de 96,8% em 1.880 implantes dentários de carga imediata com um acompanhamento médio de 21,9 meses (Chen et al., 2019).

A técnica de preparação da osteotomia relativamente nova de Osseo Densificação (OD) provocou uma mudança de paradigma na preparação do local do implante através de um conceito de perfuração em várias etapas usando brocas de design exclusivo que promovem a lateralização do osso autógeno na estrutura esponjosa circundante e expande o ambiente ósseo circundante por um contato rolante e deslizante com deformação óssea controlada, tudo com um aumento mínimo da temperatura (Huwais & Meyer, 2017). Esta técnica de OD tem por base as propriedades elásticas e plásticas do osso que facilitam a preservação e compactação do volume ósseo, resultando no autoenxerto de material ósseo

no espaço trabecular e aumentando sua densidade. Isto pode ser particularmente útil em cenários clínicos de má qualidade óssea (Huwais & Meyer, 2017; Wu et al., 2018).

Além disso, os fragmentos ósseos compactados durante a perfuração OD funcionam como agentes nucleantes que promovem uma osteogênese acelerada no leito do implante e aceleram a formação óssea de novo (Alifarag et al., 2018; Huwais & Meyer, 2017; Lahens et al., 2019; Trisi et al., 2016).

Tempos globais de tratamento reduzidos dentro de protocolos de carga imediata, juntamente com o potencial para evitar uma prótese provisória removível, apresentam soluções atraentes para médicos e pacientes (Gallucci et al., 2018). A carga imediata pode ser uma alternativa à carga convencional em casos específicos quando as vantagens centradas no paciente estão presentes, e é atualmente aceita como sendo antes de 1 semana após a colocação do implante (Darriba et al., 2023; Morton et al., 2018).

O torque de inserção do implante é o desfecho mais comum avaliado para uma estabilidade primária adequada, o que é exigido pela maioria dos estudos ao tentar realizar carga imediata. Este indicador é avaliado intra-operatoriamente pelo cirurgião; no entanto, o valor específico pode variar entre os estudos (Gallucci et al., 2018). Além disso, o torque mínimo de inserção necessário para alcançar uma osseointegração bem-sucedida de implantes unitários com carga imediata ainda é inconclusivo (Benic et al., 2014). Para qualquer tipo de prótese, o torque mínimo necessário não está estabelecido com precisão, embora um intervalo aceito varie de 25 a 45 Ncm (Morton et al., 2018; Sanz-Sánchez et al., 2015). Nos casos de carga imediata com próteses fixas de arcada completa, tem sido recomendado um torque de inserção mínimo de 30 Ncm (Papaspnyridakos et al., 2014); entretanto, implantes com menores torques de inserção ferulizados com implantes com torque ≥ 30 Ncm não apresentaram baixas taxas de sobrevivência (Eckert et al., 2019). O nível de evidência a respeito de um torque de inserção de 30 Ncm para sobrevivência do implante em casos de carga imediata não é atualmente considerado forte (Oliveira et al., 2016).

Diferentes métodos para avaliar objetivamente a estabilidade primária foram propostos. No entanto, não existe um padrão ouro para esta análise. O Periotest (Siemens AG, Alemanha, Bensheim) é um método não invasivo efetuado com um instrumento que foi proposto para medir a estabilidade primária, mas não foi considerado uma ferramenta ideal para esta avaliação devido à sua incapacidade de responder a pequenas alterações na interface osso-implante (Meredith et al., 1996). Vários estudos relataram que a análise

da frequência de ressonância é uma ferramenta útil para analisar a estabilidade primária após a implantação, bem como o grau de estabilidade após a osseointegração. Contudo, a interpretação dos valores do quociente de estabilidade do implante ainda carece de conhecimento científico e não há consenso sobre um valor pressuposto para estabilidade primária elevada ou suficiente para carga imediata. Além disso, os valores ISQ de diferentes sistemas de implantes não podem ser comparados (Degidi et al., 2013).

Embora numerosos estudos descrevam diferentes técnicas utilizadas para avaliar a estabilidade após a colocação do implante ou após o período de osseointegração ter passado, há controvérsia relacionada à sua precisão. Um dos métodos digitais mais populares é a análise de frequência de ressonância (RFA), sistema Osstell® (Osstell AB Stampgatan, Gotemborg, Suécia) e Periotest.® (Siemens Medical Systems Inc, Charlotte, Nc). Nenhum deles parece ser um método ideal para medir a estabilidade nem definir o sucesso na colocação do implante. Quanto aos métodos clínicos, a medição do torque de inserção prevalece sobre as demais, e como método de estratificação, artigo publicado por Rodrigo et al. (2010) propõe quatro parâmetros de medição (Cobo-Vázquez et al., 2018; Gómez-Polo et al., 2016; Rodrigo et al., 2010).

Na opinião do autor Friberg (2008) o torque de inserção é um método amplamente utilizado para medir a estabilidade primária (Carvalho et al., 2008; Lee et al., 2019). Esse método como análise padrão de estabilidade primária pode ser usado para avaliar com mais precisão a qualidade e o suporte ósseo (Degidi et al., 2010; Lee et al., 2019). A determinação do TI é um dos métodos mais confiáveis para obter informações sobre a qualidade óssea. Embora o TI seja proposto por muitos estudiosos, a comparabilidade entre os diferentes sistemas de implantes ainda não está clara, e o nível mínimo de estabilidade primária necessária para carga imediata não foi definido (Al-Nawas et al., 2006; Degidi et al., 2010).

No estudo de Coelho et al. (2013), o TI foi analisado em implantes com diferentes protocolos de perfuração: demonstrou-se que existia uma relação inversamente proporcional entre o TI e a preparação (infraperfuração, perfuração padrão ou sobreperfuração) do local de implante (Coelho et al., 2013). Contudo, o torque elevado nem sempre garante resultados clínicos positivos. A tensão ou stresse excessivo durante a inserção do implante pode causar reabsorção óssea (Bashutski et al., 2009).

Geralmente, os médicos avaliam a estabilidade primária utilizando o teste de percussão ou utilizando a sua própria percepção durante o processo de inserção. Contudo, a falta de

precisão motivou o desenvolvimento de diferentes métodos para avaliar objetivamente a estabilidade primária; em particular, o IT e o RFA são os mais utilizados globalmente. Clinicamente, os valores de RFA ou valores de ISQ foram correlacionados com alterações na estabilidade do implante durante a cicatrização óssea. Assim, pensa-se que os valores de IT e ISQ têm uma correlação positiva (Degidi et al., 2009, 2013). No entanto, a fórmula de maior torque IT que se traduz em maior estabilidade primária pode nem sempre ser verdadeira porque a quantidade e a qualidade do osso variam significativamente entre os pacientes (Sultana et al., 2020).

Foi observado um sucesso notável alcançado com torques de inserção baixos, sugerindo que a estabilidade primária pode não ser o único fator para determinar a osseointegração. Na verdade, a capacidade de realizar a osseointegração depende não apenas do grau de estabilidade primária, mas também da capacidade do osso circundante de remodelar, o que significa que há mais formação óssea nova e mais contato entre osso e implante durante o período inicial de cicatrização. que demonstrou ocorrer quando o torque de inserção era menor. Além disso, as características otimizadas da superfície do implante melhoram esta resposta biológica, pois demonstraram reduzir ou eliminar a queda da curva ISQ anteriormente observada às 3 semanas, independentemente da marca ou desenho do implante, o que normalmente indica perda de estabilidade primária (Norton, 2017).

1.1. Materiais e métodos

O propósito desta revisão de literatura encerra-se no esclarecimento da seguinte questão de investigação (conforme a estratégia PICO apresentada no Quadro 1): Qual a diferença na sobrevivência de implantes colocados com alta vs. baixa estabilidade primária?

Tabela 1

Questão de investigação de acordo com o acrónimo PICO.

P (população)	Pacientes com implantes dentários
I (intervenção)	Torque de inserção no momento da colocação de implante
C (comparação)	Implantes colocados com alta estabilidade vs. baixa estabilidade primária
O (resultados, outcomes)	Sobrevivência do implante dentário

A pesquisa bibliográfica realizou-se na base de dados de publicações científicas Pubmed de artigos publicados nos últimos 10 anos (entre 2013 e 2024). Na seleção de artigos procedeu-se à exclusão de artigos de opinião e artigos sem abstract disponível (Quadro 2). A pesquisa realizou-se sem limites linguísticos, com a conjugação dos seguintes termos:

(dental implant) AND (primary stability) Filters: in the last 10 years

((("dental implants"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "implants"[All Fields]) OR "dental implants"[All Fields] OR ("dental"[All Fields] AND "implant"[All Fields]) OR "dental implant"[All Fields]) AND (("neoplasm metastasis"[MeSH Terms] OR ("neoplasm"[All Fields] AND "metastasis"[All Fields]) OR "neoplasm metastasis"[All Fields] OR "secondaries"[All Fields] OR "secondary"[MeSH Subheading] OR "secondary"[All Fields]) AND ("stabile"[All Fields] OR "stables"[All Fields] OR "stabilisation"[All Fields] OR "stabilisations"[All Fields] OR "stabilise"[All Fields] OR "stabilised"[All Fields] OR "stabiliser"[All Fields] OR "stabilisers"[All Fields] OR "stabilises"[All Fields] OR "stabilising"[All Fields] OR "stabilities"[All Fields] OR "stability"[All Fields] OR "stabilization"[All Fields] OR "stabilizations"[All Fields] OR "stabilize"[All Fields] OR "stabilized"[All Fields] OR "stabilizer"[All Fields] OR "stabilizers"[All Fields] OR "stabilizes"[All Fields] OR "stabilizing"[All Fields]))) AND (y_10[Filter])

Foram efetuadas pesquisas bibliográficas nas plataformas Science Direct e Google Scholar utilizando a seguinte combinação de palavras chaves: dental implant and primary stability

A seleção de artigos seguiu protocolo PRISMA (Figura1).

Tabela 2

CrITÉRIOS de inclusão e exclusão.

CrITÉRIOS de inclusão	CrITÉRIOS de exclusão
Estudos publicados nos últimos 10 anos (2013-2024)	Artigos de opinião
Estudos quantitativos e qualitativos	Artigos sem abstract disponível
Estudos em humanos	Revisões de literatura
Estudos in vivo	Estudos em animais
Qualquer idioma	Estudo in vitro

Após a leitura do título e do sumário dos artigos obtidos determinou-se o interesse de leitura integral de 11 artigos: 6 artigos foram considerados com efetiva pertinência para o esclarecimento do propósito que fundamenta esta revisão de literatura (Quadro 4).

O conteúdo – dados principais – dos artigos considerados com pertinência para o esclarecimento do propósito desta revisão de literatura: 6 artigos apresentam-se na tabela de evidências (Tabela 1) que ocupa o capítulo seguinte, o terceiro capítulo.

Figura 1

Diagrama PRISMA de pesquisa bibliográfica.

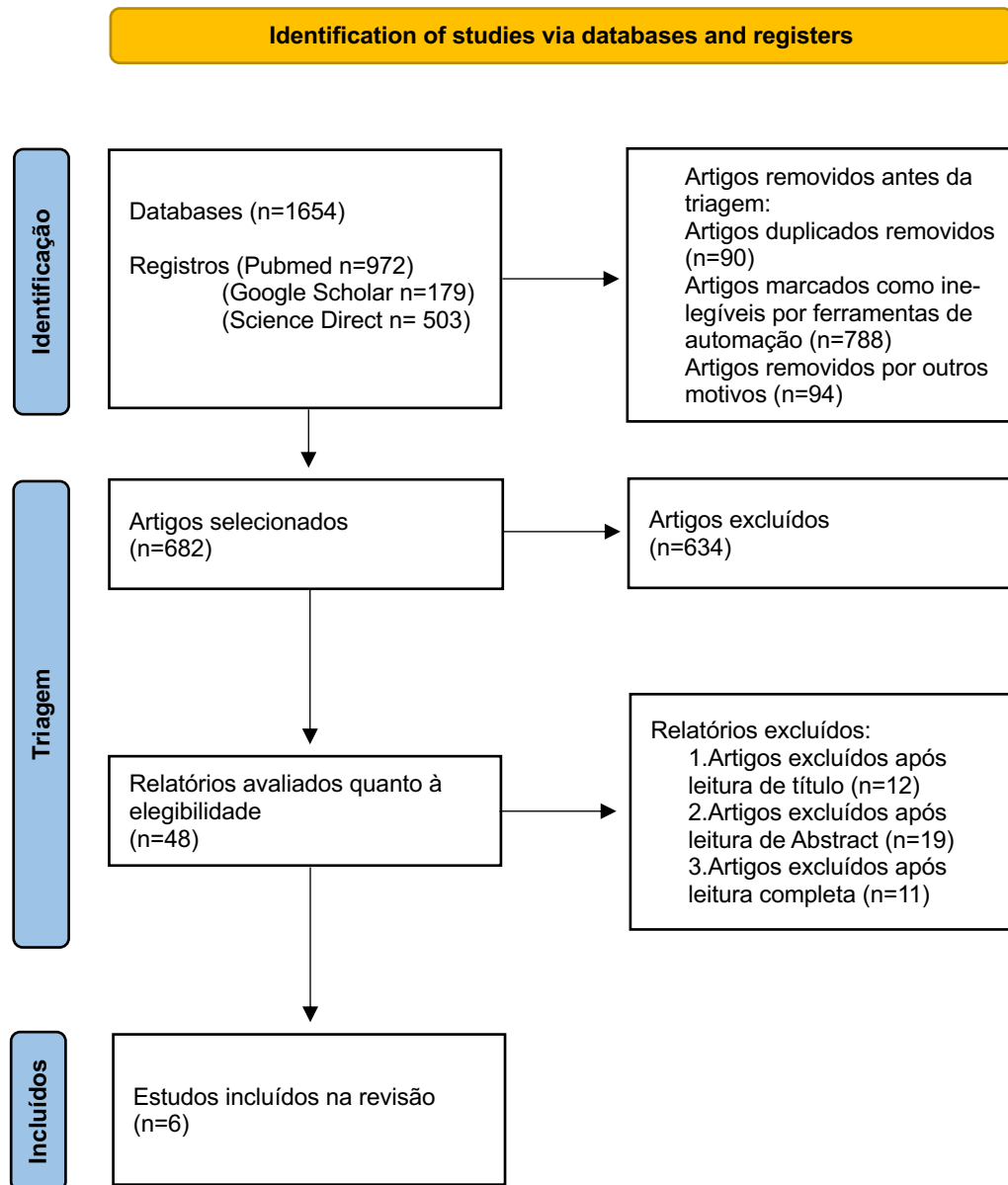


Tabela 3

Análise qualitativa de viés dos estudos incluídos

Study	Random.se- quence.generation	Allocation.con- cealment	Blin- ding.of.partici- pants.and.per- sonnel.	Blinding.of.out- come.assessment	Incomplete.out- come.data	Selective.re- porting.	Other.sour- ces.of.bias.	Overall
1	Low	Unclear	Unclear	Low	Low	Low	Low	Unclear
2	Unclear	Low	Low	Low	Low	Low	Unclear	Unclear
3	Unclear	Low	Low	Unclear	Low	Low	Low	Unclear
4	Low	Low	Low	High	Unclear	High	High	High
5	High	High	High	Low	Low	Unclear	Unclear	High
6	Low	Unclear	Unclear	Unclear	High	Low	No informa- tion	High

Uma avaliação crítica da qualidade metodológica de todos os artigos incluídos foi realizada usando ferramentas desenvolvidas pelo Instituto Joanna Briggs: “Checklist para Estudos Comparativos”, “Checklist para Estudos Retrospectivos”, “Checklist para Estudo de Coorte”, “Checklist para Estudo analítico”, “Checklist para estudo clínico multicêntrico controlado”. As ferramentas consistem em 8, 13 e 9 parâmetros, respectivamente, o que leva os examinadores a passarem por todos os artigos para preencher cada um dos parâmetros com “Sim” nos casos em que o artigo tem todas as informações avaliadas (Low); “Não” quando o artigo não tem nenhuma referência às informações avaliadas (High), “Indefinido” nos casos em que a informação avaliada é apenas parcialmente mencionada (Unclear) e finalmente “Não aplicável” quando o parâmetro não é aplicável ao artigo avaliado por determinantes metodológico (No information). O resultado dessa avaliação é descrito na tabela anterior.

2. RESULTADOS

Tabela 4

Tabela de resultados.

Ref.	Objectivo do estudo	Tipo de estudo	Participantes Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
[1] (Sultana et al., 2020)	Avaliar e comparar a estabilidade do implante e a perda de crista óssea nos implantes colocados com perfuração OD e técnica de perfuração tradicional.	Estudo comparativo in vivo	Foram colocados 20 implantes na região anterior da maxila e os pacientes foram divididos em dois grupos. No Grupo I, os implantes foram colocados pela técnica de perfuração tradicional e no Grupo II, a colocação dos implantes foi feita pela técnica de perfuração OD. A estabilidade primária foi medida em ambos os grupos no início do estudo (pós-operatório imediato) e em um intervalo de 6 meses, enquanto os níveis da crista óssea foram medidos no início do estudo, 6 e 8 meses.	A estabilidade primária do implante colocado com brocas OD foi ligeiramente superior à do implante colocado com perfuração tradicional; entretanto, não houve significância estatística. Quando os dados obtidos para os níveis da crista óssea foram analisados estatisticamente, não foi obtida diferença significativa entre os dois grupos.	Dentro das limitações deste estudo foram tiradas as seguintes conclusões: não houve diferença estatisticamente significativa na estabilidade do implante entre a perfuração tradicional e a perfuração OD. Na comparação dos níveis de crista óssea entre DO e perfuração tradicional, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os dois grupos.

Tabela 4 Continuação

Ref.	Objectivo do estudo	Tipo de estudo	Participantes Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
[2] (Lee et al., 2019)	Examinar implantes colocados com baixa estabilidade primária e fatores que podem estar relacionados com a falhas de implantes	Estudo retrospectivo	156 pacientes foram restaurados com 169 implantes e apresentaram rotação manual dentro de um período de follow-up observado de pelo menos 34 dias e pelo máximo 9,28 anos. Foram realizadas estatísticas descritivas, avaliação radiográfica baseada em medidas do nível ósseo marginal e análises de sobrevivência, incluindo estimativas de Kaplan-Meier e tábuas de vida. Ao colocar implantes, os pacientes foram registrados em registros odontológicos dos pacientes com um torque de inserção inferior a 20 Ncm. 33 implantes Straumann não autoroscantes sofreram um torque de inserção superior a 20 Ncm.	Apenas 7 dos 169 pacientes que receberam implantes com baixa estabilidade primária tiveram falha do implante. Segundo estes dados, apesar da fraca estabilidade primária, a taxa de sobrevivência dos implantes é de 94,74%. Além disso, os dados das estimativas de Kaplan-Meier mostraram que entre 82 cirurgias avançadas em casos clínicos complexos, houve 7 casos de perda de implante, enquanto em casos de cirurgia simples não houve falha do implante.	A colocação de implantes com baixa estabilidade primária pode não afetar negativamente as taxas de sobrevivência ou as alterações marginais do nível ósseo dos implantes, desde que é garantida uma cura protegida e descarregada.

Tabela 4 Continuação

Ref.	Objectivo do estudo	Tipo de estudo	Participantes Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
[3] (Norton, 2017)	Avaliar o impacto do baixo torque de inserção na estabilidade primária e no resultado clínico de curto prazo de implantes unitários colocados em rebordos cicatrizados e alvéolos de extração recentes.	Estudo comparativo	Coorte de 30 implantes foi auto-selecionada com base no torque de inserção medido ≤ 20 Ncm. A coorte foi encerrada com seguimento fixado em 1 ano. A análise da frequência de ressonância foi avaliada nas direções mesiodistal (MD) e bucolingual (BL) no momento da inserção do implante e no momento da restauração. A temporização imediata foi determinada pela necessidade estética e uma leitura mínima do ISQ de 55. Implantes foram restaurados definitivamente após aproximadamente 3 meses.	22 pacientes com um total de 30 implantes foram agrupados por torques de inserção de < 5 Ncm (spinners), $> 5 < 10$ Ncm, 10 Ncm, 15 Ncm e 20 Ncm. Um implante foi excluído porque os dados de acompanhamento não estavam disponíveis. Dos 29 implantes restantes, o ISQ médio mediu 67 (MD) e 65 (BL) no momento da cirurgia. Os valores aumentaram para 80 (MD) e 79 (BL) após um período de 3 meses. A taxa de sobrevivência ao final do período de 1 ano foi de 96,7%, incluindo o implante excluído, mas de 100% para os 29 implantes restantes. A frequência de implantes que não demonstraram perda óssea marginal foi de 71,4%, a perda óssea de 0,1 a 0,5 mm foi de 21,4% e a perda óssea $> 0,5$ mm (máx. = 2,82 mm) foi de apenas 7,2%. Nenhum implante foi perdido durante o período de carga funcional. Os dados sobre a temporização imediata não revelaram nenhuma diferença significativa no ISQ ou nos valores de perda óssea marginal para implantes neste grupo.	Torques de inserção mais baixos produzem taxas de sobrevivência favoráveis com níveis ósseos marginais ideais em comparação com a norma aceite.

Tabela 4 Continuação

Ref.	Objectivo do estudo	Tipo de estudo	Participantes Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
[4] (Monje et al., 2014)	<p>Analisar a estabilidade primária do implante e a consolidação óssea utilizando análise de frequência de ressonância em diferentes localizações anatómicas 4 meses após a colocação.</p>	<p>Estudo analítico</p>	<p>56 pacientes parcialmente edêntulos restaurados por implantes dentários. No total, 214 implantes foram colocados sem aumento ósseo ou de tecidos moles. Todos os implantes foram colocados com o mesmo protocolo de perfuração e torque de inserção do implante (35-40 N·cm).</p>	<p>O valor médio do ISQ no início do estudo para todas as localizações foi de 75,4 mm (intervalo de confiança de 95%, 74,20-76,59 mm). Valores mais elevados de ISQ foram encontrados na mandíbula. Foi identificada diferença significativa entre os valores do ISQ de cada localidade. Os valores médios obtidos mostraram aumento (3,4%) em todas as localizações, sendo maior na maxila posterior (3,8%), enquanto na maxila anterior foi o menor (1,5%) 4 meses após a cicatrização. Este aumento foi estatisticamente significativo na região posterior da maxila superior e inferior ($P < 0,001$).</p>	<p>Maior estabilidade do implante foi encontrada na mandíbula em comparação com a maxila em ambos os períodos, imediatamente após a inserção e 4 meses depois. Portanto, de acordo com os valores do ISQ, a restauração dos implantes imediatamente após a inserção ou após um período de cicatrização de 4 meses representa momentos seguros.</p>

Tabela 4 Continuação

Ref.	Objectivo do estudo	Tipo de estudo	Participantes Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
[5] (Cobo-Vázquez et al., 2018)	Analisar os fatores que influenciam a sobrevivência de implantes dentários colocados sem estabilidade primária.	Estudo de coorte	Implantes colocados sem estabilidade primária entre setembro de 2011 e julho de 2016. Foram utilizados todos os casos com informações registradas do paciente e da intervenção cirúrgica. Foram excluídos os casos que não tiveram acompanhamento de 12 meses após a colocação do implante.	<p>Dos 2.400 implantes analisados, 92 foram colocados sem estabilidade primária. A ausência de estabilidade primária foi classificada como B em 49 casos, C em 38 casos e D em 5 casos.</p> <p>Nenhuma influência estatisticamente significativa da idade do paciente, estabilidade primária, marca ou tamanho do implante em termos de sobrevivência do implante foi estabelecida. Observou-se tendência a maior perda precoce de implantes em implantes cuja ausência de estabilidade primária foi classificada como C.</p>	<p>A má estabilidade primária não é estatisticamente significativa na perda de implantes dentários das características estudadas.</p> <p>Qualquer um dos fatores estudados está relacionado com a perda precoce do implante como fator principal.</p>

Tabela 4 Continuação

Ref.	Objectivo do estudo	Tipo de estudo	Participantes Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
[6] (Bergamo et al., 2021)	Comparar o torque de inserção (TI) e o quociente de estabilidade temporal do implante (ISQ) de implantes colocados via OD ou perfuração subtrativa (SD).	Ensaio clínico multicêntrico controlado	<p>56 pacientes que necessitavam de pelo menos 2 implantes (n = 150 implantes). Os pacientes foram tratados com implantes estreitos, regulares ou largos e implantes curtos, regulares ou longos na região anterior ou posterior da maxila ou na região posterior da mandíbula. As osteotomias foram realizadas seguindo recomendação do fabricante. TI foi registrado com um indicador de torque. O ISQ foi registado com análise de frequência de ressonância imediatamente após a cirurgia, 3 e 6 semanas.</p>	<p>Os dados obtidos em função da osteotomia indicaram TI significativamente maior para OD em relação ao SD. A OD superou a SD convencional para todas as comparações pareadas de arcos (maxila e mandíbula) e áreas operadas (anterior e posterior), diâmetros e comprimentos dos implantes, exceto para implantes curtos. No geral, os dados do ISQ também demonstraram valores significativamente mais elevados para OD em comparação com SD, independentemente do período de cicatrização. Em relação às leituras imediatas, os valores do ISQ diminuíram significativamente às 3 semanas, regressando aos níveis imediatos às 6 semanas; no entanto, os valores do ISQ permaneceram estritamente acima de 68 durante todo o tempo de cicatrização da OD. Os dados em função do arco operado e osteotomia, área operada e osteotomia, dimensões do implante e osteotomia, também exibiram maiores valores de ISQ para OD em relação ao DP em comparações pareadas, exceto para implantes curtos</p>	<p>A OD demonstrou maiores valores de TI e ISQ temporal em relação à SD, independentemente do arco e da área operada, bem como do desenho e dimensão do implante, com exceção dos implantes curtos. Estudos futuros devem focar nos parâmetros biomecânicos e na avaliação das alterações do nível ósseo após a carga.</p>

3. DISCUSSÃO

Nos últimos anos, os implantes dentários têm apresentado taxas de sucesso satisfatórias em diversas situações clínicas (Al-Nawas et al., 2006). Para um prognóstico favorável são necessários alguns requisitos como a ausência de mobilidade do implante durante o procedimento cirúrgico, que é definida como estabilidade primária. Esta propriedade é essencial para a manutenção dos tecidos duros e moles peri-implantares e, por isso, é fator determinante para a osseointegração completa (Glauser et al., 2004; Kahraman et al., 2009).

A implantologia, desde os primórdios, tem sido destacada a importância dos protocolos de perfuração cirúrgica no sucesso a longo prazo dos implantes (Albrektsson et al., 1981). A evidência científica mostra como o grau de estabilidade primária obtido na colocação de implantes depende de vários fatores: densidade óssea, características do implante e técnica cirúrgica (Chong et al., 2009; Javed & Romanos, 2010; Marquezan et al., 2012; Molly, 2006; Santos et al., 2011). Porém, é de grande importância que mais estudos avaliem e estudem primeiro a estabilidade primária, pois é um indicador de maior importância para garantia da osseointegração (Chong et al., 2009; Kahraman et al., 2009).

Os métodos de quantificação da estabilidade clínica primária, embora viáveis e úteis, apresentam limitações, sendo necessário um método que correlacione os diferentes tipos de implantes, semelhante ao que ocorre com o osso humano com a utilização de material semelhante para laboratório e testes mecânicos (Cristofolini & Viceconti, 2000).

Uma boa estabilidade primária permite uma distribuição equilibrada do esforço mastigatório e das cargas oclusais funcionais logo após a inserção do implante. Esta estabilidade pode diminuir ao longo do tempo devido à remodelação óssea peri-implantar (Cehreli et al., 2009; Chong et al., 2009). Para o sucesso a longo prazo da implantodontia, os seguintes fatores relacionados ao paciente devem ser levados em consideração: qualidade e volume ósseo, parâmetros clínicos peri-implantares, estabilidade do implante, fatores relacionados à técnica cirúrgica e à seleção de implantes. Esses fatores previamente avaliados proporcionam uma osseointegração previsível e se a carga pode ser aplicada ou não (Cehreli et al., 2009; Kahraman et al., 2009).

Alguns métodos para avaliação da estabilidade primária já foram propostos, como torque de inserção e frequência de ressonância, mas nenhum método apresenta resultados completamente precisos. A ortopedia médica propõe um método para simular esta

análise, o teste de arrancamento, que apesar da necessidade de dispositivos específicos para cada tipo de implante, é consagrado nesta especialidade médica (Inceoglu et al., 2004; Rosa et al., 2008). Além disso, é necessário selecionar materiais a serem utilizados como substrato para esses testes, tendo em vista as desvantagens encontradas na seleção de substratos semelhantes ao osso humano, bem como o difícil acesso a osso de boa qualidade in vivo, que é um pré-requisito para a fixação inicial (Al-Nawas et al., 2006; Carvalho et al., 2008; Lee et al., 2019).

Estudos científicos conduzidos por Lee et al., 2019 parecem apoiar a tese de que a estabilidade primária não é um fator determinante para alcançar o sucesso do implante. Na verdade, apenas 7 dos 156 pacientes numa amostra de 169 implantes com um baixo nível de estabilidade primária falharam. A amostra foi observada por intervalos de tempo extremamente variados, de um mínimo de 34 dias a um máximo de pouco mais de 9 anos. Os resultados mostraram que a taxa de sobrevivência dos implantes foi superior a 94,74%, apesar do baixo nível de estabilidade primária. Além disso, os 7 casos de falha de implante, identificados na amostra de 156 pacientes ocorreram exclusivamente entre intervenções complexas. Portanto os resultados desse estudo parecem confirmar que as tecnologias modernas e protocolos de inserção de implantes permitem operações de implante com alto sucesso mesmo em situações de baixa estabilidade primária.

O TI refere-se à força usada para inserir um implante no osso, é considerado uma medida substituta objetiva para estabilidade primária (Cooper, 2012) Para além do TI, amplamente utilizado para análise de estabilidade primária de implantes dentários, foi utilizado o método teste de desinserção em implantes ortopédicos para análise de resistência mecânica, utilizando ossos naturais e sintéticos ou substratos que satisfaçam a reprodução do tecido ósseo humano para medir a resistência do parafuso (Inceoglu et al., 2004; Tsai et al., 2009). Embora as forças cíclicas fisiológicas sobre os implantes em mandíbula ou maxila não se limitem apenas às forças axiais mostradas no teste, este método permite avaliar os parâmetros estudados através da força máxima de deseinserção, bem como comparar os diferentes implantes (Lee et al., 2019; Rosa et al., 2008).

Investigadores como Valente et al. (2016) demonstraram que a qualidade óssea e as características macro geométricas do implante são os fatores que mais influenciam na estabilidade primária (Valente et al., 2016). Durante o planejamento da cirurgia, o profissional seleciona um protocolo de perfuração específico com base na densidade e

qualidade do osso (uma das estratégias usuais para melhorar a ancoragem em casos de baixa densidade óssea é a infra perfuração) (Alghamdi et al., 2011; O'Sullivan et al., 2000).

No estudo retrospectivo multicêntrico realizado por Toia et al. (2017) analisou-se a perda óssea marginal em relação ao protocolo de perfuração, densidade óssea e TI (em pacientes tratados com implantes tardios e carga convencional). Estes autores descobriram que os casos com maior perda de crista óssea correspondiam àqueles com maior densidade óssea, TI elevados e aqueles onde foram seguidos protocolos cirúrgicos de infra perfuração (Toia et al., 2017).

Entretanto, revisões sistemáticas realizadas por Lemos et al. (2021) e por Berardini et al. (2016) não encontraram nenhuma relação entre os torques de inserção (altos ou baixos) e a taxa de sobrevivência ou perda óssea marginal dos implantes. (Berardini et al., 2016; Lemos et al., 2021).

Na tentativa de encontrar o torque ideal, muitos autores analisaram a influência de torques elevados em comparação com torques baixos. Observaram que um alto TI superior a 45N aumentou o risco de microfraturas ósseas com maior resposta de reabsorção óssea em nível molecular e celular, o que ocasionou uma perda significativa de estabilidade óssea (observada nas primeiras três semanas de cicatrização). (Duyck et al., 2010)

Atualmente, ainda há controvérsia sobre como o alto TI afeta a estabilidade dos tecidos peri-implantares. Por um lado, estudos clínicos randomizados como o exemplo de Marconcini et al. (2018) mostraram que a perda óssea marginal e a recessão de tecidos moles foram estatisticamente maiores em implantes colocados com alto torque (50N) em comparação com aqueles colocados com torque normal (<50N), notando-se assim a importância da densidade óssea no planejamento da cirurgia implantar. (Marconcini et al., 2018). No entanto, algumas revisões sistemáticas tais como a de Berardini et al. (2016) e de Roca-Millan et al. (2020) analisaram a reabsorção óssea marginal em implantes colocados com alto torque em comparação com torque normal ou baixo, e não encontraram diferenças estatisticamente significativas conectando esses dois fatores. Da mesma forma, um torque muito baixo também pode afetar o sucesso do tratamento odontológico (Berardini et al., 2016; Roca-Millan et al., 2020). Mesmo os primeiros trabalhos sugeriram que o baixo torque inicial durante a colocação dos implantes estava associado à fibrointegração do implante como consequência da suscetibilidade a micromovimentos (Brunski, 1988).

Com o avanço da implantologia, diversas hipóteses surgiram para explicar as causas da falha precoce dos implantes. A falha precoce ocorre quando o corpo não consegue estabelecer a osseointegração. Entre as possíveis explicações estão a baixa densidade óssea, procedimento cirúrgico inadequado, contaminação bacteriana, infecção periodontal prévia, formato do implante e falta de estabilidade primária devido ao baixo torque de inserção (Nascimento et al., 2023).

Porém, Farronato et al. (2020) avaliaram a influência da qualidade óssea, protocolo de perfuração, comprimento e diâmetro do implante no TI e determinaram que protocolos mal executados poderiam induzir um TI excessivo. Assim, estes investigadores recomendaram que para evitar compressão óssea indesejável, o protocolo de osso denso deve ser sempre considerado, sempre que valores elevados de torque são esperados (Farronato et al., 2020).

Considere-se agora a revisão sistemática realizada por Darriba (2023) com o objetivo de avaliar o efeito do baixo TI (≤ 35 Ncm) na taxa de sobrevivência de implantes dentários com carga imediata e constatou-se que a taxa de sobrevivência agrupada de implantes com TI ≤ 35 Ncm foi 5% maior do que implantes com > 35 Ncm (taxa de incidência = 1,05), sem qualquer diferença. Ambos os grupos alcançaram altas taxas de sobrevivência. Assim, implantes com torque de inserção ≤ 20 Ncm podem ser carregados imediatamente com próteses ferulizadas e aqueles com > 20 Ncm com próteses unitárias (Darriba et al., 2023). Mas deve-se considerar que os implantes dentários de carga imediata, apesar de ser uma solução moderna, eficaz e rápida têm entre seus riscos a falta de integração que pode ser causada por uma infecção bacteriana dos tecidos moles e duros ao redor do implante devido a preparação inadequada do paciente para a operação, falha na esterilização, escassa profilaxia antibiótica e antisséptica após a cirurgia e má higiene do paciente.

A revisão sistemática de Darriba (2023) sustenta que implantes dentários com carga imediata e torques de inserção mais baixos têm taxas de sobrevivência de implantes semelhantes àqueles com torques de inserção médios ou mais altos. A análise quantitativa fornecida por ensaios de intervenção randomizados e não randomizados revelou taxas de sobrevivência substanciais (96% para TI ≤ 35 Ncm e 92% para torque de inserção > 35 Ncm). Para Darriba (2023), a metanálise dos dados dos estudos não revelou diferenças entre os efeitos de TI mais baixos em comparação com TI médios ou mais altos em termos de taxa de sobrevivência do implante. Tanto a carga imediata com TI baixo (≤ 25 Ncm),

quanto médio ou alto obtiveram altas taxas de sobrevivência com um resultado clínico favorável. (Darriba et al., 2023)

Conforme já referido, embora ainda não tenha sido possível definir o torque de inserção mínimo necessário para alcançar o sucesso da osseointegração, também no estudo de Oliveira et al. (2016), a taxa de sobrevivência dos implantes com baixo TI (≤ 35 Ncm) foi semelhante àquela dos implantes com torque de inserção médio ou alto (> 35 Ncm). Consequentemente, os implantes com baixo TI podem ser carregados imediatamente (Oliveira et al., 2016).

A estabilidade primária é necessária para implantes dentários com carga imediata. A qualidade e quantidade óssea adequada, implantes com superfície rugosa, dimensão adequada e boa técnica clínica para manter o contato entre o implante e o osso são necessários para alcançar a estabilidade primária (Morton et al., 2004).

O torque de inserção usual utilizado para carga imediata de implantes unitários varia entre 20 e 45 Ncm (Benic et al., 2014). Os resultados da revisão sistemática de Benic et al. (2014) mostraram que a carga imediata de implantes unitários com baixo torque de inserção (20–35 Ncm) tem 0,88 mais risco de falha do que implantes unitários com torque de inserção médio ou alto (> 35 Ncm), sem diferenças estatisticamente significativas.

Estudos relataram que os implantes têm capacidade de resistir à força de desinserção, propriedades mecânicas relacionadas à geometria e tamanho do implante, qualidade e quantidade óssea (Al-Nawas et al., 2006; Rosa et al., 2008), torque de inserção (Inceoglu et al., 2004; Leite et al., 2008) e preparação do orifício piloto (Hsu et al., 2005; Leite et al., 2008; Rosa et al., 2008). Além disso, a superfície do implante em contato com o tecido ósseo e o número de roscas por unidade de comprimento do implante são proporcionais (Inceoglu et al., 2004).

Todas essas variáveis sugerem a força de desinserção como preditor da estabilidade primária. A correlação da estabilidade com o desenho e tratamento superficial dos implantes permite idealizar diferentes implantes a fim de otimizar a osseointegração, auxiliar na indicação de implantes e reduzir a indicação de enxertos ósseos para facilitar a técnica cirúrgica, embora pouco tenha sido feito para aplicar esses pressupostos no desenvolvimento de novos projetos de implantes (Lee et al., 2019).

Assim, o teste de arrancamento associado à utilização de um substrato que mimetize as reais condições do osso possibilita a realização de estudos laboratoriais que

correlacionam as propriedades mecânicas com a forma e o tratamento superficial do implante, permitindo grande avanço industrial (Lee et al., 2019).

Norton (2017) avaliaram o impacto do baixo torque de inserção na estabilidade primária e no resultado clínico de curto prazo de implantes unitários colocados em rebordos cicatrizados e alvéolos de extração recentes concluíram que TI mais baixos produzem taxas de sobrevivência favoráveis com níveis ósseos marginais ideais em comparação com a norma aceite (Norton, 2017). Monje et al. (2014) investigaram a estabilidade primária dos implantes e a cicatrização óssea utilizando RFA em diferentes localizações anatómicas 4 meses após a colocação e concluíram que a maior estabilidade do implante foi encontrada na mandíbula em comparação com a maxila em ambos os períodos, imediatamente após a inserção e 4 meses depois (Monje et al., 2014).

As taxas de sucesso a longo prazo da reabilitação com implantes dentários foram extensivamente documentadas nas últimas três décadas (White, 2015; Wittneben et al., 2014). A estabilidade do implante tem sido reconhecida como um dos fatores mais importantes. A partir da estabilidade, novo osso se desenvolve ao redor da superfície do implante, constituindo uma fixação biológica denominada estabilidade secundária do implante (Gómez-Polo et al., 2016).

A dificuldade que existe em quantificar a sobrevivência de implantes com fraca estabilidade primária deve ser considerada, uma vez que não existem padrões para a sua medição (Aparicio & Orozco, 1998; Martinez et al., 2001). Quanto à avaliação clínica, Fu et al. (2017) analisaram a relação entre tipo ósseo segundo Leckholm e Zarb, sensação tátil durante a perfuração segundo Misch, estabilidade primária medida com aparelho Osstell® e análise da qualidade óssea por meio de microtomografia computadorizada. Este estudo alerta para as limitações dos instrumentos primários de medida de estabilidade em determinadas densidades ósseas, especialmente na mandíbula. Portanto, a avaliação clínica da estabilidade do implante é geralmente subjetiva, observacional e baseada na experiência (Fu et al., 2017).

Quesada-García et al. (2012) analisaram diâmetro, localização e fator de crescimento rico em plasma (PRGF) em relação à estabilidade medida por RFA, concluindo que implantes estreitos colocados na maxila apresentam pior estabilidade quando comparados aos implantes modificados com PRGF. No entanto, estes dados não são aplicáveis aos nossos, uma vez que este estudo não mediu a estabilidade durante a osseointegração (Quesada-García et al., 2012).

Em relação ao formato, há maior estabilidade primária em implantes cónicos em comparação com outros designs. Em conformidade com estes resultados, Staedt et al. (2017) concluíram que a maior estabilidade primária, medida com dispositivo Osstell®, é obtida em implantes cilíndricos inseridos a 30 Ncm, e em cónicos inseridos a 40 Ncm (Staedt et al., 2017). A técnica de perfuração pode ter um efeito positivo na estabilidade primária (Falisi et al., 2017; O'Sullivan et al., 2000).

Lee et al. (2019), no seu estudo retrospectivo, analisaram os resultados de implantes colocados com baixa estabilidade primária e fatores que podem estar relacionados a ocorrência de falhas de implantes e chegaram à conclusão que a colocação de implantes com baixa estabilidade primária pode não afetar negativamente a taxa de sobrevivência ou as alterações marginais do nível ósseo dos implantes, desde que seja garantida uma cicatrização protegida e sem carga (Lee et al., 2019). A osseodensificação (OD) demonstrou melhorar a estabilidade do implante; entretanto, as influências do desenho do implante, dimensões e características do local cirúrgico são desconhecidas (Bergamo et al., 2021).

Atenda-se agora ao estudo de (Bergamo et al., 2021) que comparou o TI e o ISQ de implantes colocados via OD ou perfuração subtrativa (SD). Os resultados levaram à conclusão de que OD demonstrou maiores valores de TI e ISQ em relação ao SD, independentemente do arco e da área operada, bem como do desenho e dimensão do implante, com exceção dos implantes curtos (Bergamo et al., 2021).

Alcançar um grau ideal de estabilidade primária no momento da cirurgia, que pode ser definido como o envolvimento biomecânico osso-implante com um micromovimento inferior a 150 µm, tem sido considerado essencial para uma osseointegração bem-sucedida e para prever o tempo de carga (Faot et al., 2019; Walker et al., 2011). Clinicamente, o grau de estabilidade do implante pode ser estimado objetivamente pelos valores do TI usando peças manuais cirúrgicas ou ISQ obtidos subjetivamente usando RFA; segundo o qual valores de TI acima de 35 N.cm e/ou ISQ acima de 68 foram considerados valores razoáveis para uma osseointegração previsível e carregamento mais precoce, sugerindo que tais valores não devem ser alcançados apenas após a colocação do implante, mas também idealmente mantidos durante o curso inicial de osseointegração (Bergamo et al., 2021; Gallucci et al., 2018).

Dadas as propriedades elásticas do osso, a distribuição da tensão interfacial durante a instalação do implante e a respectiva tensão do tecido peri-implantar devido às forças de

fricção apresentam uma relação linear. Assim, a densidade óssea na vizinhança peri-implantar, juntamente com a macrogeometria do implante e sua instrumentação cirúrgica relacionada, foram assumidas como principais preditores morfométricos da TI bem como da cinética de cicatrização (Coelho et al., 2015; Coelho & Jimbo, 2014).

A técnica preparatória de osteotomia relativamente nova de OD provocou uma mudança de paradigma na preparação do local do implante através de um conceito de perfuração em várias etapas usando brocas de design exclusivo que promove a lateralização do osso autógeno na estrutura esponjosa circundante e expande o ambiente ósseo circundante por um contato rolante e deslizante com deformação óssea controlada, tudo com elevação mínima de calor (Huweis & Meyer, 2017). Essa técnica de OD tem sido baseada nas propriedades elásticas e plásticas do osso que facilitam a preservação e compactação do volume ósseo, resultando no autoenxerto de material ósseo no espaço trabecular e aumentando sua densidade. Isto pode ser particularmente útil em cenários clínicos de má qualidade óssea (Huweis & Meyer, 2017; Wu et al., 2018).

As osteotomias OD mostraram uma redução de aproximadamente 90% no diâmetro da osteotomia objetiva quando deixadas vazias, isso devido à tensão residual e ao efeito de retorno ósseo (Huweis & Meyer, 2017; Kold et al., 2003). Tal efeito produz forças compressivas suaves contra o implante, melhorando assim o intertravamento biomecânico inicial osso-implante e, portanto, um aumento na estabilidade primária: todos exibiram atividade osteogênica através de um processo de cura mecanobiológico sem a tensão excessiva que levaria a uma extensa remodelação e subsequentemente a uma queda significativa na estabilidade (Alifarag et al., 2018; Huweis & Meyer, 2017; Kold et al., 2003; Lahens et al., 2016, 2019; Oliveira et al., 2016; Trisi et al., 2016).

Dados biomecânicos e histológicos pré-clínicos altamente translacionais demonstraram IT significativamente maior e torque de remoção temporal para OD em relação à perfuração subtrativa convencional (SD) (Alifarag et al., 2018; Huweis & Meyer, 2017; Oliveira et al., 2016). Dado que o torque de remoção foi comparável ao longo do período de cicatrização avaliado neste conjunto de evidências, foi sugerido que a perfuração OD fornece competência biomecânica atemporal (Alifarag et al., 2018). Os resultados clínicos da técnica OD demonstraram eficácia a curto e longo prazo em vários cenários clínicos, melhorando assim a estabilidade primária e secundária do implante (Koutouzis et al., 2019; Tanello et al., 2019).

Portanto, o ensaio clínico multicêntrico controlado de Bergamo (2021) que teve como

objetivo comparar os valores de TI e os valores temporais de ISQ (imediate, 3 e 6 semanas) de locais de osteotomia pareados preparados com instrumentação cirúrgica padrão SD e OD. A hipótese nula postulada foi que a técnica cirúrgica da osteotomia não influenciaria os parâmetros clínicos de estabilidade primária do implante medida por TI e estabilidade secundária do implante medida pelos valores do ISQ até 6 semanas após a colocação do implante (Bergamo et al., 2021).

Uma osteotomia bem-sucedida para reabilitação dentária permite que o implante seja inserido em uma posição tridimensional orientada biológica e restaurativamente com estabilidade biomecânica adequada, onde o local do implante é adequadamente preparado para um tamanho preciso usando uma série progressiva de brocas, evitando o superaquecimento do tecido induzido (Stocchero et al., 2016). Alcançar altos níveis de estabilidade biomecânica tem sido cada vez mais exigido na prática clínica para acomodar a tendência atual de protocolos de carga precoce, mesmo para tipos ósseos com baixa densidade (Cheng et al., 2020; Gallardo et al., 2019).

Sultana et al. (2020) avaliaram e compararam a estabilidade do implante e a perda de crista óssea nos implantes colocados com perfuração OD e técnica de perfuração tradicional. As conclusões de seu estudo apontam para a inexistência de diferença estatisticamente significativa na estabilidade do implante entre a perfuração tradicional e a perfuração OD. Na comparação dos níveis de crista óssea entre OD e perfuração tradicional, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os dois grupos (Sultana et al., 2020).

A estabilidade primária do implante depende basicamente da qualidade e da quantidade de osso na vizinhança imediata do implante no momento da colocação do implante. Áreas edêntulas com deficiência óssea estão sempre em risco de fraca estabilidade primária após a colocação do implante. Alcançar uma boa estabilidade primária é fundamental em áreas como a região posterior da maxila ou regiões com osso D3 e D4 (Lioubavina-Hack et al., 2006).

Assim, em termos simples, uma boa quantidade de osso deve circundar o implante no momento da colocação do implante para proporcionar-lhe uma boa ancoragem mecânica. No entanto, a qualidade do osso no sítio cirúrgico é um fator que está além do controle, a quantidade de osso pode ser manipulada de várias maneiras. Assim, a formação da osteotomia leva à inevitável perda de tecido ósseo para criar espaço para o implante no osso, o que afetará a estabilidade primária do implante. A técnica tradicional

de perfuração tem sido amplamente utilizada em implantologia nos últimos anos. Certo que possui limitações como remoção de osso, preparo de osteotomia elíptica que pode ter resultado em aumento do tempo de modelagem óssea e baixa estabilidade primária principalmente em regiões de baixa densidade (Sultana et al., 2020).

4. CONCLUSÃO

Dois fatores principais que influenciam a estabilidade primária de um implante durante a colocação são a quantidade de contato osso-implante e o papel das tensões compressivas na interface implante-tecido. Tais tensões podem ser benéficas para melhorar a estabilidade primária de um implante, mas podem atingir um nível suficientemente alto para resultar em necrose e isquemia local do osso na interface implante-tecido (Isoda et al., 2012). Da mesma forma, a estabilidade secundária também pode ser determinada pela resposta do tecido ósseo ao trauma cirúrgico e pela superfície do implante. A resposta é, em última análise, a formação e remodelação óssea na interface do implante, levando ao aumento da fixação e estabilidade do implante, embora a reabsorção óssea resultando na falha do implante também possa ocorrer durante o período inicial de cicatrização. Na literatura, está claro que a rugosidade da superfície pode resultar em mais osso na interface do implante, bem como em maior resistência ao torque. A má fixação pode levar a micromovimentos durante a cicatrização do implante, o que pode potencialmente causar encapsulamento fibroso e está associado a taxas de falha mais elevadas.

Geralmente são necessários períodos de cicatrização mais curtos para implantes com boa estabilidade primária. Por outro lado, implantes com fraca estabilidade necessitam de períodos de cicatrização mais longos para alcançar ganho suficiente na estabilidade secundária. Isso sugere a possibilidade de determinar a duração do período de cicatrização individualmente, tornando o tratamento com implantes mais seguro, mais eficaz e menos demorado em alguns casos (Esposito et al., 1998). Ao que tudo indica, actualmente não há consenso sobre o TI ideal em cada situação clínica. no entanto, para ter certeza do sucesso implantar é melhor usar um torque de inserção adequado entre 25 e 45 Ncm. Embora seja amplamente conhecido que a densidade óssea, o protocolo de perfuração e o diâmetro e comprimento dos implantes afetam o torque de inserção dos nossos implantes, não foi estudado como todos esses fatores interagem entre si e podem alterar o torque final, que é crucial para o sucesso a longo prazo das reabilitações sobre implantes (Fernández-Olavarria et al., 2023).

Recorde-se o recente estudo de Darriba (2023) que relata que o baixo TI não tem efeito significativo nas taxas de sobrevivência de implantes de carga imediata em um acompanhamento médio de 24 meses. Este achado tem implicações clínicas importantes,

uma vez que implantes com TI inferior a 20 Ncm podem ser carregados imediatamente com próteses totais ou parciais e implantes com TI superior a 20 Ncm podem ser carregados imediatamente com prótese única. No entanto, são necessários mais estudos bem desenhados comparando implantes de carga imediata com diferentes valores de TI para confirmar estes resultados (Darriba et al., 2023). A sobrevivência dos implantes dentários tem sido associada à estabilidade primária (Cobo-Vázquez et al., 2018; Lee et al., 2019). reconheceram a necessidade de mais investigação sobre se a baixa estabilidade primária do implante influenciaria negativamente o sucesso da terapia com implantes.

Com base na experiência clínica recolhida e à luz dos resultados obtidos é possível afirmar que os implantes podem sobreviver mesmo sendo inseridos com baixa estabilidade e torques de inserção mais baixos podem igualmente produzir boas taxas de sobrevivência, obviamente a idade do paciente e o estado geral de saúde da cavidade oral devem ser sempre levados em consideração. Para obter um resultado ideal a longo prazo seria suficiente respeitar os tempos de cicatrização biológica e obviamente para implantes inseridos com baixa estabilidade é necessário mais tempo mas podem o mesmo ocorrer com sucesso e ter uma longa durabilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Nawas, B., Wagner, W., & Grötz, K. A. (2006). Insertion torque and resonance frequency analysis of dental implant systems in an animal model with loaded implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 21(5), 726–732. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17066633>
- Al-Sabbagh, M., Eldomiaty, W., & Khabbaz, Y. (2019). Can Osseointegration Be Achieved Without Primary Stability? *Dental Clinics of North America*, 63(3), 461–473. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.02.001>
- Albrektsson, T., Brånemark, P., Hansson, H., & Lindström, J. (1981). Osseointegrated titanium implants: Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 52, 155–170.
- Alghamdi, H., Anand, P. S., & Anil, S. (2011). Undersized implant site preparation to enhance primary implant stability in poor bone density: A prospective clinical study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(12), e506–e512. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.08.007>
- Alifarag, A. M., Lopez, C. D., Neiva, R. F., Tovar, N., Witek, L., & Coelho, P. G. (2018). Atemporal osseointegration: Early biomechanical stability through osseodensification. *Journal of Orthopaedic Research*, 36(9), 2516–2523. <https://doi.org/10.1002/jor.23893>
- Aparicio, C., & Orozco, P. (1998). Use of 5-mm-diameter implants: Periotest® values related to a clinical and radiographic evaluation. *Clinical Oral Implants Research*, 9(6), 398–406. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1996.090605.x>
- ASTM. (2021). *Standard Specification for Rigid Polyurethane Foam for Use as a Standard Material for Testing Orthopaedic Devices and Instruments*. American Society for Testing and Materials.
- Atieh, M. A., Baqain, Z. H., Tawse-Smith, A., Ma, S., Almoselli, M., Lin, L., & Alsa-beeha, N. H. M. (2021). The influence of insertion torque values on the failure and complication rates of dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(3), 341–360. <https://doi.org/10.1111/cid.12993>
- Barone, A., Alfonsi, F., Derchi, G., Tonelli, P., Toti, P., Marchionni, S., & Covani, U. (2016). The Effect of Insertion Torque on the Clinical Outcome of Single Implants: A Randomized Clinical Trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 18(3), 588–600. <https://doi.org/10.1111/cid.12337>
- Bashutski, J. D., D’Silva, N. J., & Wang, H. (2009). Implant Compression Necrosis: Current Understanding and Case Report. *Journal of Periodontology*, 80(4), 700–704. <https://doi.org/10.1902/jop.2009.080581>
- Bayarchimeg, D., Namgoong, H., Kim, B. K., Kim, M. D., Kim, S., Kim, T. Il, Seol, Y. J., Lee, Y. M., Ku, Y., Rhyu, I. C., Lee, E. H., & Koo, K. T. (2013). Evaluation of the correlation between insertion torque and primary stability of dental implants using a block bone test. *Journal of Periodontal and Implant Science*, 43(1), 30–36. <https://doi.org/10.5051/jpis.2013.43.1.30>

- Benic, G., Mir-Mari, J., & H mmerle, C. (2014). Loading Protocols for Single-Implant Crowns: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 222–238. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g4.1>
- Berardini, M., Trisi, P., Sinjari, B., Rutjes, A. W. S., & Caputi, S. (2016). The effects of high insertion torque versus low insertion torque on marginal bone resorption and implant failure rates: A systematic review with meta-analyses. *Implant Dentistry*, 25(4), 532–540. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000422>
- Bergamo, E. T. P., Zahoui, A., Barrera, R. B., Huwais, S., Coelho, P. G., Karateew, E. D., & Bonfante, E. A. (2021). Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(3), 317–328. <https://doi.org/10.1111/cid.13007>
- Bonfante, E. A., Jimbo, R., Witek, L., Tovar, N., Neiva, R., Torroni, A., & Coelho, P. G. (2019). Biomaterial and biomechanical considerations to prevent risks in implant therapy. *Periodontology 2000*, 81(1), 139–151. <https://doi.org/10.1111/prd.12288>
- Brunski, J. B. (1988). Biomechanical considerations in dental implant design. *The International Journal of Oral Implantology : Implantologist*, 5(1), 31–34.
- Carvalho, M. A. de, Queiroz, C. M., Molena, C. C. L., Rezende, C. P. de, & Rapoport, A. (2008). Clinical study of the relationship between the implant insertion torque and the osseointegration. *Revista Brasileira de Cirurgia de Cabeça e Pescoço*, 37(4), 202–205. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=507894&indexSearch=ID>
- Cehreli, M. C., Karasoy, D., Akca, K., & Eckert, S. E. (2009). Meta-analysis of methods used to assess implant stability. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 24(6), 1015–1032. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20162105>
- Chen, J., Cai, M., Yang, J., Aldhohrah, T., & Wang, Y. (2019). Immediate versus early or conventional loading dental implants with fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(6), 516–536. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.05.013>
- Cheng, Q., Su, Y.-Y., Wang, X., & Chen, S. (2020). Clinical Outcomes Following Immediate Loading of Single-Tooth Implants in the Esthetic Zone: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 35(1), 167–177. <https://doi.org/10.11607/jomi.7548>
- Chong, L., Khocht, A., Suzuki, J. B., & Gaughan, J. (2009). Effect of implant design on initial stability of tapered implants. *The Journal of Oral Implantology*, 35(3), 130–135. <https://doi.org/10.1563/1548-1336-35.3.130>
- Cobo-Vázquez, C., Reiningger, D., Molinero-Mourelle, P., González-Serrano, J., Guisado-Moya, B., & López-Quiles, J. (2018). Effect of the lack of primary stability in the survival of dental implants. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(1), e14–e19. <https://doi.org/10.4317/jced.54441>
- Coelho, P. G., & Jimbo, R. (2014). Osseointegration of metallic devices: Current trends based on implant hardware design. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 561, 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2014.06.033>

- Coelho, P. G., Jimbo, R., Tovar, N., & Bonfante, E. A. (2015). Osseointegration: Hierarchical designing encompassing the macrometer, micrometer, and nanometer length scales. *Dental Materials*, *31*(1), 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.10.007>
- Coelho, P. G., Marin, C., Teixeira, H. S., Campos, F. E., Gomes, J. B., Guastaldi, F., Anchieta, R. B., Silveira, L., & Bonfante, E. A. (2013). Biomechanical evaluation of undersized drilling on implant biomechanical stability at early implantation times. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *71*(2), e69–e75. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.10.008>
- Cooper, L. F. (2012). Factors influencing primary dental implant stability remain unclear. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, *12*(3 SUPPL.), 185–186. [https://doi.org/10.1016/S1532-3382\(12\)70033-7](https://doi.org/10.1016/S1532-3382(12)70033-7)
- Cristofolini, L., & Viceconti, M. (2000). Mechanical validation of whole bone composite tibia models. *Journal of Biomechanics*, *33*(3), 279–288. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(99\)00186-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(99)00186-4)
- Darriba, I., Seidel, A., Moreno, F., Botelho, J., Machado, V., Mendes, J. J., Leira, Y., & Blanco, J. (2023). Influence of low insertion torque values on survival rate of immediately loaded dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, *50*(2), 158–169. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13733>
- Degidi, M., Daprile, G., & Piattelli, A. (2010). Determination of primary stability: a comparison of the surgeon's perception and objective measurements. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *25*(3), 558–561. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20556255>
- Degidi, M., Daprile, G., Piattelli, A., & Iezzi, G. (2013). Development of a New Implant Primary Stability Parameter: Insertion Torque Revisited. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *15*(5), 637–644. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2011.00392.x>
- Degidi, M., Perrotti, V., Strocchi, R., Piattelli, A., & Iezzi, G. (2009). Is insertion torque correlated to bone-implant contact percentage in the early healing period? A histological and histomorphometrical evaluation of 17 human-retrieved dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, *20*(8), 778–781. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01599.x>
- Del Fabbro, M., Testori, T., Kekovic, V., Goker, F., Tumedei, M., & Wang, H. L. (2019). A systematic review of survival rates of osseointegrated implants in fully and partially edentulous patients following immediate loading. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(12), 2142. <https://doi.org/10.3390/jcm8122142>
- Dilek, O., Tezulas, E., & Dincel, M. (2008). Required minimum primary stability and torque values for immediate loading of mini dental implants: an experimental study in nonviable bovine femoral bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, *105*(2), e20–e27. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.10.003>
- Duyck, J., Corpas, L., Vermeiren, S., Ogawa, T., Quirynen, M., Vandamme, K., Jacobs, R., & Naert, I. (2010). Histological, histomorphometrical, and radiological evaluation of an experimental implant design with a high insertion torque. *Clinical Oral Implants Research*, *21*(8), 877–884. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01895.x>

- Eckert, S., Hueler, G., Sandler, N., Elkattah, R., & McNeil, D. (2019). Immediately Loaded Fixed Full-Arch Implant-Retained Prosthesis: Clinical Analysis When Using a Moderate Insertion Torque. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 34(3), 737–744. <https://doi.org/10.11607/jomi.7193>
- Esposito, M., Hirsch, J. M., Lekholm, U., & Thomsen, P. (1998). Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants: (II). Etiopathogenesis. *European Journal of Oral Sciences*, 106(3), 721–764. <https://doi.org/10.1046/j.0909-8836.t01-6-x>
- Falisi, G., Severino, M., Rastelli, C., Bernardi, S., Caruso, S., Galli, M., Lamazza, L., & Di Paolo, C. (2017). The effects of surgical preparation techniques and implant macro-geometry on primary stability: An in vitro study. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 22(2), e201.
- Faot, F., Bielemann, A. M. H., Schuster, A. J., Marcello-Machado, R. M., Del Bel Cury, A. A., Nascimento, G. G., & Chagas-Junior, O. L. L. (2019). Influence of insertion torque on clinical and biological outcomes before and after loading of mandibular implant-retained overdentures in atrophic edentulous mandibles. *BioMed Research International*, 2019(1), 8132520. <https://doi.org/10.1155/2019/8132520>
- Farronato, D., Manfredini, M., Stocchero, M., Caccia, M., Azzi, L., & Farronato, M. (2020). Influence of diameter/length on primary comparative study frequency analysis bone quality, on insertion torque and resonance drilling protocol, stability: An in vitro implant. *Journal of Oral Implantology*, 46(3), 182–189. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-19-00145>
- Fernández-Olavarria, A., Gutiérrez-Corrales, A., González-Martín, M., Torres-Lagares, D., Torres-Carranza, E., & Serrera-Figallo, M. Á. (2023). Influence of different drilling protocols and bone density on the insertion torque of dental implants. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 28(4), e385–e394. <https://doi.org/10.4317/medoral.25804>
- Fu, M.-W., Fu, E., Lin, F.-G., Chang, W.-J., Hsieh, Y.-D., & Shen, E.-C. (2017). Correlation Between Resonance Frequency Analysis and Bone Quality Assessments at Dental Implant Recipient Sites. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(1), 180–187. <https://doi.org/10.11607/jomi.4684>
- Gallardo, Y. N. R., da Silva-Olivio, I. R., Gonzaga, L., Sesma, N., & Martin, W. (2019). A Systematic Review of Clinical Outcomes on Patients Rehabilitated with Complete-Arch Fixed Implant-Supported Prostheses According to the Time of Loading. *Journal of Prosthodontics*, 28(9), 958–968. <https://doi.org/10.1111/jopr.13104>
- Gallucci, G. O., Hamilton, A., Zhou, W., Buser, D., & Chen, S. (2018). Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 29, 106–134. <https://doi.org/10.1111/clr.13276>
- Glauser, R., Sennerby, L., Meredith, N., Rée, A., Lundgren, A. K., Gottlow, J., & Hämmerle, C. H. F. (2004). Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. Successful vs. failing implants. *Clinical Oral Implants Research*, 15(4), 428–434. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01036.x>

- Gómez-Polo, M., Ortega, R., Gómez-Polo, C., Martín, C., Celemín, A., & del Río, J. (2016). Does Length, Diameter, or Bone Quality Affect Primary and Secondary Stability in Self-Tapping Dental Implants? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(7), 1344–1353. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.03.011>
- Grognard, N., Verleye, G., Mavreas, D., & Vande-Vannet, B. (2017). Updated secondary implant stability data of two dental implant systems. A retrospective cohort study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(9), e1121–e1128. <https://doi.org/10.4317/jced.54146>
- Gursoytrak, B., & Ataoglu, H. (2020). Use of resonance frequency analysis to evaluate the effects of surface properties on the stability of different implants. *Clinical Oral Implants Research*, 31(3), 239–245. <https://doi.org/10.1111/clr.13560>
- Hsu, C. C., Chao, C. K., Wang, J. L., Hou, S. M., Tsai, Y. T., & Lin, J. (2005). Increase of pullout strength of spinal pedicle screws with conical core: Biomechanical tests and finite element analyses. *Journal of Orthopaedic Research*, 23(4), 788–794. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2004.11.002>
- Huang, Y. C., Huang, Y. C., & Ding, S. J. (2023). Primary stability of implant placement and loading related to dental implant materials and designs: A literature review. *Journal of Dental Sciences*, 18(4), 1467–1476. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.06.010>
- Huwais, S., & Meyer, E. (2017). A novel osseous densification approach in implant osteotomy preparation to increase biomechanical primary stability, bone mineral density, and bone-to-implant contact. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(1), 27–36.
- Inceoglu, S., Ferrara, L., & McLain, R. F. (2004). Pedicle screw fixation strength: Pullout versus insertional torque. *Spine Journal*, 4(5), 513–518. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.02.006>
- Isoda, K., Ayukawa, Y., Tsukiyama, Y., Sogo, M., Matsushita, Y., & Koyano, K. (2012). Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 23(7), 832–836. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02203.x>
- Javed, F., & Romanos, G. E. (2010). The role of primary stability for successful immediate loading of dental implants. A literature review. *Journal of Dentistry*, 38(8), 612–620. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.05.013>
- Kahraman, S., Bal, B. T., Asar, N. V., Turkyilmaz, I., & Tözüm, T. F. (2009). Clinical study on the insertion torque and wireless resonance frequency analysis in the assessment of torque capacity and stability of self-tapping dental implants. *Journal of Oral Rehabilitation*, 36(10), 755–761. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2009.01990.x>
- Kold, S., Bechtold, J. E., Ding, M., Chareancholvanich, K., Rahbek, O., & Søballe, K. (2003). Compacted cancellous bone has a spring-back effect. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 74(5), 591–595. <https://doi.org/10.1080/00016470310018018>
- Koutouzis, T., Huwais, S., Hasan, F., Trahan, W., Waldrop, T., & Neiva, R. (2019). Alveolar Ridge Expansion by Osseodensification-Mediated Plastic Deformation and Compaction Autografting: A Multicenter Retrospective Study. *Implant Dentistry*, 28(4), 349–355. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000898>

- Lahens, B., Lopez, C. D., Neiva, R. F., Bowers, M. M., Jimbo, R., Bonfante, E. A., Morcos, J., Witek, L., Tovar, N., & Coelho, P. G. (2019). The effect of osseodensification drilling for endosteal implants with different surface treatments: A study in sheep. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, *107*(3), 615–623. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34154>
- Lahens, B., Neiva, R., Tovar, N., Alifarag, A. M., Jimbo, R., Bonfante, E. A., Bowers, M. M., Cuppini, M., Freitas, H., Witek, L., & Coelho, P. G. (2016). Biomechanical and histologic basis of osseodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *63*, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.06.007>
- Ledermann, P. D. (1977). Vollprothetische Versorgung des atrophierten Problem-Unterkiefers mit Hilfe von CBS-Implantaten. *Die Quintessenz*, *28*(12), 21–26.
- Lee, K. J., Cha, J. K., Sanz-Martin, I., Sanz, M., & Jung, U. W. (2019). A retrospective case series evaluating the outcome of implants with low primary stability. *Clinical Oral Implants Research*, *30*(9), 861–871. <https://doi.org/10.1111/clr.13491>
- Leite, V. C., Shimano, A. C., Gonçalves, G. A. P., Kandziora, F., & Defino, H. L. A. (2008). The influence of insertion torque on pedicular screws' pullout resistance. *Acta Ortopedica Brasileira*, *16*(4), 214–216. <https://doi.org/10.1590/s1413-78522008000400005>
- Lemos, C. A. A., Verri, F. R., de Oliveira Neto, O. B., Cruz, R. S., Luna Gomes, J. M., da Silva Casado, B. G., & Pellizzer, E. P. (2021). Clinical effect of the high insertion torque on dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *126*(4), 490–496. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.06.012>
- Lioubavina-Hack, N., Lang, N. P., & Karring, T. (2006). Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, *17*(3), 244–250. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01201.x>
- Marconcini, S., Giammarinaro, E., Toti, P., Alfonsi, F., Covani, U., & Barone, A. (2018). Longitudinal analysis on the effect of insertion torque on delayed single implants: A 3-year randomized clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *20*(3), 322–332. <https://doi.org/10.1111/cid.12586>
- Marquezan, M., Osório, A., Sant'Anna, E., Souza, M. M., & Maia, L. (2012). Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, *23*(7), 767–774. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02228.x>
- Martinez, H., Davarpanah, M., Missika, P., Celletti, R., & Lazzara, R. (2001). Optimal implant stabilization in low density bone. *Clinical Oral Implants Research*, *12*(5), 423–432. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2001.120501.x>
- Meredith, N., Alleyne, D., & Cawley, P. (1996). Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *7*(3), 261–267.
- Misch, C. E. (2004). *Dental implant prosthetics*. Elsevier Health Sciences.
- Molly, L. (2006). Bone density and primary stability in implant therapy. *Clinical Oral Implants Research*, *17*(SUPPL. 2), 124–135. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01356.x>

- Monje, A., Suarez, F., Garaicoa, C. A., Monje, F., Galindo-Moreno, P., García-Nogales, A., & Wang, H. L. (2014). Effect of location on primary stability and healing of dental implants. *Implant Dentistry*, 23(1), 69–73. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000019>
- Morton, D., Gallucci, G., Lin, W. S., Pjetursson, B., Polido, W., Roehling, S., Sailer, I., Aghaloo, T., Albera, H., Bohner, L., Braut, V., Buser, D., Chen, S., Dawson, A., Eckert, S., Gahlert, M., Hamilton, A., Jaffin, R., Jarry, C., ... Zhou, W. (2018). Group 2 ITI Consensus Report: Prosthodontics and implant dentistry. *Clinical Oral Implants Research*, 29, 215–223. <https://doi.org/10.1111/clr.13298>
- Morton, D., Jaffin, R., & Weber, H.-P. (2004). Immediate restoration and loading of dental implants: clinical considerations and protocols. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19 Suppl(7), 103–108. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15635950>
- Nascimento, L., Monteiro Torelly, G., & Nelson Elias, C. (2023). Analysis of bone stress and primary stability of a dental implant using strain and torque measurements. *Saudi Dental Journal*, 35(3), 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2023.01.006>
- Norton, M. (2017). The Influence of Low Insertion Torque on Primary Stability, Implant Survival, and Maintenance of Marginal Bone Levels: A Closed-Cohort Prospective Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(4), 849–857. <https://doi.org/10.11607/jomi.5889>
- O’Sullivan, D., Sennerby, L., & Meredith, N. (2000). Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: A human cadaver study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2(2), 85–92. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2000.tb00110.x>
- Oliveira, D. W., Lages, F. S., Lanza, L. A., Gomes, A. M., Queiroz, T. P., & Costa, F. D. O. (2016). Dental Implants with Immediate Loading Using Insertion Torque of 30 Ncm: A Systematic Review. *Implant Dentistry*, 25(5), 675–683. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000444>
- Papaspyridakos, P., Chen, C.-J., Chuang, S.-K., & Weber, H.-P. (2014). Implant Loading Protocols for Edentulous Patients with Fixed Protheses: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 256–270. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g4.3>
- Quesada-García, M. P., Prados-Sánchez, E., Olmedo-Gaya, M. V., Muñoz-Soto, E., Vallecillo-Capilla, M., & Bravo, M. (2012). Dental implant stability is influenced by implant diameter and localization and by the use of plasma rich in growth factors. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70(12), 2761–2767. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.08.006>
- Roca-Millan, E., González-Navarro, B., Domínguez-Mínger, J., Mari-Roig, A., Jané-Salas, E., & López-López, J. (2020). Implant insertion torque and marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral Implantology (Berlin, Germany)*, 13(4), 345–353. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33491366>
- Rodrigo, D., Aracil, L., Martin, C., & Sanz, M. (2010). Diagnosis of implant stability and its impact on implant survival: A prospective case series study. *Clinical Oral Implants Research*, 21(3), 255–261. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01820.x>

- Rosa, R. C., Silva, P., Shimano, A. C., Volpon, J. B., Defino, H. L. A., Schleicher, P., & Kandziora, F. (2008). Biomechanical analysis of the variables related to the pullout strength of screws in the vertebral fixation system. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 43, 293–299.
- Santos, M. V., Elias, C. N., & Cavalcanti Lima, J. H. (2011). The effects of superficial roughness and design on the primary stability of dental implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 13(3), 215–223. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2009.00202.x>
- Sanz-Sánchez, I., Sanz-Martín, I., Figuero, E., & Sanz, M. (2015). Clinical efficacy of immediate implant loading protocols compared to conventional loading depending on the type of the restoration: A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 26(8), 964–982. <https://doi.org/10.1111/clr.12428>
- Stacchi, C., Vercellotti, T., Torelli, L., Furlan, F., & Di Lenarda, R. (2013). Changes in implant stability using different site preparation techniques: Twist drills versus piezosurgery. A single-blinded, randomized, controlled clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 15(2), 188–197. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2011.00341.x>
- Staedt, H., Palarie, V., Staedt, A., Wolf, J. M., Lehmann, K. M., Ottl, P., & Kämmerer, P. W. (2017). Primary Stability of Cylindrical and Conical Dental Implants in Relation to Insertion Torque-A Comparative Ex Vivo Evaluation. *Implant Dentistry*, 26(2), 250–255. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000531>
- Stocchero, M., Toia, M., Cecchinato, D., Becktor, J., Coelho, P., & Jimbo, R. (2016). Biomechanical, Biologic, and Clinical Outcomes of Undersized Implant Surgical Preparation: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31(6), 1247–1263. <https://doi.org/10.11607/jomi.5340>
- Sultana, A., Makkar, S., Saxena, D., Wadhawan, A., & Kusum, C. (2020). To compare the stability and crestal bone loss of implants placed using osseodensification and traditional drilling protocol: A clinicoradiographical study. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 20(1), 45–51. https://doi.org/10.4103/jips.jips_133_19
- Szmukler-Moncler, S., Piattelli, A., Favero, G. A., & Dubruille, J. H. (2000). Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clinical Oral Implants Research*, 11(1), 12–25. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011001012.x>
- Tabassum, A., Meijer, G. J., Wolke, J. G. C., & Jansen, J. A. (2010). Influence of surgical technique and surface roughness on the primary stability of an implant in artificial bone with different cortical thickness: a laboratory study. *Clinical Oral Implants Research*, 21(2), 213–220.
- Tabassum, S., Raj, S. C., Rath, H., Mishra, A. K., Mohapatra, A., & Patnaik, K. (2022). Effect of platelet rich fibrin on stability of dental implants: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Health Sciences*, 16(5), 58.
- Tanello, B., Huwais, S., Tawil, I., Rosen, P., & Neiva, R. (2019). Osseodensification protocols for enhancement of primary and secondary implant stability – A retrospective 5-year follow-up multi-center study. *Clinical Oral Implants Research*, 30(S19), 414–414. https://doi.org/10.1111/clr.370_13509

- Toia, M., Stocchero, M., Cecchinato, F., Corrà, E., Jimbo, R., & Cecchinato, D. (2017). Clinical Considerations of Adapted Drilling Protocol by Bone Quality Perception. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(6), 1288–1295. <https://doi.org/10.11607/jomi.5881>
- Trisi, P., Berardini, M., Falco, A., & Podaliri Vulpiani, M. (2016). New osseodensification implant site preparation method to increase bone density in low-density bone: In vivo evaluation in sheep. *Implant Dentistry*, 25(1), 24–31. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000358>
- Trisi, P., Perfetti, G., Baldoni, E., Berardi, D., Colagiovanni, M., & Scogna, G. (2009). Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clinical Oral Implants Research*, 20(5), 467–471. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01679.x>
- Tsai, W. C., Chen, P. Q., Lu, T. W., Wu, S. S., Shih, K. S., & Lin, S. C. (2009). Comparison and prediction of pullout strength of conical and cylindrical pedicle screws within synthetic bone. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-10-44>
- Valente, M. L., De Castro, D. T., Shimano, A. C., Lepri, C. P., & Dos Reis, A. C. (2016). Analyzing the Influence of a New Dental Implant Design on Primary Stability. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 18(1), 168–173. <https://doi.org/10.1111/cid.12324>
- Walker, L. R., Morris, G. A., & Novotny, P. J. (2011). Implant insertional torque values predict outcomes. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(5), 1344–1349. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.11.008>
- White, G. S. (2015). Treatment of the Edentulous Patient. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 27(2), 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.01.005>
- Wittneben, J. G., Buser, D., Salvi, G. E., Bürgin, W., Hicklin, S., & Brägger, U. (2014). Complication and Failure Rates with Implant-Supported Fixed Dental Prostheses and Single Crowns: A 10-Year Retrospective Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(3), 356–364. <https://doi.org/10.1111/cid.12066>
- Wu, D., Isaksson, P., Ferguson, S. J., & Persson, C. (2018). Young's modulus of trabecular bone at the tissue level: A review. *Acta Biomaterialia*, 78, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2018.08.001>
- Zamarioli, A., Simões, P. A., Shimano, A. C., & Defino, H. L. A. (2008). Insertion torque and pullout strength of vertebral screws with cylindrical and conic core. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 43, 452–459.