



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Bruna Chrispim dos Reis

**ANÁLISE DIGITAL DA OCLUSÃO EM PACIENTES EDÊNTULOS REABILITADOS
COM SOBREDENTADURAS MANDIBULARES: UM ESTUDO CLÍNICO
LONGITUDINAL**

Florianópolis

2024

Bruna Chrispim dos Reis

**ANÁLISE DIGITAL DA OCLUSÃO EM PACIENTES EDÊNTULOS REABILITADOS
COM SOBREDENTADURAS MANDIBULARES: UM ESTUDO CLÍNICO
LONGITUDINAL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Clínica Odontológica.

Orientador(a): Prof. Dr. Luis André Mendonça Mezzomo

Florianópolis

2024

Ficha de identificação da obra

Reis, Bruna Chrispim dos
ANÁLISE DIGITAL DA OCLUSÃO EM PACIENTES EDÊNTULOS
REABILITADOS COM SOBREDENTADURAS MANDIBULARES: UM ESTUDO
CLÍNICO LONGITUDINAL / Bruna Chrispim dos Reis ;
orientador, Luis André Mendonça Mezzomo, 2024.
74 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-
Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Oclusão. 3. Prótese Dentária. 4.
Prótese Total. 5. Overdenture. I. Mezzomo, Luis André
Mendonça. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

Bruna Chrispim dos Reis

**ANÁLISE DIGITAL DA OCLUSÃO EM PACIENTES EDÊNTULOS REABILITADOS
COM SOBREDENTADURAS MANDIBULARES: UM ESTUDO CLÍNICO
LONGITUDINAL**

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 3 de fevereiro de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Dr.(a) Rosemary Sadami Arai Shinkai
Universidade de São Paulo

Prof.(a) Dr.(a) Analucia Gebler Philippi
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Maurício Malheiros Badaró
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutora em Clínica Odontológica

Profa. Dra. Mariane Cardoso Carvalho
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Luis André Mendonça Mezzomo
Orientador

Florianópolis, 2024.

Dedico este trabalho aos meus pais,
Eliana Aparecida Chrispim dos Reis e *Jorge Luiz Vieira dos Reis*,
pelo apoio incondicional. Essa conquista também é de vocês!

AGRADECIMENTOS

À Deus, agradeço pela vida. Por me guiar e me proteger. Por me conceder saúde, física e mental. Por me manter forte e resiliente para poder superar com sabedoria as adversidades no caminho. Por me ensinar a ter paciência e respeito pelo tempo das coisas e fases da vida.

Aos meus pais Eliana e Jorge obrigada pelo amor, dedicação e educação que me proporcionaram. Obrigada por todo sacrifício e abdicção que vocês fizeram e fazem por nossa família. Por estarem sempre presentes, pelo apoio incondicional e incentivo, vibrando e torcendo por cada conquista minha. Por muitas vezes entenderem a minha ausência. Sem vocês como meus alicerces nada seria possível. Amo vocês.

À minha irmã, Camile, obrigada pelo apoio e pela sua amizade. Você nunca estará sozinha, estou do seu lado para o que precisar. Amo muito você.

À minha mãe Eliana, por estar sempre ao meu lado. Por nos dar forças e não nos deixar cair nos anos mais difíceis que nossa família passou. Você é meu maior exemplo de caráter e honra. Amo você com todo meu coração!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis André Mezzomo, palavras nunca serão suficientes para agradecer todo acolhimento e oportunidades de aprendizado em sua equipe. Obrigada pelo respeito incondicional desde nossa primeira reunião, por me apresentar um ambiente de trabalho saudável e próspero. Por exigir meu melhor desempenho, mas ao mesmo tempo acreditar na minha capacidade, me incentivando a buscar meus objetivos profissionais e pessoais. Sua ética, idoneidade e caráter são motivos de inspiração e espelho aos seus alunos, dentro e fora da Odontologia. Muito obrigada!

À Profª Dra. Analucia Gebler Philippi, obrigada por me abrir as portas e me ouvir em um dos momentos mais difíceis que enfrentei. Nunca me esquecerei desse dia, professora. Você é um exemplo e inspiração: de mulher, professora e dentista. Acredita mais em seus alunos que eles mesmos. Você quer vê-los crescer! E isso é lindo de se ver. Agradeço todas as oportunidades e palavras de incentivo. Ainda quero aprender muito com você, te admiro demais. Obrigada!

Aos professores da disciplina de Dentística, Profº Dr. Sylvio Monteiro Júnior, Profª Dra. Jussara Karina Bernardon, Profª Dra. Renata Gondo Machado, Profª Dra. Sheila Cristina Stolf Cupani, Profº Dr. Guilherme Carpena Lopes e Profª Dra. Carolina da Luz Baratieri, obrigada por todos os ensinamentos compartilhados em todos esses anos de pós-graduação.

Aos meus amigos e colegas de mestrado e doutorado, em especial: Joana Maia, José Paulo Barbosa, Pablo Silveira, Filipe Vitali, Rangel Lidani, Alessandra Cadore, Maria Clara Lisboa, Sandyla Paixão, Renato Ramos, Alana Pereira, Renata Vasconcelos, Maynara Freitas, Vitor Bona, Luiza Guerra, Djamilly Biz, Luan Trevizan, Bruna Mueller, Valéria Pellizzaro, Ariadiniy Carneiro. Obrigada por compartilharem essa fase de muito aprendizado, crescimento e desafios em nossas vidas. Foi uma grande alegria dividir esse caminho, aprendi com cada um de vocês!

À amiga, Joana Maia. Ter ombros ao lado é valioso demais. Obrigada pela lealdade, amizade e fundamental apoio. Em mais esse ciclo que caminhamos lado a lado, juntas nos fortalecemos, caímos, levantamos e aprendemos a acreditar mais em nós mesmas. A sermos fiéis aos nossos princípios e valores. A nos respeitar mais para sermos respeitadas. Obrigada por estar ao meu lado no momento mais difícil que enfrentei. Você fez e faz a diferença na minha vida.

À amiga Alana Pereira, obrigada por compartilhar e vivenciar esses anos de pós-graduação. Obrigada pela leal amizade que construímos além da Universidade. Pelas oportunidades divididas e por sempre valorizar, incentivar e acreditar em cada passo meu. Por estar ao meu lado nos bons momentos e naqueles nem tão bons assim.

Aos amigos Pablo Silveira e Filipe Vitali, obrigada pela amizade, apoio e por tornarem o caminho mais leve. Vocês são especiais.

Ao amigo José Paulo Barbosa, obrigada pelos momentos de trabalho trilhados sempre com muita leveza, mesmo diante de todos desafios que passamos. Aprendemos muito nessa caminhada, obrigada.

Alessandra Cadore, Rangel Lidani, Maria Clara Lisboa e Nathalia Madaloni: obrigada por me acolherem com toda receptividade. Foi muito valioso trabalharmos e aprendermos juntos, em equipe, lado a lado, um ajudando o outro. Obrigada por todo

empenho, dedicação e ajuda para a conclusão desse trabalho. Guardarei com muito carinho esse tempo que estive com vocês. Contem sempre comigo!

As amigas Monique Souza, Thais Venturini, Monique Albertin, Amanda Neves, Ana Carolina Moreno, Gabrielle Rauber, Carol Rafael, Fernanda Boing, Joana Laura, Marcell Martins: obrigada pela amizade, torcida e apoio em todos esses anos.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Débora Rodrigues, pela cordialidade, paciência e atenção ao nos atender. Obrigada!

À todos os funcionários da Universidade Federal de Santa Catarina.

Aos alunos de graduação da disciplina de Dentística Pré Clínica. Aos alunos da disciplina de Prótese Total. Aos alunos das disciplinas clínicas: Clínica II e Clínica III. Obrigada pelo respeito, pela oportunidade de aprender e aprender a ensinar.

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia pela oportunidade concedida em realizar o curso de Mestrado e Doutorado em Odontologia nesta instituição.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro concedido no primeiro ano do curso de Doutorado.

Muito obrigada a todos que, em algum momento, estiveram presentes nessa jornada!

“Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós.

Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

Antonie de Saint-Exupéry

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar longitudinalmente as oclusões estática e dinâmica em pacientes portadores de sobredentaduras mandibulares implanto-retidas (IODs).

Materiais e Métodos: Pacientes edêntulos totais foram tratados com IODs retidas por 2 ou 4 implantes. A distribuição dos contatos oclusais foi analisada pelos métodos digital (T-Scan® III) e analógico (papel articulado) imediatamente após a entrega das próteses (baseline, T1) e após 4 anos (T2), e classificada por um examinador independente como escores 0, 1 e 2 para inadequado, satisfatório e adequado, respectivamente. Os resultados foram comparados usando teste de homogeneidade marginal ($P < 0,05$). Os métodos de análise oclusal (digital vs. analógico) foram analisados utilizando o coeficiente de correlação kappa de Cohen ($p < 0,05$) e V de Cramer. **Resultados:** Sete ($n = 7$) pacientes com IODs mandibulares (2 implantes: $n = 3$; 4 implantes: $n = 4$), contabilizando 52 análises da oclusão, foram avaliados. Embora após 4 anos não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos movimentos mandibulares analisados por ambos os métodos de análise oclusal, na oclusão cêntrica os dois métodos mostraram um padrão oclusal inferior comparado ao baseline. Na oclusão dinâmica, o método analógico mostrou uma tendência a superestimar o padrão oclusal, enquanto o método digital mostrou um diagnóstico mais realista. Os métodos digital e analógico mostraram uma forte correlação na análise da oclusão em 4 anos ($p < 0,001$). **Conclusões:** Dentro das limitações deste estudo, sugere-se que a oclusão balanceada bilateral alcançada no momento da instalação da sobredentadura não se mantém ao longo do tempo, e que os métodos digital e analógico de análise oclusal mostraram-se consistentes após 4 anos.

Palavras-chave: Oclusão; Força da oclusão; Prótese dentária; Prótese total removível.

ABSTRACT

The aim of this study was to longitudinally evaluate static and dynamic occlusions in patients with implant-retained mandibular overdentures (IODs). **Materials and Methods:** Fully edentulous patients were treated with mandibular IODs retained by 2 or 4 implants. The distribution of occlusal contacts was analyzed by the digital (T-Scan® III) and analog (articulating paper) methods immediately after prostheses delivery (baseline, T1) and after 4 years (T2), and scored by an independent examiner as 0, 1 and 2 for inadequate, satisfactory and adequate, respectively. Results were compared using marginal homogeneity test ($p < 0.05$). Occlusal analysis methods (digital vs. analog) were analyzed using Cohen's kappa correlation coefficient ($p < 0.05$) and Cramer's V. **Results:** Seven ($n = 7$) patients with mandibular IODs (2 implants: $n = 3$; 4 implants: $n = 4$), accounting for 52 occlusion analyses, were evaluated. Although after 4 years no statistically significant differences were found in any of the mandibular movements analyzed by both occlusal analysis methods, in centric occlusion both methods showed an inferior occlusal pattern compared to baseline. In dynamic occlusion, the analog method showed a tendency to overestimate the occlusal pattern, while the digital method showed a more realistic diagnosis. The digital and analog methods showed a strong correlation in the analysis of occlusion at 4 years ($p < 0.001$). **Conclusions:** Within the limitations of this study, it is suggested that the bilateral balanced occlusion achieved at the time of overdenture installation is not maintained over time, and that digital and analog occlusal analysis methods proved to be consistent after 4 years.

Keywords: occlusion; occlusion force; dental prosthesis; implant overdenture.

LISTA DE FIGURAS (DO ARTIGO EM INGLÊS)

Figure 1. Analysis of occlusion using the digital method (T-scan) in centric occlusion (A), right lateral (B), left lateral (C) and protrusive occlusion (D).....38

Figure 2. Analysis of occlusion using the analog method (T-scan) in centric occlusion (A), right lateral (B), left lateral (C) and protrusive occlusion (D).....39

LISTA DE TABELAS (ARTIGO EM INGLÊS)

Table 1. Classification of the occlusion according to the distribution of the occlusal contacts in centric occlusion, left- and right lateral, and protrusive mandibular movement.....	37
Table 2. Interindividual comparisons for both methods of occlusion analysis in static and dynamic occlusion.....	41
Table 3. Agreement between digital and analog methods within all evaluations ($n = 52$) regardless of time and mandibular movement.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASM	<i>American Academy of Sleep Medicine</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CEPSH	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
ITI	<i>Internacional Team for Implantology</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	EDENTULISMO TOTAL.....	19
2.2	TRATAMENTO DO EDENTULISMO TOTAL.....	19
2.3	OCLUSÃO EM PRÓTESE TOTAL.....	20
2.4	ANÁLISE DIGITAL DA OCLUSÃO.....	23
3	OBJETIVOS.....	29
4	ARTIGO.....	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..	59
	ANEXO B – PARECER COSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM	
	PESQUISA	61
	ANEXO C- ARTIGO PUBLICADO.....	65

INTRODUÇÃO

A expectativa de vida da população tem aumentado significativamente em decorrência de avanços e maior acesso a tratamentos de saúde. Em paralelo, a prevalência de edentulismo total ainda se mantém alta. Um levantamento epidemiológico nacional mostrou que 53,7% da população brasileira com idade acima de 65 anos é totalmente desdentada (SB Brasil, 2020). O edentulismo provoca impactos negativos na nutrição, no bem-estar físico e mental, na auto-estima, na convivência em sociedade e, como resultado, diminuição na qualidade de vida do indivíduo. A prótese total removível, convencional ou retida por dentes e/ou implantes, é um tratamento que vem sendo empregado com sucesso há anos para o tratamento do edentulismo (Cooper, 2009; Gupta *et al.* 2019). Para tal, exerce papel central a obtenção de um padrão oclusal aceitável, capaz de devolver a função mastigatória, a estética e a sociabilidade ao paciente (Peres *et al.* 2013).

O registro da oclusão dentária consiste em uma etapa importante que dita o sucesso e longevidade dos tratamentos restauradores em pacientes dentados e desdentados totais. A localização, número e intensidade de força dos contatos oclusais podem ser influenciados por diversos fatores, impactando diretamente nas oclusões estática e dinâmica. A correta orientação dos planos oclusais e dimensão vertical de oclusão guia o restabelecimento das funções mastigatórias perdidas por esses pacientes (Kattadiyil, 2021). Em Prótese Total, a oclusão lingualizada é caracterizada pela oclusão das cúspides linguais superiores com as cúspides linguais mandibulares, resultando em uma relação central e não cêntrica (Abduo, 2013). A oclusão guiada por caninos, análoga à oclusão de pacientes dentados, consiste em um padrão oclusal em que os dentes posteriores não se tocam nos movimentos excursivos da mandíbula, podendo resultar em um piora da retenção de próteses mandibulares, reduzindo a eficiência mastigatória (Peroz *et al.* 2003). A oclusão balanceada bilateralmente (Christensen 1905), por sua vez, caracteriza-se por distribuir contatos bilaterais nos dentes anteriores e posteriores tanto nos movimentos cêntricos e excursivos da mandíbula, prevenindo a reabsorção óssea que pode ocorrer diante de eventuais instabilidades da prótese, implicando em maior qualidade de vida ao paciente (Farias Neto *et al.* 2010; Rehmann *et al.* 2008; Lemos *et al.* 2018).

A mensuração do equilíbrio oclusal tem sido historicamente realizada pelo método analógico, com auxílio do papel articular de diferentes espessuras e composições. Este método apresenta vantagens, por ser de fácil acesso e de fácil utilização, tornando-o o mais utilizado. Por outro lado, pode não ser confiável em decorrência da subjetividade, da dificuldade na avaliação da carga aplicada durante o contato entre os dentes, do tempo no qual eles permanecem em contato e da presença de saliva (Kerstein, 2014; Wang *et al.* 2022). O sistema T-Scan® (TekScan, EUA) consiste em uma ferramenta de diagnóstico oclusal baseada em um sensor capaz de avaliar qualitativa e quantitativamente a oclusão (Manees *et al.* 1987). Em 2023, Wiechens e cols. avaliaram em um estudo clínico controlado a função oclusal de 41 pacientes submetidos à cirurgia ortognática com o T-Scan® Novus. Os pacientes classe II e III apresentaram oclusão menos eficiente que os pacientes controles não tratados em relação ao tempo de oclusão, assimetria oclusal e antagonismo total/anterior/posterior. O método digital para diagnóstico oclusal mostrou-se útil e preciso no ajuste oclusal, melhorando o desempenho mastigatório dos pacientes.

Uma publicação recente do presente estudo (Floriani *et al.* 2022) identificou diferenças significativas entre próteses totais convencionais e sobredentaduras implanto-retidas nos movimentos mandibulares laterais esquerdo e direito pelo método digital de análise da oclusão. Os métodos de análise oclusal digital e analógica apresentaram correlação e concordância moderadas, mostrando-se métodos confiáveis e reprodutíveis para análise da oclusão em pacientes edêntulos. Entretanto, ainda há em Prótese Total escassez de estudos clínicos que avaliem a estabilidade oclusal em longo prazo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar longitudinalmente a estabilidade oclusal nos diferentes movimentos mandibulares em pacientes desdentados totais reabilitados com sobredentaduras mandibulares implanto-retidas pelos métodos digital e analógico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EDENTULISMO TOTAL

O envelhecimento é um processo biológico que resulta em mudanças na esfera física, mental e social de um indivíduo e está associado com aspectos sociodemográficos, fatores econômicos, culturais, comportamentais e fatores genéticos. O edentulismo é o resultado de um processo multifatorial associado a fatores biológicos (doença periodontal, cárie, trauma, câncer) e fatores não biológicos relacionados a procedimentos odontológicos (acesso ao tratamento, opções de tratamentos) (Academy of Prosthodontics, 2023). Alterações fisiológicas como perdas dos dentes e diminuição da dimensão vertical da face estão comumente presentes em pacientes edêntulos. A compreensão do perfil psicológico de pacientes geriátricos pode auxiliar o clínico na condução eficaz do tratamento, colaborando na aceitação da terapia de próteses totais pelo paciente (Felton, 2009; Mysoore, Aras 2012)

2.2 TRATAMENTO DO EDENTULISMO TOTAL

O tratamento do edentulismo total consiste na confecção de próteses totais convencionais removíveis mucossuportadas ou próteses retidas por dentes e/ou implantes osseointegrados. A evolução das próteses implantosuportadas transformou as possibilidades de tratamento para pacientes edêntulos, entretanto alguns fatores são limitantes para aquisição do tratamento como desordens sistêmicas, disfunções anatômicas e problemas financeiros (Mericske-Stern, 2000; Carlsson, Omar, 2010; Lee, Saponaro, 2019). A expectativa dos pacientes em relação ao tratamento e sua experiência anterior com próteses são alicerces no sucesso do tratamento. Além disso, mesmo com a reabilitação do paciente, a reabsorção residual da crista alveolar mostra-se como um dos fatores mais previsíveis e desafiadores. Esta condição pode ser progressiva, crônica e irreversível e podem estar associadas a fatores sistêmicos do paciente como osteoporose, deficiências hormonais e vitamínicas, idade e sexo (Critchlow, Ellis, 2010; Huuonen *et al.*, 2012; Lee, Saponaro, 2019).

2.3 OCLUSÃO EM PRÓTESE TOTAL

O equilíbrio oclusal é fundamental para a estabilidade, suporte e retenção das próteses totais além de preservar os tecidos duros e moles de suporte, proporcionando conforto ao paciente. Forças mastigatórias podem influenciar diretamente na instabilidade das próteses totais, porém esse cenário pode ser evitado estabelecendo contatos equilibrados entre os dentes durante os movimentos mandibulares (Engelmeier, 2005; Abduo, 2013; Goldstein, 2021).

A oclusão guiada pelo canino assemelha-se à oclusão de pacientes dentados e consiste na desocclusão dos dentes posteriores durante os movimentos excursivos da mandíbula por movimentos verticais e pela sobreposição horizontal dos caninos. Devido à menor atividade muscular, quando comparada à oclusão balanceada bilateral, a oclusão guiada pelos caninos pode ser capaz de proteger a oclusão diante de forças excêntricas (Peroz *et al.*, 2003).

A oclusão balanceada bilateralmente, proposta por Christensen (1905), tem sido descrita como a oclusão ideal a ser reproduzida em pacientes usuários de próteses totais, pois desempenha uma distribuição uniforme das cargas que atuam na área de suporte da prótese, apresenta estabilidade favorável e taxas de reabsorção baixas, contribuindo assim na diminuição da impacção alimentar entre a prótese a base da mucosa. No entanto, reproduzir essa oclusão clinicamente torna-se um desafio ao clínico, não somente pelo nível de dificuldade, mas também pelo tempo dispendido para domínio da técnica (Peroz *et al.*, 2003; Rehmann *et al.*, 2008).

Farias-Neto *et al.* (2010) avaliaram a eficiência mastigatória de pacientes com próteses totais em oclusão balanceada bilateralmente e guiada pelos caninos. Um ensaio clínico cruzado, duplo cego e controlado foi feito com uma amostra com vinte e quatro pacientes edêntulos usuários de próteses totais, os quais possuíam as mesmas configurações oclusais nos três primeiros meses. Dados objetivos foram obtidos por meio de um teste colorimétrico para avaliar a eficiência mastigatória e dados subjetivos foram gerados pela avaliação do paciente em relação à sua função mastigatória. Não houve diferenças significativas nos quesitos de satisfação geral do paciente e eficiência mastigatória entre os conceitos oclusais avaliados. Além disso, ao final do estudo, nenhum paciente solicitou a mudança de oclusão durante o uso das próteses. O estudo concluiu que a oclusão balanceada bilateral não melhora a eficiência mastigatória em usuários de prótese total.

A oclusão lingualizada, proposta em 1941 pelo Dr. Charles L. Pincus, consiste na oclusão das cúspides linguais superiores com as cúspides linguais mandibulares, resultando em uma relação central e não cêntrica. Este arranjo oclusal foi criado com o objetivo de melhorar a funcionalidade e estética das próteses. Em virtude desta configuração, a obtenção da oclusão lingualizada é facilitada pela posição dentária e esquema oclusal, além de ser eficaz em pacientes com rebordo alveolar muito reabsorvido (<20 mm), pois resulta em melhor retenção de próteses totais inferiores e menores chances de dor, por ação da dissipação de forças oclusais (Abduo, 2013; Lemos *et al.*, 2018).

Zhao *et al.* (2013), em uma revisão sistemática, avaliaram resultados clínicos de diferentes esquemas de oclusão em próteses totais. Foram selecionados estudos que apresentavam os seguintes critérios: satisfação geral, habilidade mastigatória, retenção e estabilidade. Dos sete estudos que foram incluídos, avaliaram oclusão anatômica, oclusão balanceada, oclusão pela guia canina, oclusão lingualizada, oclusão monoplane e oclusão balanceada bilateralmente. Três estudos apontaram que a oclusão lingualizada obteve índices de maior satisfação entre os pacientes comparada com os outros esquemas oclusais. Já as próteses com oclusão guiada por caninos mostraram desempenho clínico igual ou melhor que as próteses com oclusão balanceada bilateralmente. Concluiu-se que a oclusão lingualizada e a oclusão guiada por caninos podem ser aplicadas em próteses totais. Entretanto, é preciso mais estudos randomizados controlados que indiquem a relação da oclusão e seus impactos com a reabsorção do rebordo alveolar, diferentes esquemas oclusais e a satisfação do paciente.

Kawai *et al.* (2017), em um estudo clínico randomizado duplo cego, comparou a oclusão balanceada bilateralmente com a oclusão posterior lingualizada em pacientes edêntulos usuários de próteses totais convencionais com cristas alveolares comprometidas. Não houve diferenças significativas entre oclusão posterior lingualizada e oclusão balanceada bilateralmente para todas as variáveis, relacionadas à satisfação e qualidade de vida (retenção, estética, conforto, capacidade de fala, capacidade de mastigar, facilidade de limpeza). Após 6 meses, pacientes com mandíbulas seriamente atrofiadas avaliaram a oclusão balanceada bilateralmente, considerando o grau de satisfação com a retenção de próteses mandibulares menor em comparação com aqueles com a oclusão posterior

lingualizada. Concluiu-se que pacientes com próteses totais em oclusão lingualizada apresentaram maior eficiência mastigatória em rebordos severamente reabsorvidos.

Lemos *et al.* (2018), em uma revisão sistemática, compararam a oclusão balanceada bilateral com diferentes esquemas oclusais (guia canina, oclusão lingualizada e grau zero) em próteses totais, quanto à qualidade de vida/satisfação e desempenho mastigatório. O objetivo do estudo foi avaliar se a oclusão balanceada bilateral é melhor que a oclusão lingualizada, guia canina e grau zero. Foram incluídos dezessete estudos para análise por dois revisores independentes, sendo que onze estudos abordaram a influência dos desenhos dos esquemas oclusais na qualidade de vida e satisfação do paciente, e 8 estudos avaliaram a atividade muscular e o desempenho mastigatório entre a oclusão balanceada bilateral e os demais esquemas oclusais. A revisão apontou que a oclusão balanceada bilateral não resulta em melhor qualidade de vida/satisfação ou desempenho mastigatório e atividade muscular. Concluiu-se que a orientação pelos caninos por ser reproduzida para diminuir a atividade muscular, ao mesmo tempo que a oclusão lingualizada pode desempenhar melhor satisfação e qualidade de vida aos pacientes usuários de próteses totais.

Borges *et al.* (2023), em uma *overview*, avaliaram a qualidade metodológica e evidências científicas de revisões sistemáticas acerca da influência dos diferentes esquemas oclusais no desempenho clínico e na satisfação de pacientes usuários de próteses totais convencionais bimaxilares. O efeito de cada esquema oclusal comparado uns aos outros foi classificado como: positivo, neutro, negativo ou inconclusivo, fundamentado nas conclusões das revisões sistemáticas sobre o desempenho clínico e nível de satisfação do paciente. Foram incluídas dez revisões sistemáticas nas quais: sete foram classificadas como qualidade metodológica criticamente baixa, duas classificadas como baixa e uma como moderada. Incluiu-se na análise dos esquemas oclusais a oclusão balanceada bilateral, a oclusão lingualizada, a oclusão guiada pelos caninos, função em grupo e oclusão monopiano. A oclusão lingualizada evidenciou uma tendência a melhores resultados para cristas normais e reabsorvidas. A oclusão balanceada bilateral e a oclusão lingualizada manifestaram resultados satisfatórios em ambos desfechos. Já a oclusão baseada na função em grupo apresentou resultados inconclusivos e a oclusão monopiano não demonstrou resultados satisfatórios. Foi concluído que os diferentes esquemas oclusais podem interferir significativamente no que diz respeito à satisfação e desempenho clínico de pacientes usuários de próteses totais convencionais. A

oclusão lingualizada, balanceada bilateral e oclusão guiada por caninos destacam-se quando comparadas com a oclusão monoplano, entretanto a oclusão lingualizada apresentou resultados melhores em algumas revisões. Ainda assim, os resultados devem ser analisados com cautela devido à baixa qualidade das revisões sistemáticas analisadas.

2.4 ANÁLISE DIGITAL DA OCLUSÃO

O T-Scan® é uma ferramenta digital de diagnóstico capaz de mensurar dinamicamente a oclusão dental. Criado em 1984 pela empresa Tekscan Inc. (Boston, EUA), esse dispositivo utiliza uma tecnologia envolvendo um sensor de medição de pressão que se conecta com um programa de computador correspondente, gerando a análise oclusal. Até o presente momento atingiu-se a versão T-Scan® 5 (www.tekscan.com.br).

Ao ocluir em um sensor, os dentes antagonistas fazem contato, comprimindo as superfícies superior e inferior do sensor, implicando em uma modificação na sua resistência. As mudanças geradas na resistência são medidas pelo programa do sistema T-Scan®, e os dados oclusais são projetados na tela do computador a partir do momento em que o paciente morde o sensor oclusal, caracterizando imagens bidimensionais e tridimensionais indicando colunas multicoloridas que sinalizam a intensidade da força: azul (intensidade ideal) e vermelho (intensidade alta) (www.tekscan.com.br).

A análise oclusal digital registra parâmetros como a distribuição dos contatos oclusais, a força do contato oclusal, o comprimento da mordida e tempo, a identificação de contatos prematuros, além do cálculo do tempo de desocclusão e identificação de áreas com concentração de forças em desequilíbrio, armazenando os dados em um disco rígido que pode ser reproduzido em formato de vídeo, possibilitando que os ajustes oclusais sejam executados com maior precisão e fidelidade, e permitindo assim a documentação e monitoramento da condição oclusal do paciente (Qadeer *et al.* 2021). Este equipamento auxilia o clínico direcionando-o a executar ajustes oclusais de forma mais precisa e previsível após procedimentos como próteses, implantes, aparelhos ortodônticos e restaurações (Pyakurel *et al.* 2013; Nalini *et al.* 2018).

Em 2020, Alkayyal e cols. analisaram o tempo de oclusão, o equilíbrio oclusal e a dinâmica oclusal lateral em 132 pacientes dentados com variadas características dentárias e esqueléticas. O tempo de oclusão foi significativamente *menor* em indivíduos com oclusão balanceada (0,18 segundos, $P < 0,001$), oclusão normal de Classe I (0,35 segundos, $P = 0,028$) e perfil esquelético de Classe I (0,37 segundos, $P = 0,002$). O tempo de oclusão foi significativamente *maior* em indivíduos com overjet diminuído (0,60 segundos, $P = 0,003$). Houve associações significativas entre a distribuição do equilíbrio oclusal e as classes de oclusão, relação esquelética, *overjet*, *overbite* e análise espacial de Angle ($P < 0,05$). Os esquemas oclusais laterais foram associados apenas às classes de oclusão e relação esquelética de Angle ($P < 0,05$). O estudo concluiu que pacientes com oclusão do tipo Classe I apresentaram menor tempo de oclusão, maior equilíbrio e guia canina com maior incidência. Entretanto, a oclusão balanceada e a função em grupo foi prevalente em todos os grupos analisados. Uma oclusão estável deve ser considerada a condição ideal a ser reproduzida, porém não deve ser considerada um fator indispensável para o sucesso de tratamentos odontológicos.

Ayuso-Montero *et al.* (2020), investigaram em um estudo transversal a confiabilidade de técnicas de escaneamento 3D e uso do dispositivo T-Scan® para avaliação da área de contato oclusal em comparação com a técnica de registro oclusal. Foram selecionados 31 adultos dentados para medição da área de contato oclusal na força máxima de mordida e em 50% da força máxima avaliada por meio de uma ferramenta de seleção de mordida do programa do T-Scan® (v.9; Tekscan Inc., Boston, MA). O segundo método mediu a área de contato por meio 2 modelos virtuais escaneados intraoralmente (Trios® 3; 3Shape A/S, Dinamarca) considerando distâncias oclusais de 0-100 e 0-200 μm . Por último, a força oclusal moderada e máxima, considerando o contato também em duas distâncias interoclusais (0-100 e 0-200 μm). O programa ImageJ® (ImageJ; EUA) foi usado para analisar as imagens obtidas nos três métodos. Em força máxima, a confiabilidade do T-Scan® foi boa (0,79; $p < 0,0005$) quando comparada com a baixa confiabilidade (0,37) do escaneamento 3D, independente da distância interoclusal. O método que apresentou os maiores valores foi o método de registro oclusal, não sendo influenciado pela força aplicada pelo paciente ou a distância interoclusal considerada na análise do contato oclusal. Os maiores valores da área de contato oclusal foram obtidos pelo T-Scan® em força

máxima; o mais baixo utilizando a técnica de escaneamento 3D considerando uma distância de 0-100 μm . Concluiu-se que o método T-Scan[®] mostrou-se confiável na medição da área de contato oclusal em força máxima, ao passo que a confiabilidade do escaneamento 3D foi baixa. O método de registro oclusal confirmou sua confiabilidade e validade como o método mais adequado na avaliação oclusal.

Bozhkova *et al.* (2021), em um estudo *in vitro*, avaliaram métodos quantitativos e qualitativos para registro da oclusão estática. Projetou-se um aparelho para simulação dos contatos oclusais em oclusão estática com o objetivo de simular situações clínicas. Foram incluídos nesse estudo indicadores oclusais como papel articulador 100 μm , folha articulada de 12 μm e o sistema T-Scan[®] Novus com um sensor de espessura de 100 μm . Com auxílio de indicadores oclusais, é possível avaliar o tamanho, quantidade e intensidade da marcação dos contatos oclusais. A força máxima relatada durante o estudo com o sistema T-Scan[®] foi de 93,72% e as forças na metade direita da dentição foram de 51,7% e na esquerda de 48,9%. Verificou-se uma diferença significativa em determinados dentes, estes registrados com papel articulado e película articulada. Para uma correta visualização dos contatos oclusais registrados com o sistema T-Scan, é necessário o uso de um indicador intraoral de qualidade como películas articuladas. Concluiu-se que o tipo de indicador oclusal de qualidade é imprescindível para o registro dos contatos. Foi proposto pelos autores que o método de seleção para atingir uma oclusão equilibrada deveria aliar na prática clínica um método convencional e um método quantitativo.

Qadeer *et al.* (2021), em uma revisão de literatura, avaliaram as propriedades, vantagens, limitações e implicações clínicas comparando indicadores oclusais estáticos e indicadores digitais quantificáveis durante ajustes oclusais. O número de artigos no grupo *estático* foi extremamente baixo (apenas 20 artigos) em comparação com o grupo *dinâmico* (T-Scan[®]: 89; Dental Prescale[®]: 28; Escâners Intraorais: 17). Os autores identificaram poucas evidências a respeito de indicadores oclusais estáticos devido à alta subjetividade durante a execução desse método. Entretanto, muitos estudos defendem o uso do T-Scan[®], pois a exequibilidade e repetibilidade desta ferramenta mostra-se ser precisa e objetiva ao mensurar forças oclusais relativas e seu tempo de ação. Com isso, o profissional deve ter ciência que o desenvolvimento de ferramentas de medições oclusais embasadas pela tecnologia fornecerá dados precisos e objetivos por meio da análise oclusal computadorizada.

Em uma publicação anterior do presente estudo (Floriani *et al.* 2022), avaliou-se transversalmente a oclusão estática e dinâmica de pacientes portadores de próteses totais removíveis convencionais e implanto-retidas (overdentures), comparando-as através de diferentes métodos de análise oclusal. Os contatos oclusais foram comparadas pelo método analógico (papel articulado) e pelo método digital (T-Scan® III). Os resultados preliminares mostraram diferenças significativas no movimento de lateralidade direita (DM, $P = .024$; AM, $P = .008$) e esquerda (DM, $P = .035$). Em oclusão estática foram observadas diferenças em ambas as próteses, em qualquer método de análise oclusal. Os métodos analógico e digital mostraram concordância significativa e moderada correlação em ambos os tipos de próteses totais. O estudo concluiu que a ferramenta de diagnóstico T-Scan® III configura um método coerente e reproduzível para análise da oclusão.

Fraile *et al.* (2022), em um estudo transversal, compararam a confiabilidade de métodos convencionais para obtenção dos registros de contatos interoclusais com métodos digitais utilizando escâners intra- e extraorais e o sistema T-Scan® III e pelo método convencional diretamente nos pacientes com uso de papel articulado de 8 μm . Foram selecionados 25 pacientes saudáveis dos quais o grupo controle consistiu no registro dos contatos oclusais em máxima intercuspidação com papel articulado 8 μm e registro fotográfico. Para o grupo 1, foram realizadas moldagens com elastômero e os modelos de gesso correspondentes de cada paciente foram digitalizados com o escâner extraoral Zfx Evolution® (Zimmer Biomet Dental, Inc., USA). No grupo 2, foram realizadas moldagens digitais com o escâner intraoral (Trios® 3 Color POD, 3Shape, Dinamarca) e os contatos oclusais registrados. No grupo 3, os registros foram feitos com o T-Scan® III e armazenados para posterior análise. Foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos avaliados, sendo o escâner intraoral o grupo o qual obteve os melhores resultados quando comparado com o padrão ouro (grupo controle). Os piores resultados foram encontrados no grupo 3, e isto pode ser explicado pelo fato da espessura do papel articulado (8 μm) ser significativamente menor em comparação com os sensores T-Scan® (100 μm), o que pode gerar resultados falsos positivos e erros no registro oclusal. Estes dados sugerem que mais estudos sejam executados para avaliar a confiabilidade e reprodutibilidade de métodos digitais.

Em 2022, Wiechen *et al.*, em um estudo clínico prospectivo, avaliaram as técnicas de registro oclusal convencional e digital para identificar variações

dependentes do tempo na oclusão estática e dinâmica. Avaliou-se a oclusão estática e dinâmica em 19 pacientes, as quais foram mensuradas três vezes ao dia por meio de um método analógico (papel articular de 12 μm) e método digital utilizando um sensor (T-Scan[®] III). Este procedimento foi repetido quatorze dias após a primeira medição. Foi concluído que a oclusão não deve ser considerada constante, pois há variação na topografia e intensidade dos pontos de contato. A variação da oclusão pode ocorrer em períodos aleatórios ao decorrer do dia. Esta pode ser uma justificativa tanto para o profissional, como para o paciente em relação a oclusão ser compreendida como um sistema mutável.

Wiechen *et al.* (2022B) avaliaram em um ensaio clínico prospectivo um método de registro digital associado a um tratamento ortognático multidisciplinar, quantificando os efeitos induzidos na função oclusal. Foram incluídos no estudo 41 pacientes ortognáticos (27 mulheres e 17 homens) e 10 pacientes controle (5 mulheres e 5 homens), os quais foram divididos em classe I, II e III de acordo com a cefalometria. O dispositivo T-Scan[®] Novus (Tekscan, EUA) foi usado para documentar os registros oclusais digitais em oclusão habitual na posição ereta sentada antes (T1) e depois (T2) da terapia. Os pacientes classe II e III apresentaram um padrão oclusal significativamente menos eficiente que os pacientes do grupo controle não tratados (Classe I). Após a terapia, o padrão oclusal aumentou em ambos grupos da terapia, sendo que os pacientes classe III tornaram-se indistinguíveis dos pacientes do grupo controle. Já os pacientes classe II diferiram somente no antagonismo posterior. Foi concluído que o método para análise oclusal digital mostrou-se ser uma ferramenta de diagnóstico útil, fornecendo dados vantajosos para pacientes ortognáticos, uma vez que a função oclusal é ajustada, a eficiência mastigatória tende a melhorar significativamente.

Rovira-Lastra *et al.* (2023), em um estudo clínico, avaliaram a reprodutibilidade e o critério de validação de métodos para identificar contatos oclusais. Foram selecionados trinta e dois adultos com a dentição natural. Foram utilizados quinze métodos para registrar os contatos oclusais em máxima intercuspidação habitual: transiluminação de silicone com Occlufast Rock (40, 50, 100 e 200 μm) e Occlufast CAD (40 e 50 μm); oclusão virtual (100, 200, 300 e 400 μm); filme articulado (12, 40, 100 e 200 μm de espessura); e T-Scan[®] III. O programa FIJI[®] (ImageJ[®], National Institutes of Health, EUA) foi utilizado para demarcar os contatos oclusais dos dentes posteriores inferiores direitos. Os métodos com melhor exequibilidade foram Occlufast

CAD e papel articulado de 200 μm , virtual de 400 μm , filme articulado de 100 μm e o T-Scan[®]. Métodos convencionais para análise oclusal como o uso de papel articulado entre 100 e 200 μm e métodos digitais como 400 μm e o T-Scan[®] demonstraram precisão ao localizar os contatos oclusais, entretanto alguns parâmetros precisam ser desenvolvidos para a execução técnica.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Avaliar longitudinalmente a estabilidade oclusal nos diferentes movimentos mandibulares em pacientes desdentados totais reabilitados com sobredentaduras mandibulares implanto-retidas.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a oclusão estática (relação de oclusão cêntrica) e a oclusão dinâmica (movimentos excursivos mandibulares) em sobredentaduras mandibulares implanto-retidas pelo método digital;
- Avaliar a oclusão estática (relação de oclusão cêntrica) e a oclusão dinâmica (movimentos excursivos mandibulares) em sobredentaduras mandibulares implanto-retidas pelo método analógico;
- Correlacionar as análises digital e analógica (papel articular) em um tempo de acompanhamento de 4 anos.

4 ARTIGO

O presente artigo foi redigido de acordo com as normas do periódico *Journal of Dentistry* (Fator de Impacto: 4.4; Qualis A1), para o qual será submetido.

Article Type: Original Research

TITLE: Longitudinal occlusal stability of implant overdentures assessed by the digital method: A prospective clinical study

Running title: Longitudinal occlusal stability of implant overdentures

Bruna Chrispim, DDS, MSc¹ Rangel Lidani, DDS, MSc¹, Maria Clara da Silveira Lisboa, DDS¹, Nathalia Madaloni, DDS², Franciele Floriani, DDS, MSc, PhD³, Analucia Gebler Philippi DDS, MSc, PhD⁴, Luis André Mezzomo DDS, MSc, PhD⁵

¹ Postgraduate Program in Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, Santa Catarina, Brazil.

² Graduate Student, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, Santa Catarina, Brazil.

³ Assistant Professor, Department of Prosthodontics, University of Iowa, Iowa City, United States of America

⁴ Associate Professor, Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, Santa Catarina, Brazil.

⁵ Adjunct Professor, Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, Santa Catarina, Brazil.

Corresponding Author:

Dr. Analucia Gebler Philippi,

Department of Dentistry, Postgraduate Program in Dentistry

University of Federal de Santa Catarina Santa Catarina, Brazil 88040-370

e-mail: analucia.p@ufsc.br

Acknowledgements: The authors would like to thank the undergraduate students who kindly contributed to the execution of clinical prosthetic work and assisted implant surgeries. The authors also

would like to thank Prof. Thais Marques Simek Vega Gonçalves for the support, Dr. Jerônimo Santiago Floriani and Dr. Joana Maia Moreira for the analog analysis of the occlusion at both baseline (JSF) and 4-years follow-up (JMM), and Mrs. Vandrizze Meneghini for the statistical analysis. Rangel Lidani and Franciele Floriani were supported by scholarships from CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, Ministry of Education, Brazil). Nathalia Madaloni is supported by a Scientific Initiation scholarship from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, Brazilian Ministry of Education). The costs of this study were entirely covered by grants from the International Team for Implantology (ITI Research Grant 1121_2015), the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, Brazilian Ministry of Education) and the Straumann® Dental Implant System (Institut Straumann, Switzerland).

Authors' Contributions:

Bruna Chrispim worked on data collection, data analysis, drafted the initial manuscript and approved the final manuscript as submitted.

Rangel Lidani worked on surgical and prosthetic procedures, data collection and drafted the initial manuscript.

Maria Clara da Silveira Lisboa worked on data collection, and approved the final manuscript as submitted.

Nathalia Madaloni worked on data collection, data analysis and drafted the initial manuscript.

Franciele Floriani worked on prosthetic procedures, data collection, data analysis and approved the final manuscript.

Analucia Gebler Philippi worked on prosthetic procedures and approved the final manuscript as submitted.

Luis André Mezzomo worked on study conceptualization, design, surgical and prosthetic procedures, data analysis, drafted the initial manuscript and approved the final manuscript as submitted.

Conflict of Interest

The authors declare that have no conflict of interest.

Abstract

The aim of this study was to longitudinally evaluate static and dynamic occlusions in patients with implant-retained mandibular overdentures (IODs). **Materials and Methods:** Fully edentulous patients were treated with mandibular IODs retained by 2 or 4 implants. The distribution of occlusal contacts was analyzed by the digital (T-Scan® III) and analog (articulating paper) methods immediately after prostheses delivery (baseline, T1) and after 4 years (T2), and scored by an independent examiner as 0, 1 and 2 for inadequate, satisfactory and adequate, respectively. Results were compared

using marginal homogeneity test ($p < 0.05$). Occlusal analysis methods (digital vs. analog) were analyzed using Cohen's kappa correlation coefficient ($p < 0.05$) and Cramer's V. **Results:** Seven ($n = 7$) patients with mandibular IODs (2 implants: $n = 3$; 4 implants: $n = 4$), accounting for 52 occlusion analyses, were evaluated. Although after 4 years no statistically significant differences were found in any of the mandibular movements analyzed by both occlusal analysis methods, in centric occlusion both methods showed an inferior occlusal pattern compared to baseline. In dynamic occlusion, the analog method showed a tendency to overestimate the occlusal pattern, while the digital method showed a more realistic diagnosis. The digital and analog methods showed a strong correlation in the analysis of occlusion at 4 years ($p < 0.001$). **Conclusions:** Within the limitations of this study, it is suggested that the bilateral balanced occlusion achieved at the time of overdenture installation is not maintained over time, and that digital and analog occlusal analysis methods proved to be consistent after 4 years.

Keywords: occlusion; occlusion force; dental prosthesis; T-Scan; implant overdenture.

Introduction

Dental occlusion is a pivotal aspect that will dictate the success and longevity of restorative treatments in dentate and completely edentulous patients [1-5]. The location, number and intensity of force of occlusal contacts can be influenced by several factors inherent to the oral cavity, directly impacting the individual's static and dynamic occlusion [6,7]. The correct orientation of the plane of occlusion and vertical dimension of occlusion will guide the reestablishment of the masticatory functions lost by these patients [7-9]. Fully edentulous patients undergoing prosthetic treatment might benefit from different occlusal schemes, such as bilateral balanced occlusion, lingualized occlusion and canine-guided disocclusion [3,9,10]. The bilateral balanced occlusion (BBO) (Christensen 1905) plays an important physiological role, preventing bone resorption that can occur in the event of possible prosthesis instabilities, resulting in a greater quality of life for the patient. It occurs from the contact of the anterior and posterior teeth during centric movement of the mandible, while in eccentric movements the anterior teeth perform the guides whereas contacts on posterior teeth also occur, both on the working- and on the balancing side [11,12].

The measurement of occlusal balance has historically been carried out using the analog method, with the aid of articulating papers of varying thicknesses. This method has advantages, such as ease to use and accessibility, making it the most popular one among clinicians. On the other hand, it may not be reliable due to its subjectivity, the difficulty in accurately assessing the load applied during contact between teeth, the time of the contact and the presence of saliva [13,14].

The T-Scan® system (TekScan, USA) consists of an occlusal diagnostic tool based on a sensor capable of qualitatively and quantitatively evaluating occlusion [8 15]. The dynamic visualization of occlusion is obtained by analyzing the force during contact positions, identifying premature contacts, calculating the disocclusion time and identifying areas with unbalanced concentration of forces. This mapping is carried out in video format (film), enabling occlusal adjustments to be performed with greater precision and fidelity, allowing documentation and monitoring of the patient's occlusal condition [16]. In 2023, Wiechens *et al.* [17] evaluated the occlusal function of 41 patients undergoing orthognathic surgery with the T-Scan® Novus in a controlled clinical study. Class II and III patients presented less efficient occlusion than untreated control patients in relation to occlusion time, occlusal asymmetry and total/anterior/posterior antagonism. The digital method proved to be useful and accurate in occlusal adjustment, improving patients' chewing performance NALINI 2018 [18].

A recent publication of the present study (Floriani *et al.* 2022) [19] found significant differences between conventional complete dentures (CCDs) and IODs in left and right lateral mandibular movements using the digital occlusion analysis method. The digital and analog occlusal analysis methods showed moderate correlation and agreement, proving to be reliable and reproducible methods for analyzing occlusion in edentulous patients. However, there is still a lack of clinical studies assessing the long-term occlusal stability in Complete Dentures. Therefore, the aim of this study was to longitudinally evaluate occlusal stability in different mandibular movements in completely edentulous patients treated with implant-retained mandibular overdentures using digital and analog methods. The null hypothesis is that there is no difference of the occlusal scheme obtained at baseline and at 4 years.

Materials and Methods

The study was carried out as a randomized, controlled, double-blind clinical trial, approved by the Institutional Human Research Ethics Committee in February 2016 (protocol 1.452.492). The study was conducted in accordance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki (1964, revised in 2013) (World Medical Association, 2013). Study results were reported in accordance with the CONSORT Transparent Reporting of Trials 2010 statement (SCHULZ *et al.* 2010) [20]. The primary outcome of the study was the longitudinal maintenance of the occlusal scheme obtained for mandibular implant overdentures.

The sample size calculation was based on the results of a pilot study (n=42) for lateral digital occlusions ($\chi^2=9.66$; df=2; $\alpha=0.05$). To achieve a 80% test power, 42 samples and 21 participants were required (Lenth, 2006-9).

Eligibility Criteria

Patient's recruitment has been thoroughly described in previous publications from this same study (Sabatini *et al.* 2021, Floriani *et al.* 2022, Lidani *et al.* 2022) [19,21,22]. It was carried out between 2016-2019 at the University's clinics based on spontaneous demand of edentulous patients meeting the following eligibility criteria: male and female patients with fully edentulous jaws, from 40 to 75 years old, ASA Classification I and II (American Society of Anesthesiologists, 2019) [23], who were not satisfied with their old conventional complete dentures (CCDs), were included. The exclusion criteria were: previous events of failure of osseointegration in the region of interest for implant placement, bone augmentation sites, reduced inter-arches distance (<15mm) (Misch, 2005) [24], severe resorption of the mandible (classes V–VI according to the Cawood classification, skeletal malocclusion Class II (2-, 3- and 4) or III (2-, 3- and 4) (Joshi *et al.* 2014) [25], heavy smoking (>10 cigarettes/day), decompensated type II diabetes, use of bisphosphonates, head and neck radiotherapy, immunodeficiency, presence of cyst or neoplasia in the region of interest for implant placement, and presence of bruxism, as detected by means of the American Academy of Sleep Medicine questionnaire (AASM 2014) [26].

Patients who met the first stage screening were asked to undergo a digital panoramic radiography (second stage screening). For enrollment, patients should have at least 6-

mm of bone above the mandibular canal and should not wish to undergo vertical augmentation procedures. Those who met the eligibility criteria were given information about interventions, risks and benefits and signed a written Consent Form (CF).

Fabrication of Implant-Retained Overdentures (IODs)

The surgical procedures for implant placement as well as the steps for the fabrication of the maxillary conventional complete dentures (CCDs) and the mandibular IODs have been described in details in a previous publication of this same study (Floriani et al. 2022) [19]. A balanced bilateral occlusion scheme was obtained for all study patients. The mandibular conventional complete dentures (CCD) were duplicated in acrylic resin for the fabrication of a multifunctional radiographic and surgical stent. Four months after the randomized placement of either two or four implants in the mandible, mandibular CCDs were replaced by implant bar-clip overdentures. The maxillary CCD was kept in place, and a facebow registration was made directly over it for the purpose of subsequent articulation of the stone casts in the semi-adjustable articulator. The occlusal plane, static occlusion, and the vertical dimension of occlusion references were all obtained with the same techniques as previously used for the CCDs, and the artificial teeth model and setup strictly adhered to the same pattern adopted for the CCDs [19].

The prosthetic abutments (synOcta, Straumann), in both groups, were tightened with 35-Ncm torque to the implants. An egg-shaped, distal extension-free Dolder bar fabricated in chromium-cobalt was tightened with a 15-Ncm torque, splinting either the two- or the four-implant IODs. One single clip, regardless of the number of implants placed, was attached to the intaglio surface of the overdenture at the midline, and the implants were finally loaded. This step was carried out after a period of mucosal adaptation to the new dentures. Likewise, IODs were given basal and occlusal adjustments up to the point of achieving the CO and a balanced articulation scheme by performing the same techniques as previously used for the CCDs [19].

Occlusion Analysis of Implant-Retained Overdentures (IODs)

The occlusion analysis of the mandibular IODs was carried out at 2 months (T1) and 4 years (T2) after picking up the clip over the bar by means of both the T-Scan® Novus Digital Occlusal Analysis System (TekScan, USA) and the articulating paper

(Contacto[®], Angelus, Brazil). The tests were performed with the patient seated in an upright position in the dental chair. Every precaution was taken to avoid functional movement of the head and neck region.

The distribution of the occlusal contacts was categorized for both the digital and analog methods using the same criteria, thus allowing a plausible comparison between the two methods. Scores 0, 1, and 2 stand for “*Inadequate*”, “*Satisfactory*” and “*Adequate*” distribution of occlusal contacts, respectively, as shown in Table 1 for static (centric) occlusion, left- and right lateral, and protrusive mandibular movements.

Table 1. Classification of the occlusion according to the distribution of the occlusal contacts in centric occlusion, left- and right lateral, and protrusive mandibular movement.

Ranking	Score	Description		
		Centric Occlusion	Lateral movements	Protrusion
Inadequate	0	Simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth, without contact in the anterior teeth and with a discrepancy > 30% between the two hemiarches	Disocclusion guide for posterior teeth next to the working side, with or without contact on the canine, without contact on the balancing side	Absence of disocclusion guide for anterior teeth
Satisfactory	1	Simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth, with simultaneous contact in the anterior teeth, with a discrepancy from 10% to 30% between the two hemiarches	Disocclusion guide for posterior teeth on the working side (group), with at least one contact on the balancing side	Disocclusion guide through the anterior teeth, but without simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth
Adequate	2	Simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth, with simultaneous contact in the anterior teeth, and with a discrepancy < 10% between the two hemiarches	Canine disocclusion guide and posterior teeth contacts on the working side, with at least one contact on the balancing side	Disocclusion guide for anterior teeth with simultaneous bilateral contacts on posterior teeth

Digital Occlusion Analysis Method (DM) in static and dynamic occlusions

Disposable horseshoe-shaped sensors, 130mm wide and 100µm thick (Novus Sensor[®], TekScan, USA) were positioned between the patients' dental arches.

Patients were asked to bite 3 times in Centric Occlusion (CO) (static occlusion) at maximum force for 4 seconds, with 2-second intervals between each bite. Thereafter, patients were asked to perform each mandibular excursion movement 3 times: left lateral mandibular movement, right lateral mandibular movement, and protrusive movement, with the same sensor still in place. The videos generated from the distribution of occlusal contacts in the TekScan 9.0 software (TekScan, USA) (Figure 1) ranged from the first dental contact obtained to the maximum of the distributed contacts. A-B was the time of occlusion and C-D, the time of no (dis)occlusion. Point B was selected, which symbolized the largest contact area for each mandibular movement. Two independent examiners (F.F. and later B.C.) analyzed and scored the distribution of occlusal contacts in 0, 1 and 2 for “*Inadequate*”, “*Satisfactory*” and “*Adequate*”, respectively (Table 1).

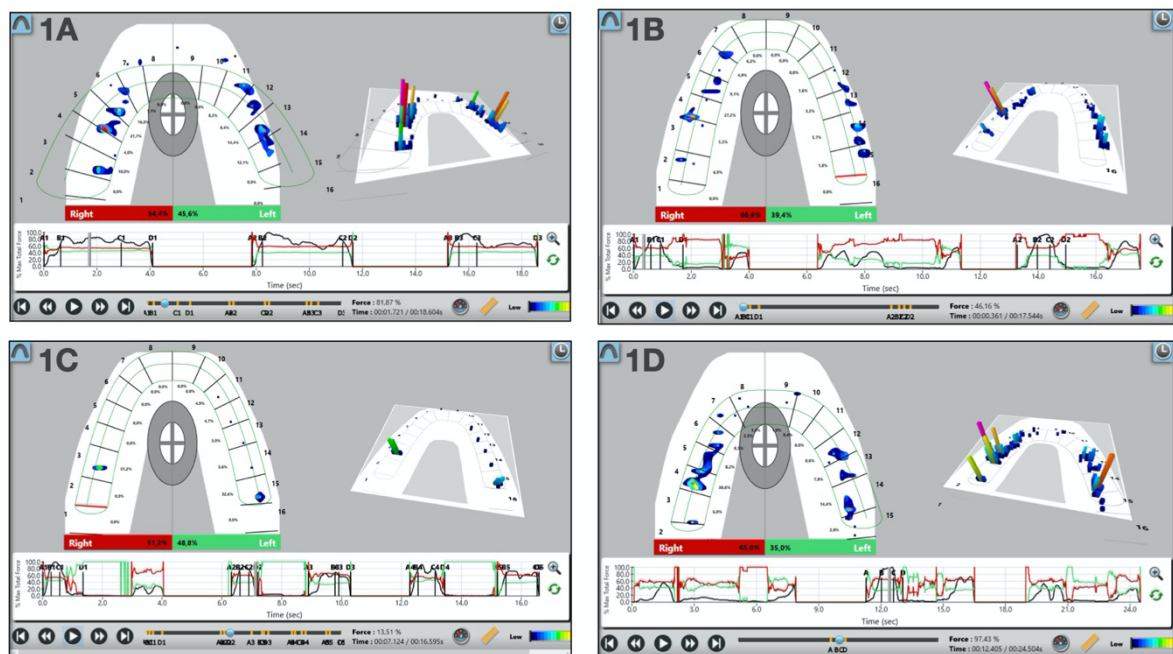


Figure 1. Analysis of occlusion using the digital method (T-Scan®) in centric occlusion (A), right lateral (B), left lateral (C) and protrusive occlusion (D).

Analog Occlusion Analysis Method (AM) in static and dynamic occlusions

Analog occlusion analysis (AM) (Figure 2) was performed with conventional carbon-stained, 100 µm thick horseshoe-shaped articulating papers (Contacto®, Angelus, Brazil) held with the aid of a Miller’s tweezer between the opposing arches. Patients

were instructed to occlude in Centric Occlusion Relation (COR), at maximum force, for 4 seconds. Thereafter, the occlusal contacts marks in centric relation were erased, and a new articulating paper was held between the patients' arches, who were asked to perform the left/right lateral and protrusive mandibular movements. The upper and lower complete dentures were photographed following each occlusal movement with a digital DSLR camera (Nikon® D7200, 100mm Macro objective lens and twin flash) in a studio box, with the plane of occlusion perpendicular to the ground. The images were saved in ".JPEG" format and coded, so as to not to allow patient identification and a possible analogy with the results of the digital occlusion analysis method (DM). Two independent examiners (J.S.F. and later J.M.M.) analyzed and scored the distribution of occlusal contacts in 0, 1 and 2 for "*Inadequate*", "*Satisfactory*" and "*Adequate*", respectively (Table 1), in the same way as in classification adopted for DM.

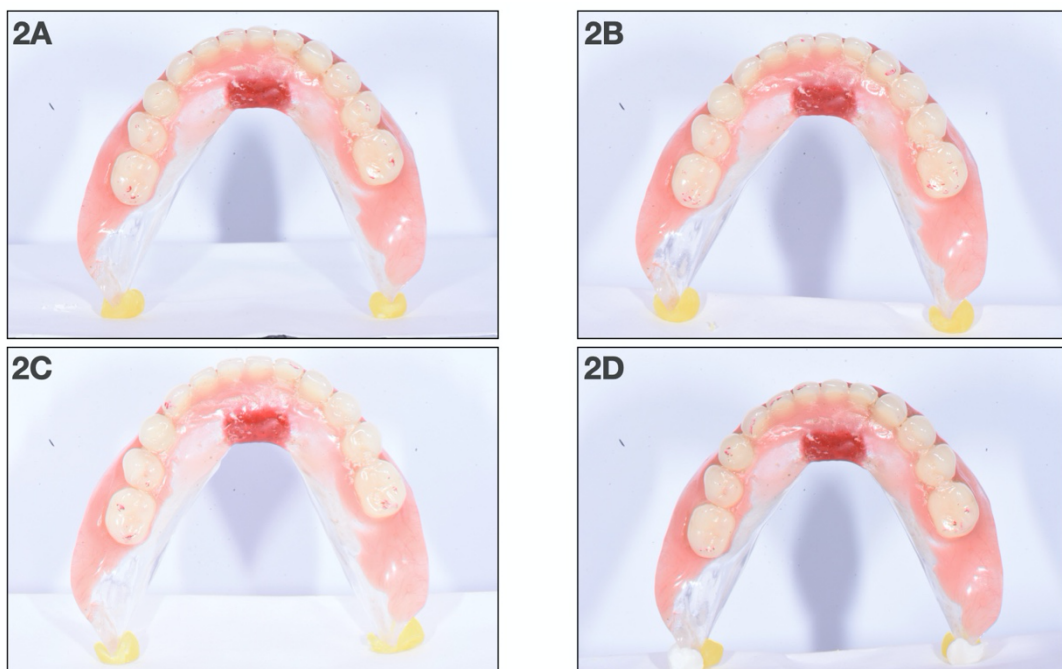


Figure 2. Analysis of occlusion using the analog method in centric occlusion (A), right lateral (B), left lateral (C) and protrusive occlusion (D).

Statistical Analysis

The intraindividual data (baseline and 4 years assessments), for the occlusal analysis (digital and analog), and the mandibular movements (CO relation, right lateral, left lateral, and) were compared using marginal homogeneity test (asympt. sig. 2-tailed; $P < 0.05$). The methods of occlusal analysis (digital vs. analog) were compared

considering all evaluations, using Cohen's kappa ($P < .05$) and Cramer's V correlation coefficient. The classification of Kappa's coefficient was based on Landis and Koch (1977) paper [27], considering values higher than 0.20 as reasonable agreement. A value of coefficient bigger than 0.25 was considered very strong for the Cramer's V [28]. The statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics v.26 (Armonk, NY: IBM Corp).

RESULTS

Four patients from the previous publication of the present study were not available for the reassessments. Thus, seven ($n = 7$) patients (6 females: 67 ± 8.5 years; 1 male: 75 years) with seven mandibular IODs (two-implant-retained: $n = 3$; four-implant-retained: $n = 4$), accounting for 56 analysis of the occlusion (CO: $n = 14$; right laterality: $n = 14$; left laterality: $n = 14$; protrusive: $n = 14$), were evaluated after 4 years of follow-up. Data ($n = 4$) of the analog method of analysis of occlusion of one patient with a 4-implants IOD were lost for reasons out of the study, ending up with 52 scores.

Table 2 shows the intraindividual comparisons in static and dynamic occlusion over time. Overall, the "inadequate" score was more frequent after 4 years of follow-up as seen with the digital method. A higher frequency of score "adequate" was seen with the analog method in all excentric mandibular movements. However, there was no statistically significant difference between baseline and 4-year data in both occlusal methods ($p = > 0,05$). Due to the small sample, it was not possible to stratifying the analysis of occlusal schemes of IODs retained by 2- or 4-implants.

Table 2. Interindividual comparisons for both methods of occlusion analysis in static and dynamic occlusion.

	Implant Overdenture (IOD)		<i>p</i> -value ^a
	Baseline <i>n</i> (%)	4 years <i>n</i> (%)	
Centric occlusion			
Digital (n=7)			0.083
Inadequate	0 (0)	1 (14)	
Satisfactory	2 (29)	3 (43)	
Adequate	5 (71)	3 (43)	
Analog (n=6)			0.059
Inadequate	0 (0)	2 (33)	
Satisfactory	2 (33)	3 (50)	
Adequate	4 (67)	1 (17)	
Right lateral			
Digital (n=7)			0.527
Inadequate	0 (0)	2 (29)	
Satisfactory	3 (43)	1 (14)	
Adequate	4 (57)	4 (57)	
Analog (n=6)			0.083
Inadequate	0 (0)	0 (0)	
Satisfactory	4 (67)	1 (17)	
Adequate	2 (33)	5 (83)	
Left lateral			
Digital (n=7)			0.705
Inadequate	0 (0)	2 (29)	
Satisfactory	4 (57)	1 (14)	
Adequate	3 (43)	4 (57)	
Analog (n=6)			0.317
Inadequate	0 (0)	0 (0)	
Satisfactory	2 (33)	1 (17)	
Adequate	4 (67)	5 (83)	
Protrusive			
Digital (n=7)			0.480
Inadequate	0 (0)	1 (14)	
Satisfactory	3 (43)	3 (43)	
Adequate	4 (57)	3 (43)	
Analog (n=6)			-
Inadequate	0 (0)	0 (0)	
Satisfactory	2 (33)	0 (0)	
Adequate	4 (67)	6 (100)	

^a*p* value for comparison between baseline versus 4 years (Marginal Homogeneity test).

A strong correlation between digital and analog methods of occlusal analysis (Cramer's $V = 0.429$; $p = 0.001$) was found, considering all data ($n = 52$). In the same direction, the agreement between digital and analog methods presented fair agreement coefficient with statistical significance ($\kappa = 0.402$; $p < 0.001$; Table 3). Analog and digital methods agreed in 67% (2/3) of the cases (classifications).

Table 3. Agreement between digital and analog methods within all evaluations ($n = 52$), regardless of time and mandibular movement.

Digital	Analog			Total	Kappa coefficient (p value)	Cramer's V coefficient (p value)
	Inadequate	Satisfactory	Adequate			
					0.402 (<0.001)	0.429 (0.001)
Inadequate	0 (0)	0 (0)	6 (11)	6 (11)		
Satisfactory	1 (2)	13 (25)	5 (10)	19 (37)		
Adequate	1 (2)	4 (8)	22 (42)	27 (52)		
Total	2 (4)	17 (33)	33 (63)	52(100)		

Descriptive data are reported as n (%).

DISCUSSION

This 4-years follow-up clinical study compared intraindividual (baseline vs 4 years) results of both digital and analog methods of occlusion analysis in static and dynamic occlusion of mandibular implant overdentures. Although no statistically significant differences were found in any of the mandibular movements analyzed by both occlusal analysis methods, in centric occlusion both digital and analog methods showed a worsening in the occlusal pattern. In dynamic occlusion, the analog method showed a tendency to overestimate the (adequate) occlusal pattern, while the digital method showed a slightly more realistic tendency.

The bilateral balanced occlusion (BBO) (Christensen 1905) is the most popular occlusal scheme for complete dentures worldwide. It has been claimed at increasing the retention and stability of the denture and thus preventing the bone resorption. A recent systematic review by Borges *et al.* 2023 evaluated the methodological quality in order to summarize scientific evidence from secondary studies on the influence of occlusal schemes on the clinical performance of patients with complete dentures. The reviews evaluated the clinical performance and satisfaction of edentulous patients rehabilitated with complete dentures made from different occlusal schemes. Regarding

bilateral balanced occlusion, it demonstrated benefits related to the stability and comfort of the prostheses, which may be associated with bilateral balance contacts during eccentric movements. Therefore, occlusal schemes can interfere with clinical performance and patient satisfaction with complete dentures. However, the authors justify that the results should be considered with caution due to the low quality of the systematic reviews included [29,30].

Nevertheless, to the authors' knowledge, no studies have been identified in the literature evaluating the short- and long-term behavior of the occlusal scheme of mandibular implant overdentures worn by edentulous patients obtained at the prosthesis delivery. These dentures are usually fabricated with acrylic resin (polymethylmethacrylate) artificial teeth, which according to the ISO 20795-1-2013 [31] should present high mechanical, chemical and abrasion resistance. However, even the best possible artificial teeth might present with a certain degree of wear over time, as a result of either physiological masticatory function or parafunctional activities such as grinding (bruxism). Therefore, it is expected that the distribution of the occlusal contacts and the occlusal scheme obtained at the time of prosthesis delivery will not be maintained [32,33].

In addition to being a diagnostic tool used before, during and after treatments, the T-Scan can also help the clinician in the assessment and progression of temporomandibular disorders that may result from occlusal changes over time, as in Lila's-Krasniqi *et al.* 2017 study [34]. This tool has been extensively employed at assessing patient's occlusion after orthodontic treatment and orthognatic surgeries, for instance [17,18,35]. However, the evidences of its usage in Removable Prosthodontics is still scarce.

In centric occlusion of mandibular IODs, after 4 years both digital analog methods showed a worsening in the occlusal pattern. In dynamic occlusion of mandibular IODs, the analog method showed a tendency to overestimate the occlusal pattern, while the digital method showed a more realistic diagnosis. This result is in agreement with the study by Abutayyem *et al.*, since the T-Scan proved to be an objective tool when measuring accurate and repeated occlusal forces. In addition to being useful during the planning phases, the device can be useful in the patient monitoring stages, such as this study, which is a 4-year evaluation [36]. This can be explained due to the fact

that the analog method appears to be a more subjective method, depending on the examiner's interpretation. It is worth mentioning that the initial assessment and the 4-year assessment were carried out with different examiners, which could be considered a bias.

In the right laterality after 4 years, the frequency of the inadequate score increased, the frequency of the satisfactory score decreased, while the frequency of the adequate score remained stable, using the digital method (0%, 43% e 57% vs 29%, 14% e 57%) ($p=0,527$).

For the analog method in right laterality 4 years, the frequency of the inadequate score remained stable, the frequency of the satisfactory score decreased, while the frequency of the adequate score increased (0%, 67% e 33% vs 0%, 17% e 83%) for $p=0,083$. The increase in the inadequate score, as well as the decrease in the satisfactory and adequate scores for the digital method, may explain the change in occlusion over the 4-year period evaluated, which may be related to the abrasion of the teeth and wear of the prostheses. The evaluation of the analog method in which the inadequate score remained stable contrasts with the evaluation of the digital method, considering that the device accurately records the number and distribution of occlusal contacts, which could be justified by the examiner's analysis often being considered as subjective.

In the protrusion analysis after 4 years, the frequency of the inadequate score increased, the frequency of the satisfactory score remained stable while the frequency of the adequate score decreased (0%, 43% e 57% vs 14%, 43% e 43%), using the digital method ($p=0,480$).

In the protrusion analog method after 4 years, the frequency of the inadequate score remained stable, the frequency of the satisfactory score decreased while the frequency of the adequate score increased (0%, 33% e 67% vs 0%, 0% e 100%). The analysis of dynamic occlusion for protrusive movement in the digital method (increased inadequate score) contrasts with the analog method (stable inadequate score). The same happens for the adequate score, which for the digital method was reduced and for the analog method it increased. This variance can again be explained by the examiner's subjective analysis, mainly in the appropriate score.

The agreement identified between the data from the analogue and digital analyzes agreed in 67% of the cases, that is, 2/3 of the sample of analyzes carried out. The coefficient found showed reasonable agreement and statistical significance ($k = 0.402$; $P < 0.001$, according to table 3).

In the evaluation after 4 years, there was an increase in the frequency of inadequate and satisfactory scores and a decrease in the frequency of adequate scores using digital and analog methods.

In the present study, in agreement with the initial analysis carried out by Floriani et al. 2022 [19], the agreement between the digital and analog methods according to the type of removable prosthesis presented statistically significant results ($p > 0.05$).

Thus, the diagnostic potential of the alliance between current technological tools and the concepts of rehabilitation of the edentulous population perpetuated for decades stands out [37-41]. The correct diagnosis of structural changes in the teeth, in the longitudinal monitoring of these patients, is an important foundation in prosthetic maintenance, so that nutritional losses do not occur that would negatively impact the quality of life and general health of the elderly population [42-44].

Despite being a follow-up study that carefully followed all the standards followed in the initial assessment, such as bilateral balanced articulation in either 2- or 4-implants overdentures, the patient's position in the chair at the time of carrying out the assessments, the thickness of the digital sensor and articular paper (100 μm) coincident, same distribution time of occlusal contacts, among others, one would expect limitations in the results. As the sample is still too small, it was only possible to evaluate the agreement between the digital and analog methods due to the low number of occlusal analysis. The clinical evaluations of the present study were severely hampered by the covid-19 pandemics. Since most of the patients were elderly, which was for a timeframe considered at high risk of getting infected with coronavirus, clinical consultations were cancelled. In addition, two patients moved in to other locations, discontinuing thus their treatment with our team. Last but not least, two other patients did not respond to our calls any longer after the resumption of the clinical consultations.

It is hoped that, in future studies, larger samples can be evaluated in the long term, greater standardization of the examiner and future studies that explore more features present in the T-scan.

CONCLUSIONS

Within the limitations of this 4-year follow-up clinical study, it can be concluded that:

- The bilateral balanced occlusion scheme achieved at the time of overdenture installation is not maintained over time;
- Digital and analog occlusal analysis methods proved to be consistent after 4 years.

REFERENCES

- [1] M.D. Gross, Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts, *Aust Dent J.* 53 (2008) Suppl 1 S60-S68, <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2008.00043.x>.
- [2] G.E. Carlsson, Dental occlusion: modern concepts and their application in implant prosthodontics, *Odontology* 97 (2009) 97 8-17, <https://doi.org/10.1007/s10266-008-0096-x>.
- [3] J. Abduo, Occlusal schemes for complete dentures: a systematic review, *Int. J Prosthodont.* 26 (2013) 26-33, <https://doi.org/10.11607/ijp.3168>.
- [4] C.C. Peck, Biomechanics of occlusion-implications for oral rehabilitation, *J Oral Rehabil.* 43 (2016) 205-14, <https://doi.org/10.1111/joor.12345>.
- [5] M. Calamita, C. Coachman, N. Sesma, J. Kois, Occlusal vertical dimension: treatment planning decisions and management considerations, *Int J Esthet Dent.* 14 (2019) 166-181.
- [6] K. Koyano, Y. Tsukiyama, R. Kuwatsuru R, Rehabilitation of occlusion-science or art?, *J Oral Rehabil.* 39 (2012) 513-521, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2012.02303.x>.

- [7] M.T. Kattadiyil, A.A. Alzaid, S.D. Campbell, The Relationship Between Centric Occlusion and The Maximal Intercuspal Position and Their Use as Treatment Positions for Complete Mouth Rehabilitation: Best Evidence Consensus Statement. *J Prosthodont.* 30 (S1) (2021) 26-33, <https://doi.org/10.1111/jopr.13316>.
- [8] D. Wismeijer, M.A.J. vanWaas, W. Kalk, Factors to consider in selecting an occlusal concept for patients with implants in the edentulous mandible, *J Prosthet Dent.* 74 (1995) 380-384, [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(05\)80378-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(05)80378-6).
- [9] K. Zhao, Q.Q. Mai, X.D. Wang, W. Yang, L. Zhao, Occlusal designs on masticatory ability and patient satisfaction with complete denture: A systematic review, *J Dent.* 41 (2013)1036-1042, <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.07.016>.
- [10] A.F. Sutton, J.F. McCord, A randomized clinical trial comparing anatomic, lingualized, and zero-degree posterior occlusal forms for complete dentures, *J Prosthet Dent.* 97 (2007) 292-298, <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2007.03.003>.
- [11] P. Rehmann, M. Balkenhol, P. Ferger, B. Wöstmann, Influence of the occlusal concept of complete dentures on patient satisfaction in the initial phase after fitting: bilateral balanced occlusion vs canine guidance, *Int J Prosthodont.* 21 (2008) 60-61.
- [12] C.A.A. Lemos, F.R. Verri, J.M.L. Gomes, J.F. Santiago Júnior, S.L.D.Moraes, E.P. Pellizzer, Bilateral balanced occlusion compared to other occlusal schemes in complete dentures: A systematic review, *J Oral Rehabil.* 45 (2018) 344-354, <https://doi.org/10.1111/joor.12607>.
- [13] R.B. Kerstein, J. Radke, Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings, *Cranio.* 32 (2014) 13-23, <https://doi.org/10.1179/0886963413Z.0000000001>.
- [14] Q. Wang, Z. Zhao, M. Zhou, X. Zheng, N. An, L. Niu, F.R. Tay, C. Ma, F. Wang, In vivo evaluation of the reliability and validity of three digital occlusion analysis methods, *J Dent.* 127 (2022) 104355, <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104355>.

- [15] W.L. Maness, M. Benjamin, R. Podoloff, A. Bobick, R.F. Golden, Computerized occlusal analysis: a new technology, *Quintessence Int.* 18 (1987) 287-92.
- [16] S. Qadeer, M. Özcan, D. Edelhoff, H. Van Pelt, Accuracy, Reliability and Clinical Implications of Static Compared to Quantifiable Occlusal Indicators, *Eur J Prosthodont Restor. Dent.* 29 (2021) 130-141, https://doi.org/10.1922/EJPRD_2202Qadeer12.
- [17] B. Wiechens, A. Quast, D. Klenke, P. Brockmeyer, H. Schliephake, P. Meyer-Marcotty, Evaluation of occlusal function during orthognathic therapy : A prospective clinical trial using a digital registration method, *J Orofac Orthop.* 84 (2023) 267-277, <https://doi.org/10.1007/s00056-022-00382-x>.
- [18] M.S. Nalini, M. Sinha, Role of T-scan in digital occlusal analysis- a review. *International Journal of Research and Reports in Dentistry* 1(2018) 1-7, <https://doi.org/10.9734/IJRRD/2018/v1i230092>.
- [19] F. Floriani, G.P. Sabatini, T.T. Oliveira Dos Santos, A.G. Philippi, L.H. Gonzaga, L.A. Mezzomo, Digital and Analog Analysis of Occlusion in Conventional and Implant-Retained Complete Dentures: Preliminary Results of a Prospective Clinical Trial, *Int J Prosthodont.* 35 (2022) 27-36, <https://doi.org/10.11607/ijp.7562>.
- [20] K.F. Schulz, D.G. Altman, D. Mohe, CONSORT Group. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ.* 23 (2010) 340:c332, <https://doi.org/10.1136/bmj.c332>.
- [21] G.P. Sabatini, R. Lidani , F. Floriani, T.T. Oliveira dos Santos, A. Philippi, L.A. Mezzomo, Primary and Secondary Stability of Extrashort (4-mm) Implants in the Edentulous Mandible: Preliminary Results of a Prospective Clinical Trial, *Int J Oral Maxillofac. Implants.* 36 (2021) 1173-1179, <https://doi.org/10.11607/jomi.8437>.
- [22] R. Lidani, G.P. Sabatini, T.T.O. Santos, F. Floriani, A.G. Philippi, L.A. Mezzomo, Impact of the extension of the anterior-posterior spread on quality of life and satisfaction of patients treated with implant-retained mandibular overdentures - a

randomized clinical trial, *J Dent.* 127 (2022) 104346,
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104346>.

[23] American Society of Anesthesiologists. ASA Physical Status Classification System. <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/statement-on-asa-physical-status-classification-system> (accessed 3 May 2024).

[24] C.E. Misch, M.W. Bidez, K.W.M. Jud, Treatment options for mandibular implant overdentures, In: Misch CE (ed). *Dental Implant Prosthetics*. St Louis: Mosby (2005) 218–235.

[25] N. Joshi, A.M. Hamdan, W.D. Fakhouri, Skeletal malocclusion: a developmental disorder with a life-long morbidity, *J Clin Med Res. Research* 6 (2014) 399–408,
<https://doi.org/10.14740/jocmr1905w>.

[26] American Academy of Sleep Medicine. *International Classification of Sleep Disorders*, ed 3. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2014

[27] J.R. Landis, G.G. Koch, An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers, *Biometrics* 33 (1977) 363-374.

[28] H. Akoglu, User's guide to correlation coefficients, *Turk J Emerg Med.* 18 (2018): 91-93. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>.

[29] M.H.R. Borges, L.F.B. Miranda, C. Dini, G.A. Marañón-Vásquez, M.B. Magno, L.C. Maia, V.A.R. Barão, Clinical performance of and patient satisfaction with conventional complete dentures with different occlusal schemes: A systematic review of systematic reviews, *J Prosthet Dent.* 130 (2023) 341-350,
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.10.018>.

[30] K. Zhao, Q.Q. Mai, X.D. Wang, W. Yang, L. Zhao, Occlusal designs on masticatory ability and patient satisfaction with complete denture: a systematic review, *J Dent.* 41 (2013) 1036-1042, <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.07.016>.

- [31] ISO International Organization for Standardization. ISO 20795-1: 2013. Dentistry - Base polymers- Part 1: Denture base polymers. Geneva: ISO 2013:1-42
- [32] N.R. Chaffee, D.A. Felton, L.F. Cooper, U. Palmqvist, R. Smith, Prosthetic complications in an implant-retained mandibular overdenture population: Initial analysis of a prospective study, *J Prosthet Dent.* 87 (2002) 40-44, <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.121486>.
- [33] F. Vahidi, G. Pinto-Sinai, Complications associated with implant-retained removable prostheses, *Dent Clin N Am.* 59 (2015) 215-226, <https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.08.001>.
- [34] Z. Lila-Krasniqi, K. Shala, T.P. Krasniqi, T. Bicaj, E. Ahmedi, L. Dula, A.T. Dragusha, L. Guguvceviski, Differences between Subjective Balanced Occlusion and Measurements Reported With T-Scan III, *Open Access Maced J Med Sci.* 5 (2017) 667-672, <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.094>.
- [35] R. Manikandhan, S. Manikandan, K. Ponvel, Parameswaran R, Shankar S. Comparison of Occlusal Digital Analysis Using T-Scan in Orthognathic Surgery with Only Conventional Orthodontic Patients, *J Maxillofac Oral Surg.* 22 (2023) 397-409, <https://doi.org/10.1007/s12663-023-01862-2>.
- [36] H. Abutayyem, L.M. Annamma, V.B. Desai, M.K. Alam, Evaluation of occlusal bite force distribution by T-Scan in orthodontic patients with different occlusal characteristics: a cross sectional-observational study, *BMC Oral Health.* 23 (2023) 888, <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03544-4>.
- [37] Y. Kim, T.J. Oh, C.E. Misch, H.L. Wang, Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale, *Clin Oral Implants Res.* 16 (2005) 26-35, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01067.x>.
- [38] Misch CE. *The Edentulous Mandible: An Organized Approach to Implant-Supported Overdentures* In: *Dental Implant Prosthetics* 2nd edition. New York: Mosby-Elsevier; 2014.

[39] F. Nikolopoulou, P. Ktena-Agapitou, Rationale for choices of occlusal schemes for complete dentures supported by implants, *J Oral Implantol.* 32 (2006) 200-203, <https://doi.org/10.1563/792.1>.

[40] T.D. Taylor, J. Wiens, A. Carr, Evidence-based considerations for removable prosthodontic and dental implant occlusion: A literature review, *J Prosthet Dent.* 94 (2005) 555-560, <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.10.012>.

[41] F. Muller, Interventions for edentate elders-what is the evidence?, *Gerodontology.* 31 (2014) 44-51, <https://doi.org/10.1111/ger.12083>.

[42] M.H. Bakker, A. Vissink, H.J.A. Meijer, G.M. Raghoebar, A. Visser, Mandibular implant-supported overdentures in (frail) elderly: A prospective study with 20-year follow-up, *Clin Implant Dent Relat Res.* 21 (2019) 586-592, <https://doi.org/10.1111/cid.12772>.

[43] Y. Zhang, L. Chow, A. Siu, G. Fokas, T.W. Chow, N. Mattheos, Patient-reported outcome measures (PROMs) and maintenance events in 2-implant-supported mandibular overdenture patients: A 5-year prospective study, *Clin Oral Implants Res.* 30 (2019) 261-276, <https://doi.org/10.1111/clr.13412>.

[44] M. Vercruyssen, K. Marcelis, W. Coucke, I. Naert, M. Quirynen, Long-term, retrospective evaluation (implant and patient-centred outcome) of two-implants-supported overdenture in the mandible, *Clin Oral Impl Res.* 21 (2010) 357-365, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01849.x>.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro das limitações deste estudo clínico de acompanhamento de 4 anos, pode-se concluir que:

- O esquema de oclusão bilateral balanceada obtido no momento da instalação da sobredentadura não se mantém ao longo do tempo;
- Os métodos de análise oclusal digital e analógico mostraram-se consistentes após 4 anos.

6 REFERÊNCIAS

ABDUO, J. Occlusal schemes for complete dentures: a systematic review. **The International Journal of Prosthodontics**, 2013, v. 26, n. 1, p. 26-33.

ACADEMY OF PROSTHODONTICS. The Glossary of Prosthodontic Terms 2023: Tenth Edition. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2023, v. 130, n. 4, p. e7-e126.

ALKAYYAL, M.A.; TURKISTANI, K.A.; AL-DHARRAB, A.A.; ABBASSY, M.A.; MELIS M.; ZAWAWI, K.H. Occlusion time, occlusal balance and lateral occlusal scheme in subjects with various dental and skeletal characteristics: A prospective clinical study. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2020, v. 47, n. 12, p. 1503-1510.

AYUSO-MONTERO, R.; MARIANO-HERNANDEZ, Y.; KHOURY-RIBAS, L.; ROVIRA-LASTRA, B.; WILLAERT, E.; MARTINEZ-GOMIS, J. Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. **Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics**, 2020, v. 29, n. 1, p. 19-25.

BHOCHHIBHOYA, A.; RANA, S.B.; SHARMA, R.; KHAPUNG, A. Impact of sociodemographic factors, duration of edentulism, and medical comorbidities on the mental attitudes of individuals with complete edentulism. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2022, v. 128, n. 6, p. 1283-1288.

BONWILL, W.G.A. The science of the articulation of artificial dentures. **Dental Cosmos**, 1878, v. 1, n. 20, p. 321-324.

BORGES, M.H.R.; MIRANDA, L.F.B.; DINI, C.; MARAÑÓN-VÁSQUEZ, G.A.; MAGNO, M.B.; MAIA, L.C.; BARÃO, V.A.R. Clinical performance of and patient satisfaction with conventional complete dentures with different occlusal schemes: A systematic review of systematic reviews. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2023, v. 130, n. 3, p. 341-350.

BOZHKOVA, T.; MUSURLIEVA, N.; SLAVCHEV, D. Comparative study qualitative and quantitative techniques in the study of occlusion. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2021, p. 1163874.

CARLSSON, G.E.; OMAR, R. The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2010, v. 37, n. 2, p. 143-156.

COOPER, L.F. The current and future treatment of edentulism. **Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics**, 2009, v. 18, n. 2, p. 116-122.

CRITCHLOW, S.B.; EILLIS, J.S. Prognostic indicators for conventional complete denture therapy: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, 2010, v. 38, n. 1, p. 2-9.

ENGELMEIER, R.L. Early designs for the occlusal anatomy of posterior denture teeth: part III. **Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics**, 2005, v. 14, n. 2, p. 131-136.

FARIAS NETO, A.; MESTRINER, J.W.; CARREIRO, A.F. Masticatory efficiency in denture wearers with bilateral balanced occlusion and canine guidance. **Brazilian Dental Journal**, 2010, v. 21, n. 2, p. 165-169.

FELTON, D.A. Edentulism and comorbid factors. **Journal of Prosthodontics**, 2009, v. 18, n. 2, p. 88-96.

FITZIG S, SERFATY V, GAZIT E. Photocclusion technique for simultaneous qualitative and quantitative occlusal contact registration. **Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics**, 1985, v. 53, n. 3, p. 413-414.

FLORIANI, F., SABATINI G.P., OLIVEIRA DOS SANTOS, T.T., PHILIPPI, A.G., GONZAGA, L.H., MEZZOMO LA. Digital and Analog Analysis of Occlusion in Conventional and Implant-Retained Complete Dentures: Preliminary Results of a Prospective Clinical Trial. **The International Journal of Prosthodontics**, 2022, v. 35, n. 1, p. 27-36.

FRAILE, C.; FERREIROA, A.; ROMEO, M.; ALONSO, R.; PRADÍES, G. Clinical study comparing the accuracy of interocclusal records, digitally obtained by three different devices. **Clinical Oral Investigations**, 2022, v. 26, n. 2, p. 1957-1962.

GARG, P.; KLINEBERG, I. Benefits of Contemporary Rehabilitation of Edentulism: A Statement. **The International Journal of Prosthodontics**, 2022, v. 35, n. 5, p. 575-580.

GOLDSTEIN, G.; KAPADIA, Y.; CAMPBELL, S. Complete Denture Occlusion: Best Evidence Consensus Statement. **Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics**, 2021, v. 30, (S1), p. 72-77.

GUPTA, A.; FELTON D.A.; JEMT, T.; KOKA, S. Rehabilitation of Edentulism and Mortality: A Systematic Review. **Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics**, 2019, v. 28, n. 5, p. 526-535.

HUGO, F.N.; HILGERT, J.B.; SOUZA, M.L.; SILVA, D.D.; PUCCA, G.A., Jr. Correlate of parcial tooth loss and edentulism in Brazilian elderly. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 2007, v. 35, n. 3, p. 224-232.

HUUMONEN, S.; HAIKOLA, B.; OIKARINEN, K.; SÖDERHOLM, A.L.; REMES-LYLY, T.; SIPILÄ, K. Residual ridge resorption, lower denture stability and subjective complaints among edentulous individuals. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2012, v. 39, n. 5, p. 384-90.

LEE, D.J.; SAPONARO, P.C. Management of Edentulous Patients. **Dental Clinics of North America**. 2019, v. 63, n. 2, p. 249-261.

LEMOES, C.A.A.; VERRI, F.R.; GOMES, J.M.L.; SANTIAGO JÚNIOR, J.F.; MORAES, S.L.D.; PELLIZZER, E.P. Bilateral balanced occlusion compared to other occlusal schemes in complete dentures: A systematic review. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2018, v. 45, n. 4, p.344-354.

MANESS, W.L.; BENJAMIN, M.; PODOLOFF, R.; BOBICK, A.; GOLDEN, R.F. Computerized occlusal analysis: a new technology. **Quintessence International**, 1987, v. 18, n. 4, p. 287–292.

MENDES, D.C.; POSWAR, F. DE O.; DE OLIVEIRA, M.V.; HAIKAL, D.S.; DA SILVEIRA, M.F.; MARTINS, A.M.; DE PAULA, A.M. Analysis of socio-demographic and systemic health factors and the normative conditions of oral health care in a population of the Brazilian elderly. **Gerodontology**, 2012, v. 29, n. 2, e206-214.

MERICSKÉ-STERN, R.D.; TAYLOR, T.D.; BELSER, U. Management of the edentulous patient. **Clinical Oral Implants Research**, 2000, v. 11, Suppl 1, p. 108-125.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Projeto SB Brasil, 2020. Saúde Bucal. Brasília: 2011.

MYSORE, A.R.; ARAS, M.A. Understanding the psychology of geriatric edentulous patients. **Gerodontology**, 2012, v. 29, n. 2, e23-27.

NALINI, M.S.; SINHA, M. Role of T-scan in digital occlusal analysis- a review. **International Journal of Research and Reports in Dentistry**, 2018, v. 1, n. 2, p. 1-7.

PECK, C.C. Biomechanics of occlusion-implications for oral rehabilitation. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2016, v. 43, n. 3, p. 205-214.

PERES, M.A.; BARBATO, P.R.; REIS, S.C.; FREITAS, C.H.; ANTUNES, J.L. Tooth loss in Brazil: analysis of the 2010 Brazilian Oral Health Survey. **Revista de Saúde Pública**, 2013, v. 47, p. 78-89.

PEROZ, I.; LEUENBERG, A.; HAUSTEIN, I.; LANGE, K.P. Comparison between balanced occlusion and canine guidance in complete denture wearers - a clinical, randomized trial. **Quintessence International**, 2003, v. 34, n. 8, p. 607-612.

PYAKURELU, U.; LONG, H.; JIAN, F.; SUN, J.; ZHU, Y.; JHA, H.; LAI, W. Mechanism, accuracy and application of T-Scan system in dentistry-A review. **Journal of Nepal Dental Association**, 2013, v. 13, n. 1, p. 52-56.

QADEER, S.; ÖZCAN, M.; EDELHOFF, D.; VAN PELT, H. Accuracy, Reliability and Clinical Implications of Static Compared to Quantifiable Occlusal Indicators. **The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, 2021, v. 29, n. 3, p. 130-141.

REHMANN, P.; BALKENHOL, M.; FERGER, P.; WOSTMANN, B. Influence of the occlusal concept of complete dentures on patient satisfaction in the initial phase after fitting: bilateral balanced occlusion vs canine guidance. **The International Journal of Prosthodontics**, 2008, v. 21, n. 1, p. 60-61.

ROVIRA-LASTRA, B.; KHOURY-RIBAS, L.; FLORES-OROZCO, E.I.; AYUSO-MONTERO, R.; CHAURASIA, A.; MARTINEZ-GOMIS J. Accuracy of digital and conventional systems in locating occlusal contacts: A clinical study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2023, article in press.

STEELE, J.G.; SANDERS, A.E.; SLADE, G.D.; ALLEN, P.F.; LAHTI, F.; NUTTALL, N.; SPENCER, A.J. How do age and tooth loss affect oral health impacts and quality of life? A study comparing two national samples. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 2004, v. 32, n. 2, p. 107-114.

TEK-SCAN. Disponível em: www.tekscan.com. Acesso em: 04 de dezembro de 2023.

ZHAO, K.; MAI, Q.Q.; WANG, X.D.; YANG, W.; ZHAO, L. Occlusal designs on masticatory ability and patient satisfaction with complete denture: a systematic review. **Journal of Dentistry**, 2013, v. 41, n. 11, p. 1036-1042

WANG, Q.; ZHAO, Z.; ZHOU, M.; ZHENG, X.; AN, N.; NIU, L.; TAY, F.R.; MA, C.; WANG, F. In vivo evaluation of the reliability and validity of three digital occlusion analysis methods. **Journal of Dentistry**, 2022, v. 127, p. 1-8.

WIECHENS, B.; BROCKMEYER, P.; WASSMANN, T.; RÖDIGER, M.; WIESSNER, A.; BÜRGERS, R. Time of day-dependent deviations in dynamic and static occlusion: A prospective clinical study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2022, article in press.

WIECHENS, B.; QUAST, A.; KLENKE, D.; BROCKMEYER, P.; SCHLIEPHAKE, H.; MEYER-MARCOTTY, P. Evaluation of occlusal function during orthognathic therapy: A prospective clinical trial using a digital registration method. **Journal of Orofacial Orthopedics**, 2023, v. 84, n. 5, p. 267-277.

KATTADIYIL, MT; ALZAID, AA; CAMPBELL, SD. The relationship between centric occlusion and the maximal intercuspal position and their use as treatment positions for complete mouth rehabilitation: best evidence consensus statement, **Journal of Prosthodontics**, 2021, v. 30, p. 26-33.

KAWAI, Y.; IKEGUCHI, N.; SUZUKI, A.; KUWASHIMA, A.; SAKAMOTO, R.; MATSUMARU, Y.; KIMOTO, S.; IJIMA, M.; FEINE, J.S. A double blind randomized clinical trial comparing lingualized and fully bilateral balanced posterior occlusion for conventional complete dentures. **Journal of Prosthodontic Research**, 2017, v. 61, n. 2, p. 113-122.

KERSTEIN R.B.; RADKE, J. Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings. **Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice**, 2014, v. 32, n. 1, p. 13–23.

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis/SC – CEP 88040-370
Tel.: (48) 3721-9520

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado paciente,

As informações contidas nesse termo foram fornecidas pelo pesquisador responsável - Professor Dr. Luis André Mendonça Mezzomo (Departamento de Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, UFSC). O objetivo desse documento é informar o Sr.(a) sobre a pesquisa a ser realizada, visando obter uma autorização espontânea por escrito de sua participação, e sem fazer nada contra a sua vontade.

O título deste trabalho é "FATORES DE RISCO PARA PRÓTESES TOTAIS RETIDAS POR IMPLANTES EXTRA-CURTOS EM MANDÍBULAS SEVERAMENTE REABSORVIDAS – UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO". Esta pesquisa pretende tratar, com prótese dentária (dentadura) sobre implantes, pacientes com ausência de todos os dentes na arcada inferior (mandíbula), que tenham dificuldades de adaptação ao uso de sua prótese total (dentadura) inferior por falta de retenção, e que não apresentem quantidade de osso mínima na região posterior para a colocação implantes de tamanho convencional (>8mm). No estudo, serão oferecidos dois diferentes tipos de tratamento: a) prótese total removível (dentadura) retida por dois implantes convencionais (>8mm) na região anterior e dois implantes extra-curtos (4-mm) na região posterior da mandíbula (teste); b) prótese total removível retida por dois implantes convencionais somente na região anterior da mandíbula (controle). Inicialmente, o Sr.(a) receberá uma dentadura convencional nova para fins de readequação funcional (adaptação). A sua distribuição entre as duas opções de tratamento do estudo será feita por sorteio, e uma prótese definitiva nova será instalada 12 semanas após a cirurgia de colocação dos implantes. O Sr.(a) será submetido à aplicação de questionários, avaliações clínicas e radiográficas em 9 consultas – 2 antes da cirurgia, no dia da cirurgia do implante e nos períodos de 6, 12, 24, 36, 48 e 60 meses após a instalação das próteses. O exame de raio-x previsto (8 consultas) está de acordo com os cuidados de rotina para os pacientes submetidos a tratamento com implantes nesta universidade, à exceção das tomografias computadorizadas (realizada em apenas 4 consultas). Todas as despesas do tratamento serão cobertas pela pesquisa, e o Sr.(a) terá custos apenas com o deslocamento até a universidade para as consultas.

Assim, o objetivo é avaliar eventuais falhas e complicações que possam ocorrer com a prótese ou com os implantes após a sua instalação, a perda de osso ao redor dos implantes, custos e tempo consumidos, além da satisfação do paciente e do clínico. Isto permitirá identificar a duração em longo prazo dos tratamentos realizados e colaborar para o desenvolvimento de um protocolo mais seguro e confortável para o tratamento de pacientes que apresentem dificuldades de adaptação ao uso de prótese total (dentadura) convencional inferior e pouca altura óssea do osso mandibular, com próteses totais removíveis retidas por implantes extra-curtos na região posterior da mandíbula.

As medidas e técnicas previstas no presente estudo procuram minimizar todos os tipos de complicações. Para o exame da tomografia, uma técnica e aparelho de última geração, com uma dose mínima de radiação, serão utilizadas para garantir ao Sr.(a) uma proteção contra a exposição excessiva à radiação. No entanto, alguns prejuízos podem vir a ser causados pela pesquisa. Dentre eles, alguns que podem ocorrer imediatamente após a cirurgia de colocação do implante incluem aumento de volume e hematomas (manchas na pele) próximo à área operada, sangramento, parestesia (perda da sensibilidade do nervo), dor e desconforto. Para esta última, estão previstas medicação analgésica antes e depois da colocação do implante. Em caso de perda da sensibilidade do nervo, o tratamento para recuperar a sensibilidade será oferecido. Além disso, outras complicações podem ocorrer tardiamente, como por exemplo a

doença da gengiva ao redor do implante, trauma ou sensibilidade na gengiva, e dor e perda de sensibilidade em algumas regiões da face. Além disso, pode ocorrer até mesmo a perda do(s) implante(s) e perda do osso ao redor do implante. O Sr.(a) será acompanhado regularmente e receberá assistência e tratamento para qualquer tipo de complicação citada acima que vier a ocorrer. Inclusive, no caso de falha no implante, o Sr.(a) terá direito a colocação de um novo implante 3 meses após a sua remoção, sem nenhum custo. Pode também ocorrer complicações relacionadas à prótese, tais como: fratura da prótese, fratura ou desgaste de dente da prótese, aderência de resíduos na prótese, perda ou fratura de parafuso e peças relacionadas ao implante. Para todas essas situações, será providenciado o reparo ou até mesmo a substituição da prótese e/ou peça(s) do(s) implante(s), sem custo para o Sr.(a).

Suas dúvidas serão esclarecidas antes de qualquer procedimento e em qualquer momento no decorrer da pesquisa através do contato com o investigador responsável, de segunda à sexta-feira, via telefone (48) 3721-9520 ou pelo e-mail l.mezzomo@ufsc.br. Ou, ainda, pode ser feito contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH- UFSC) pelo telefone (48) 3721-6094 ou pelo e-mail: cep.propesq.@contato.ufsc.br.

O pesquisador declara o cumprimento das exigências contidas nos itens IV.3 e IV.4 (item IV.5 (a) da Resolução vigente para Pesquisas com Seres Humanos 466/2012) e assume o compromisso de disponibilizar informações atualizadas obtidas durante o estudo. O(a) Sr.(a) tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem qualquer represália ou prejuízo, através do contato acima.

Ao assinar as duas vias do termo, sendo que uma delas ficará em sua posse, o Sr.(a) concorda em participar desse trabalho permitindo o acesso ao material (questionários, dados e material fotográfico) referente ao(à) Sr.(a) que serão obtidos neste estudo para fins acadêmicos, como aulas e artigos, sob total sigilo da sua identidade. Em nenhum momento o seu nome será vinculado a qualquer parte do trabalho.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu, _____,
Responsável pelo (a) _____, portador do
RG _____ e CPF _____, após ter recebido
verbalmente esclarecimentos sobre o estudo, concordo em participar do trabalho **“FATORES DE RISCO PARA PRÓTESES TOTAIS RETIDAS POR IMPLANTES EXTRA-CURTOS EM MANDÍBULAS SEVERAMENTE REABSORVIDAS – UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”**, que será executado pelo Professor Dr. Luis André Mendonça Mezzomo, pela equipe de Professores da Disciplina e Prótese e pelos alunos de pós graduação do Mestrado em Implantodontia da UFSC e autorizo também a utilização das informações contidas em meu prontuário (física e/ou digital) e dos dados coletados durante a consulta, desde que seja mantido o sigilo da minha identificação, conforme as normas do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos desta Universidade. A minha participação é voluntária podendo ser cancelada a qualquer momento.

Florianópolis, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do paciente ou responsável

RG:

Assinatura do Pesquisador Responsável (Luis André Mendonça Mezzomo)

RG: 8062505171/RS

ANEXO B

HOSPITAL INFANTIL JOANA
DE GUSMÃO/ SES -SC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Longevidade e Previsibilidade das Próteses Odontológicas da UFSC

Pesquisador: LUIS ANDRÉ MENDONÇA MEZZOMO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 35231314.8.0000.5361

Instituição Proponente: Departamento de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 800.553

Data da Relatoria: 09/10/2014

Apresentação do Projeto:

A Prótese Odontológica ou Dentária é a ciência de prover substitutos convenientes para a porção coronária dos dentes ou para dente(s) perdido(s) e suas partes associadas, de maneira a restaurar as funções perdidas, a aparência estética, o conforto e a saúde do paciente. No entanto, mesmo quando os cuidados recomendados durante seu planejamento e confecção são respeitados, ocorrem falhas e complicações que comprometem a longevidade, diminuem o grau de satisfação e a qualidade de vida dos pacientes e aumentam os custos envolvidos no tratamento. Até o momento, existem poucos estudos clínicos que quantificam as falhas e complicações das próteses odontológicas, as classificam de acordo com a sua natureza e avaliam o grau de satisfação dos pacientes e o impacto econômico com as mesmas. Além disso, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) não dispõe de dados sobre o perfil sócio-econômico, as condições de saúde bucal e geral, os hábitos alimentares, a prevalência de falhas e complicações, o grau de satisfação, o impacto na qualidade de vida e o impacto econômico dos pacientes que recebem tratamento com prótese

dentária. Portanto, o objetivo deste estudo clínico retrospectivo observacional é avaliar a prevalência e a natureza de falhas e complicações nos trabalhos com próteses dentárias realizadas na Disciplina de Clínica III do Curso de Odontologia da UFSC, além de avaliar o impacto econômico e o grau de satisfação e qualidade de vida dos pacientes. A amostra (n) será composta por

Endereço: Rui Barbosa, nº 152

Bairro: Agronômica

CEP: 88.025-301

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3251-9092

Fax: (48)3251-9092

E-mail: cephijg@saude.sc.gov.br

HOSPITAL INFANTIL JOANA
DE GUSMÃO/ SES -SC



Continuação do Parecer: 800.553

pacientes que tiveram suas próteses confeccionadas no período entre 2010-2014. Estes pacientes serão agendados para uma consulta de revisão, que será composta por um exame clínico e radiográfico para identificar as falhas e complicações (desfechos) que ocorreram nas próteses e o momento em que estas ocorreram após a instalação. As possíveis variáveis que podem ter exercido influência nos resultados serão coletadas no prontuário do paciente. Questionários específicos serão aplicados para avaliar o impacto econômico, o grau de satisfação e o impacto na qualidade de vida dos pacientes. A análise estatística será calculada por uma fração simples do número de próteses afetadas pelas falhas e complicações pelo número total de próteses dentárias e expressa em forma de porcentagem. Os dados quantitativos serão comparados utilizando o teste Kruskal-Wallis, complementado por regressão logística para apontar os fatores de risco (variáveis) para os desfechos clínicos, enquanto o teste Mann-Whitney U será utilizado para comparação de dados não-paramétricos. Os dados qualitativos serão avaliados por meio dos testes exato de Fisher, Kruskal Wallis e coeficiente de correlação de Spearman.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a qualidade e a previsibilidade dos tratamentos de Prótese Dentária executados na Clínica III do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Objetivo Secundário:

- Realizar um levantamento epidemiológico do perfil sócio-econômico, das condições de saúde geral, dos hábitos alimentares e de higiene bucal e do uso e necessidade de uso de Prótese Dentária entre os pacientes atendidos na Clínica III;
- identificar a prevalência de assimetrias faciais, maloclusão, de hábitos parafuncionais e desgaste oclusal nos pacientes atendidos na Clínica III;
- identificar a prevalência de desordens da articulação temporomandibular (ATM) e dor à palpação muscular nos pacientes atendidos na Clínica III;
- identificar a prevalência e a natureza das falhas e complicações clínicas associadas aos tratamentos com Prótese Parcial Fixa executados na Clínica III;
- identificar a prevalência e a natureza das falhas e complicações clínicas associadas aos tratamentos com Prótese Parcial Removível executados na Clínica III;
- identificar qual a prevalência e a natureza das falhas e complicações clínicas associadas aos tratamentos com Prótese Total executados na Clínica III;
- classificar cronologicamente as falhas e complicações clínicas associadas aos tratamentos com Prótese Dentária;

Endereço: Rui Barbosa, nº 152

Bairro: Agronômica

CEP: 88.025-301

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3251-9092

Fax: (48)3251-9092

E-mail: cephijg@saude.sc.gov.br

HOSPITAL INFANTIL JOANA
DE GUSMÃO/ SES -SC



Continuação do Parecer: 800.553

- identificar quais os principais fatores de risco para cada uma das modalidades de reabilitação protética avaliadas;
- levantar informações sobre o grau de satisfação e impacto na qualidade de vida dos pacientes com os tratamentos com Prótese Dentária executados na Clínica III;
- analisar o impacto econômico dos tipos de reabilitação protética executados na Clínica III e os custos envolvidos com eventuais repetições dos trabalhos;
- levantar informações para a montagem de um banco de dados do atendimento a pacientes de Prótese Dentária da Universidade Federal de Santa Catarina;
- estabelecer diretrizes para a implantação de medidas que visem a redução dos custos dos tratamentos com Prótese Dentária;
- estabelecer diretrizes para a implantação de projetos de educação e prevenção em Prótese Dentária;
- levantar evidências e fornecer subsídios para o delineamento de futuros projetos de pesquisa experimentais in vitro e ensaios clínicos (prospectivos) de longo prazo;
- possibilitar o desenvolvimento de estágios aos alunos de graduação e pós-graduação;
- produzir material didático fotográfico para as atividades de ensino;
- estimular o desenvolvimento tecnológico e validação de instrumentos de aquisição e de armazenamento de dados;
- aperfeiçoar as condições de ensino, formação e desenvolvimento profissional de alunos e professores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

- 1) Os pacientes serão submetidos à radiação ionizante; porém em dose insuficiente para causar qualquer tipo de efeito colateral.
- 2) Os dados contidos nos prontuários dos pacientes serão acessados. A pesquisa garante a confidencialidade destes dados.

Benefícios:

- 1) Os pacientes receberão uma consulta de acompanhamento e revisão das próteses dentárias confeccionadas na universidade, o que permitirá o diagnóstico de eventuais falhas e complicações que poderão ser solucionadas em tempo.
- 2) Os pacientes serão incluídos em um programa permanente de manutenção das próteses, de maneira a aumentar a longevidade destas.
- 3) Os pacientes receberão instrução de higiene oral, escovas dentais e serão submetidos a um procedimento não-invasivo de remoção de cálculo supra-gengival com ultrassom.

Endereço: Rui Barbosa, nº 152
 Bairro: Agronômica CEP: 88.025-301
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS
 Telefone: (48)3251-9092 Fax: (48)3251-9092 E-mail: cephijg@saude.sc.gov.br

HOSPITAL INFANTIL JOANA
DE GUSMÃO/ SES -SC



Continuação do Parecer: 800.553

4) Os pacientes serão incluídos em um programa de educação e prevenção em prótese dentária, a ser implantado na UFSC.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa pertinente que levantará dados epidemiológicos com relação aos pacientes atendidos bem como oferecer acompanhamento aos mesmos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram adequadamente apresentados.

Recomendações:

Nada a recomendar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

FLORIANOPOLIS, 22 de Setembro de 2014

Assinado por:
Jucélia Maria Guedert
(Coordenador)

Endereço: Rui Barbosa, nº 152

Bairro: Agronômica

CEP: 88.025-301

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3251-9092

Fax: (48)3251-9092

E-mail: cephiig@saude.sc.gov.br

ANEXO C

Personal PDF for Franciele Floriani, Account ID 4887441, created at 25.01.2024
Copyright 2022, Quintessence Publishing Company, Inc.

Digital and Analog Analysis of Occlusion in Conventional and Implant-Retained Complete Dentures: Preliminary Results of a Prospective Clinical Trial

Franciele Floriani, DDS, MSc
Gabriela Panca Sabatini, DDS, MSc
Tarla Thaynara Oliveira dos Santos, DDS, MSc
Analucia Gebler Philippi, DDS, MSc, PhD
Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

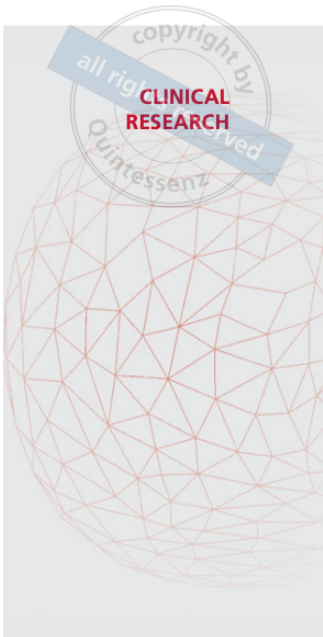
Luiz Henrique Gonzaga, DDS, MSc
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.

Luís André Mezzomo, DDS, MSc, PhD
Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

Purpose: To digitally evaluate the static and dynamic occlusion of patients treated with both removable conventional complete dentures (CCDs) and implant-retained removable overdentures (IODs) and to correlate two different methods of occlusal analysis. **Materials and Methods:** Eleven totally edentulous patients were treated with bimaxillary CCDs. Later, mandibular CCDs were replaced by IODs retained by either two or four implants. The distribution of the occlusal contacts in static and dynamic occlusion was compared by means of the digital method (DM; T-Scan III) and the analog method (AM; articulating paper). Scores 0, 1, and 2 were assigned for inadequate, satisfactory, and adequate distribution of the occlusal contacts, respectively. The frequencies of scores were compared in relation to the types of denture by means of Fisher exact test ($P < .05$). The correlation between methods was assessed by means of the kappa agreement coefficient (κ) and the correlation coefficient phi (ϕ) ($P < .05$). **Results:** Significant differences between CCDs and IODs were found in the right lateral mandibular movement (DM, $P = .024$; AM, $P = .008$), as well as in the left lateral mandibular movement (DM, $P = .035$). The methods of analysis of the occlusion showed a moderate agreement ($\kappa = 0.604$; $P < .001$) and a moderate correlation ($\phi = 0.605$; $P < .001$). **Conclusion:** The digital and analog methods showed a significant agreement and moderate correlation, irrespective of the type of complete denture. The T-Scan III digital system seems to be a consistent and reproducible method to analyze occlusion. *Int J Prosthodont 2022;35:27–36. doi: 10.11607/ijp.7562*

Conventional complete dentures (CCDs) have been used for decades to rehabilitate edentulous patients and to provide improved masticatory function, esthetics, and phonetics, improving the patient's quality of life.¹ Nevertheless, many complete denture wearers suffer from masticatory dysfunction, gastrointestinal problems, and nutritional deficiencies due to instability, lack of retention, or inadequate support affecting the mandibular CCD.^{2–4} Implant-retained overdentures have been recommended to overcome these deficiencies, as they offer a reliable and predictable solution for restoring esthetic, functional, nutritional, and social parameters in these patients.^{5,6}

Occlusion is one of the many factors influencing denture stability and plays an important role in the dynamic interplay of the stabilizing and destabilizing forces that keep the denture in place. Proper occlusion results in a balanced load distribution and adequate seating of a denture.⁷ Some occlusion patterns have been suggested in order to achieve this, such as bilateral balanced occlusion,^{8–10} lingualized occlusion,¹¹ and canine-guided disocclusion.^{12,13} Tools such as wax, articulating papers,¹⁴ films, silk strips, and, more recently, digital tools such as the T-Scan (Tekscan),^{15,16} are available to locate interferences and equalize the distribution of occlusal contacts.



Correspondence to:
Dr Analúcia Gebler Philippi
Department of Dentistry,
Postgraduate Program in Dentistry
University of Federal de Santa
Catarina
Santa Catarina, Brazil 88040-370
Email: analucia.p@ufsc.br

Submitted December 18, 2020;
accepted April 22, 2021.
©2022 by Quintessence
Publishing Co Inc.



Clinical Research



The T-Scan system has been claimed to overcome many limitations of articulating papers. This device quantifies occlusal contact information and displays it on the computer screen through topographic images and determines the pattern and quality of the occlusion, as well as the magnitude of time and relative force. This digital system has been used in the analysis of occlusion in dentate patients undergoing orthodontic treatment with or without orthognathic surgery.¹⁷ Another study compared the occlusal contacts obtained with either carbon paper strips or with the T-Scan II system in maximum intercuspation in Angle Class I dentate patients without signs and symptoms of temporomandibular disorders (TMDs). The number and location of the occlusal contacts were found to be equal with both methods in all subjects.¹⁸

However, there is a lack of evidence on the use of the digital device in patients treated with removable complete dentures, either conventional or implant-retained. Furthermore, no clinical study in prosthodontics has correlated the digital (T-Scan) and analog (articulating paper) methods of analysis of occlusion. Therefore, this study aimed to correlate the findings of occlusion records obtained with a digital method to those of the analog method and to compare the occlusion in patients treated with CCDs and subsequently with implant-retained removable overdentures (IODs). The null hypothesis was that there would be no difference between the occlusal analysis of the conventional and implant-retained removable complete dentures as assessed by means of the digital method in lateral mandibular movement.

MATERIALS AND METHODS

This study was developed from a major clinical study that compared the performance of CCDs and mandibular IODs supported by either two conventional (≥ 8 -mm) interforaminal implants or four (two conventional [≥ 8 -mm] interforaminal implants and two extra-short [4-mm] implants) in the posterior region. The present clinical trial was approved by the Institutional Human Research Ethics Committee in February 2016 (protocol 1.452.492).

Sample size calculation was based on the results of a pilot study comparing the two types of prosthetic restoration (CCDs vs IODs) during lateral mandibular movement assessed using the digital method in 13 patients ($\chi^2 = 9.66$; $df = 2$; probability alpha error $\alpha = .05$). To achieve an 80% test power, the minimum sample size required was 21 participants (21 participants and 42 removable complete dentures). The methodology for the pilot study was the same as that used for the patients included in the statistical analysis.

Eligibility Criteria

The inclusion criteria were male and female patients with fully edentulous arches, from 40 to 75 years of age,

American Society of Anesthesiologists (ASA) Classification I or II,¹⁹ intermaxillary relationship Class I,²⁰ who were not satisfied with their old CCDs.

The exclusion criteria were previous episodes of failure of osseointegration in the region of interest for implant placement, bone augmentation sites, reduced interarch distance (< 15 mm),²¹ severe resorption of the mandible (classes V–VI),²² skeletal malocclusion Class II or III²⁰ patients, heavy smoking (> 10 cigarettes/day), decompensated type II diabetes mellitus, use of bisphosphonates, head and neck radiotherapy, immunodeficiency, presence of a cyst or neoplasia in the region of interest for implant placement, and presence of bruxism, as assessed with the American Academy of Sleep Medicine (AASM) questionnaire.²³

Fabrication of CCDs

Treatment of the patients included in the study began with the replacement of their old CCDs with new CCDs. Functional impressions were taken with customized trays and monophasic polyvinyl siloxane (Examix NDS, GC Europe). The occlusal plane was reestablished based on extraoral references, including the Camper plane and bipupillary line. Stone casts were articulated in a semi-adjustable articulator (Bio-Art). The prosthetic treatment was performed in centric occlusion (CO). This has been defined as the occlusion of opposing teeth when the mandible is in centric relation (CR).⁹ CR, in turn, is defined as the condyle disc joint articulating in the most anterior position against the posterior wall of the temporal joint eminence.⁹ CR was obtained by using the physiologic swallowing method: when the saliva is swallowed, the tongue is raised, and the mandible is retracted to the position of CR (method of autonomous retrusion).²⁴ Based on this position, the vertical dimension of occlusion (VDO) was determined, and it was confirmed by the Willis method.²⁵ The artificial acrylic resin anatomical teeth (33-degree cuspal inclination; Trilux, Vipi) were assembled up to the first molar on each side (six anterior and six posterior teeth) and in a Class I tooth arrangement.

After fabrication and prior to deflasking, the dentures were remounted in the articulator and adjusted in order to remove possible occlusal interferences resulting from processing and to achieve CO and balanced articulation. CO was considered adequate when there were simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth with simultaneous contact in the anterior teeth (ie, canines). A balanced articulation scheme was achieved when there was bilateral and simultaneous occlusal contact of the anterior and posterior teeth in excursive movements.⁹

At placement, CCDs underwent all of the necessary basal and occlusal adjustments. First, basal adjustments were made to ensure that the prosthesis was correctly seated in order to provide satisfactory retention and



stability. This adjustment was made by applying a homogenous layer of pressure-indicating paste (zinc oxide–eugenol paste, Lysanda) on the intaglio surface of the prosthesis and placing the prosthesis in the patient's mouth. The patient was given a piece of cotton to chew. After chewing, the prosthesis was removed, and the areas of excess compression were relieved. After confirmation of an adequate seating, the intraoral occlusal assessment was performed. The occlusion was considered acceptable for adjustment only if a minor interference (less than 0.5 mm of a defective occlusal contact) was found. The subsequent adjustments were made with the use of digital and analog tools in order to achieve CO and balanced articulation. The final quality of the dentures was assessed by the modified Kapur criteria.³ Patients were followed up on a weekly basis for a period of up to 1 month to check comfort, handling, chewing, and oral hygiene instructions.^{26–29}

Occlusion Analysis

Patients were left to adapt to the new CCDs for 1 month. After this period, their occlusion was analyzed by two independent and experienced examiners (F.F. and J.S.F.) by means of the T-Scan Novus digital occlusal analysis system (Fig 1a) and the articulating paper (Contacto, Angelus; Fig 2), both with the same thickness. The tests were performed with the patient seated in an upright position in the dental chair. Every precaution was taken to avoid functional movement of the head and neck area.

The distribution of the occlusal contacts was categorized for both the digital and analog methods using the same criteria to allow for a plausible comparison between the two methods.^{14,15}

Digital Occlusal Analysis Method

For the digital method (DM), horseshoe-shaped sensors 130 mm wide and 100 μ m thick (Novus Sensor, TekScan, Fig 3) were positioned between the patient's dental arches. Then the patients were asked to occlude three times in CO (static occlusion) at maximum biting force for 4 seconds with 2-second intervals between each clench. The video generated from the distribution of occlusal contacts in the TekScan 9.0 software ranged from the first dental contact obtained to the maximum of the distributed contacts. A-B was the time of occlusion, and C-D was the time of no occlusion (ie, disocclusion).¹⁵ Point B was selected to symbolize the maximum contact (Fig 4). After selecting a specific point B, the distribution of occlusal contacts was classified by an independent examiner (F.F.) attributing a score of 0, 1, or 2 for inadequate, satisfactory, and adequate contacts, respectively (Table 1).

In addition, patients were asked to perform each mandibular excursive movement (dynamic occlusion) three times, with the sensor in the same position: left

lateral mandibular movement, right lateral mandibular movement, and protrusive movement. Then, the distribution of occlusal contacts was analyzed using the T-Scan Novus digital device and TekScan 9.0 software (Fig 1b). For the three measurements of each mandibular movement, the point selected for data extraction was the point with the largest contact area, the same as that used for CO. Scores were attributed by examiner 1 (F.F.) as score 0, 1, or 2 for inadequate, satisfactory, or adequate distribution of occlusal contacts, respectively, for the movements (Table 1).

Analog Occlusion Analysis Method

For the analog method (AM), conventional carbon-stained, horseshoe-shaped articulating papers (Contacto, Fig 2) 100 μ m thick were placed between the patient's dental arches with the aid of Miller tweezers. Patients were asked to occlude in a CO position and to perform right lateral mandibular movement, left lateral mandibular movement, and protrusive movement with maximum force for 4 seconds. After each mandibular movement, the maxillary and mandibular stained dentures were photographed with a digital single-lens reflex camera (D7200, 105-mm macro objective lens and "twin-type" flashes, Nikon), in a small studio box, with a standardized focal distance and the occlusal plane perpendicular to the ground (Fig 1c).

Images were then saved in .jpeg format and coded to maintain patient's data confidentiality and to be analogous with the results of the digital analysis. An independent and blinded examiner (J.S.F.) classified the distribution of occlusal contacts for all mandibular movements, attributing scores 0, 1, or 2 for inadequate, satisfactory, or adequate contacts, respectively, in the same way as adopted for the digital method (Table 1).

Fabrication of IODs

Mandibular CCDs were duplicated in acrylic resin for the fabrication of a multifunctional radiographic and surgical stent. Four months after the randomized placement of either two or four implants in the mandible, mandibular CCDs were replaced by implant bar-clip overdentures. The maxillary CCD was kept in place, and a facebow registration was made directly over it for the purpose of subsequent articulation of the stone casts in the semi-adjustable articulator. The occlusal plane, CO, and VDO references were all obtained with the same techniques as previously used for the CCDs, and the artificial teeth model and setup strictly adhered to the same pattern adopted for the CCDs.

In both groups, prosthetic abutments (synOcta, Straumann) were tightened with 35-Ncm torque to the implants. An egg-shaped, distal extension–free Dolder bar fabricated in chromium–cobalt was tightened with a 15-Ncm torque, splinting either the two- or the four-implant



Clinical Research

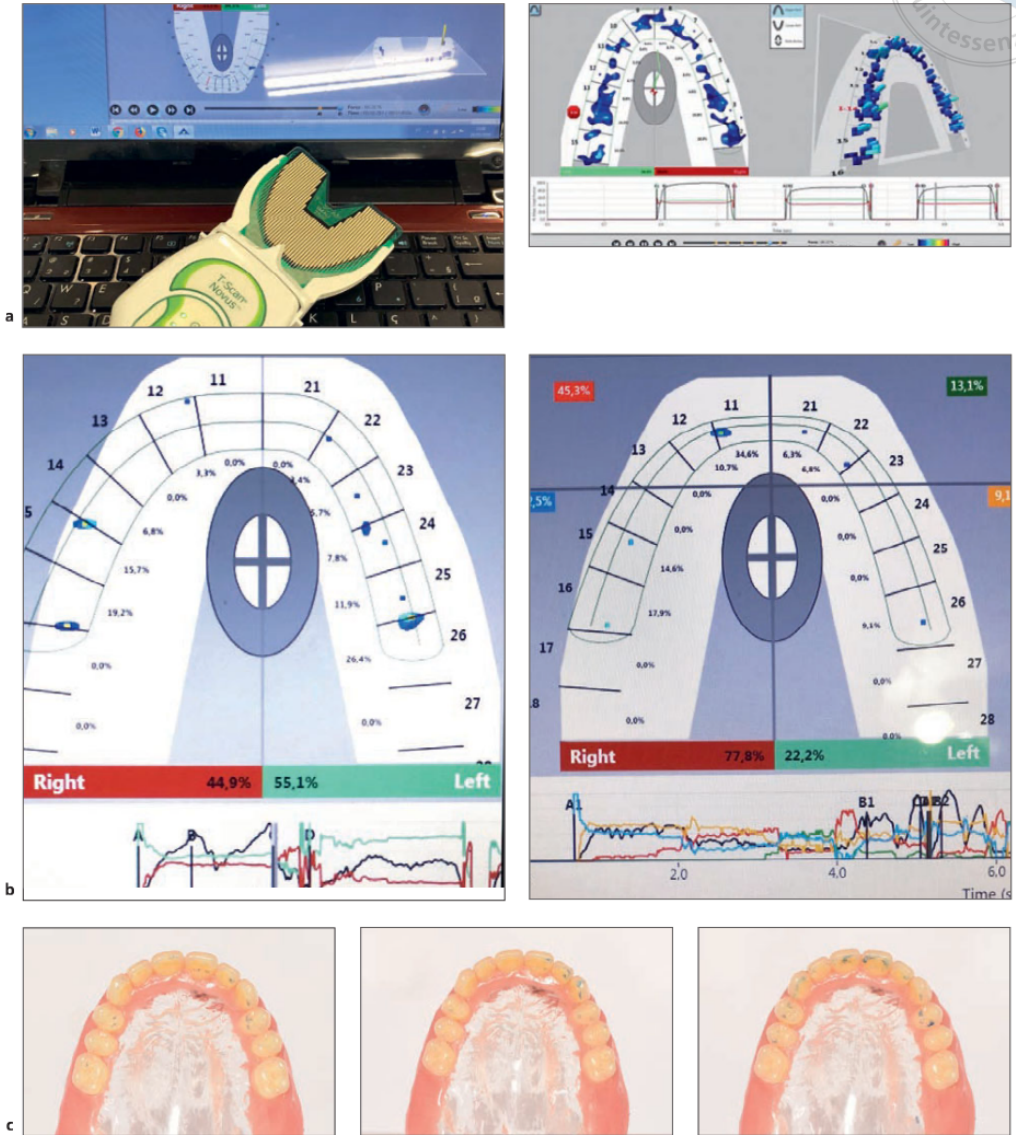


Fig 1 (a) Digital occlusion analysis (T-Scan). (b) Distribution of occlusal contacts in lateral and protrusive movements with the digital method. (c) Occlusal photography of the distribution of occlusal contacts in centric occlusion and lateral and protrusive movements (left to right, respectively) with the analog method.



Fig 2 Articulating paper used for the analog method.



Fig 3 T-Scan Novus Sensor.

IODs. After a period of mucosal adaptation to the new denture, one single clip, regardless of the number of implants placed, was attached to the intaglio surface of the overdenture at the midline, and the implants were finally loaded. Likewise, IODs were given basal and occlusal adjustments up to the point of achieving the CO and a balanced articulation scheme by performing the same techniques as previously used for the CCDs.⁹

Digital and Analog Occlusal Analysis Methods for IODs

For the IODs, the same digital and analog methods used for CCDs were used for the registration of occlusal contacts in CO in right lateral mandibular movement, left lateral mandibular movement, and protrusive movement. Thus, intersubject comparisons between the two types of removable complete dentures were possible.

Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using SPSS software (IBM) to examine the intraindividual (type of denture) and interindividual (two vs four implants retaining the mandibular overdenture) variables, the occlusal analysis (digital and analog), and the occlusal movements (CO relation, right lateral mandibular movement, left lateral mandibular movement, and protrusive movement). Comparisons were performed using Fisher exact test (exact sig. 2-tailed; $P < .05$). The methods of occlusal analysis (digital vs analog) were analyzed in two separate

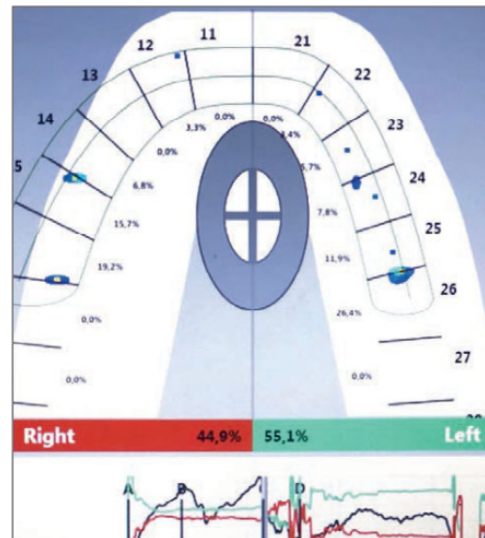


Fig 4 Distribution of occlusal contacts in centric occlusion.

ways for the type of prosthesis and the different occlusal movements, considering all evaluations, using Cohen's kappa ($P < .05$) and correlation coefficient (ϕ).



Clinical Research



Table 1 Classification of Occlusion According to the Distribution of Occlusal Contacts in Centric Occlusion and Lateral (Left/Right) and Protrusive Mandibular Movements

Ranking	Score	Description		
		Centric occlusion	Lateral movements	Protrusive movements
Inadequate	0	Simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth without contact in the anterior teeth and with a discrepancy > 30% between the two hemiarches	Disocclusion guide for posterior teeth next to the working side, with or without contact on the canine, without contact on the balancing side	Absence of disocclusion guide for anterior teeth
Satisfactory	1	Simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth, with simultaneous contact in the anterior teeth, with a discrepancy from 10% to 30% between the two hemiarches	Disocclusion guide for posterior teeth on the working side, with at least one contact on the balancing side	Disocclusion guide through the anterior teeth, but without simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth
Adequate	2	Simultaneous bilateral contacts in the posterior teeth, with simultaneous contact in the anterior teeth, and with a discrepancy < 10% between the two hemiarches	Canine disocclusion guide and posterior teeth contacts on the working side, with at least one contact on the balancing side	Disocclusion guide for anterior teeth with simultaneous bilateral contacts on posterior teeth

RESULTS

Eleven ($n = 11$) patients, 9 women (mean age: 67 ± 8.5 years) and 2 men (mean age: 64.3 ± 8.8 years), met the eligibility criteria and were included in the study. A total of 11 bimaxillary CCDs and 11 mandibular IODs (two-implant-supported: $n = 7$; four-implant-supported: $n = 4$), accounting for 85 analysis of the occlusion (CO: $n = 22$; right lateral: $n = 21$; left lateral: $n = 21$; protrusive: $n = 21$), were available for comparison purposes. Overall, 30 implants were placed (conventional: $n = 22$; extra-short: $n = 8$), with a survival rate of 100%.

Table 2 shows the results of analyses of both static and dynamic occlusion performed with CCDs vs IODs as assessed by digital and analog methods in the same patient.

In CO and protrusive movements, there was no statistically significant difference between CCDs and IODs between the occlusal analysis methods. There was also no statistically significant difference in the left lateral movement scores between CCD and IOD scores for the analog method; however, a significant difference was found for the digital method ($P = .035$; Table 2). A significant difference was found between CCDs and IODs in the right lateral movement scores for both the digital ($P = .024$) and analog ($P = .008$) methods. There was no statistically significant difference in any of the occlusal positions for two-implant vs four-implant IODs (Table 2), and for this reason, they were considered as a single group.

No significant correlations between the two methods of occlusal analysis were found for CCDs or IODs in CO. For right lateral movement, the correlation between methods was significant for CCDs ($P = .002$), but not for

IODs ($P = .201$). For left lateral mandibular movement, the correlation was significant for both CCDs ($P = .000$) and IODs ($P = .006$). Finally, for the protrusive mandibular movement, the correlation between methods was significant for both CCDs ($P = .002$) and IODs ($P = .026$) (Table 2). Considering all data for occlusion analyses ($n = 85$), the digital and analog methods presented substantial agreement and significance ($\kappa = 0.604$; $P < .001$; Table 3).

DISCUSSION

In this investigation, both types of occlusal analysis and both types of complete dentures showed a substantial correlation. This consistency was expected, given that measures were taken to standardize the occlusal scheme and the method of analysis; ie, bilaterally balanced articulation in both types of dentures, the same thickness of the sensor and the articulating paper ($100 \mu\text{m}$), the patient's position in the chair, the time of registration of the occlusion, the scores for occlusal contact distribution, and the acquisition of photographs for the analog method.

This correlation has important clinical implications. The digital device accurately records the number of teeth, the distribution of contacts in the arches, intensity as a percentage of pressure (for the most up-to-date version, in Ncm), and duration of the occlusal contacts. It records a video of the entire movement, from beginning to end, outside the mandible. This video can be paused, and the contacts can be analyzed in percentage for each tooth. It is also possible to analyze the quality of the mandibular movement. Last, the sensor can be used for 15 sets of occlusal analyses. Thus, it may be assumed that

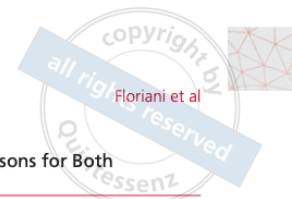


Table 2 Intra-individual (CCDs vs IODs) and Inter-individual (2- vs 4-implant IODs) Comparisons for Both Methods of Occlusion Analysis in Static and Dynamic Occlusion

	CCD, n (%)	IODs, n (%)	P value ^a	IODs		P value ^b
				2 implants, n (%)	4 implants, n (%)	
Centric occlusion (n = 22)						
Digital			1.000			1.000
Satisfactory	2 (18)	2 (18)		1 (14)	1 (25)	
Adequate	9 (82)	9 (82)		6 (86)	3 (75)	
Analog			.659			1.000
Satisfactory	5 (46)	3 (27)		2 (29)	1 (25)	
Adequate	6 (54)	8 (73)		5 (71)	2 (50)	
κ (P value)	0.035 (.887)	0.233 (.425)				
ϕ	0.043	0.241				
Right lateral (n = 21)						
Digital			.024			.576
Satisfactory	1 (10)	7 (64)		5 (71)	2 (50)	
Adequate	9 (90)	4 (36)		2 (29)	2 (50)	
Analog			.008			1.000
Satisfactory	1 (10)	8 (73)		5 (71)	3 (75)	
Adequate	9 (90)	3 (27)		2 (29)	1 (25)	
κ (P value)	1.000 (.002)	0.377 (.201)				
ϕ	1.000	0.386				
Left lateral (n = 21)						
Digital			.035			.545
Satisfactory	0 (0)	5 (45)		4 (57)	1 (25)	
Adequate	10 (100)	6 (55)		3 (43)	3 (75)	
Analog			.090			1.000
Satisfactory	0	4 (36)		3 (43)	1 (25)	
Adequate	10 (100)	7 (64)		4 (57)	3 (75)	
κ (P value)	– (.000)	0.814 (.006)				
ϕ	–	0.828				
Protrusive (n = 21)						
Digital			.361			.242
Satisfactory	2 (20)	5 (45)		2 (29)	3 (75)	
Adequate	8 (80)	6 (55)		5 (71)	1 (25)	
Analog			1.000			.491
Satisfactory	2 (20)	3 (27)		1 (14)	2 (50)	
Adequate	8 (80)	8 (73)		6 (86)	2 (50)	
κ (P value)	1.000 (.002)	0.621 (.026)				
ϕ	1.000	0.671				

^b CCDs = conventional complete dentures. [†] IODs = implant overdentures.

^a P value for comparison between CCDs and IODs. Fisher exact test.

^b P value for comparisons between 2-implant (control) and 4-implant (test) implant groups.

Bolded values are statistically significant ($P < .05$).

Agreement (κ) and phi correlation (ϕ) between the digital and analog methods according to the type of removable denture (n = 10) were calculated for each mandibular movement.



Clinical Research



Table 3 Agreement Between Digital and Analog Methods Within All Evaluations (N = 85) Regardless of Type of Complete Denture and Mandibular Movement

Digital	Analog		Total	Kappa coefficient (P value)	Phi coefficient (P value)
	Satisfactory	Adequate			
	18 (21)	6 (7)	24 (28)	0.604 (< .001)	0.605 (< .001)
Satisfactory	18 (21)	6 (7)	24 (28)		
Adequate	8 (9)	53 (63)	61 (72)		

Data are reported as n (%) unless otherwise indicated. Bolded values are statistically significant ($P < .05$).

the T-Scan has confirmed many findings of the analog method, increasing its reliability in daily practice.

These results agree with a clinical study by Cabral et al.³⁰ regarding the reliability and reproducibility of the T-Scan device and the number of occlusal contacts, which were equal for both the articulating paper and the T-Scan. However, in that study, the authors did not clearly describe the methodology used with the T-Scan device, such as the time for occlusion and disocclusion, how the data were interpreted, and the time used for data collection, thus impairing any type of comparison between the methods used.³⁰

Despite the efforts to guarantee acceptable retention and stability during fabrication of the new CCDs, it was easier to assess the occlusal contacts with IODs due to the greater retention and stability provided by the implants,^{3,5,6} regardless of their number. No statistical difference was found between CCDs and IODs with either occlusal analysis method (AM and DM) in CO. This result was expected, since little centrifugal force is involved in CO. On the other hand, in dynamic occlusion, a significant difference was observed between the two types of dentures during right and left lateral movements with the digital method, showing more adequate contacts for CCDs. This type of denture is more likely to be subjected to centrifugal forces from the muscles involved in both mastication and speech during excursive mandibular movements. The little dislodgement caused by the lack of retention of the CCDs resulted in a greater number of contacts in excursive movements and in a significant difference observed between the two types of dentures during right and left lateral movements with the digital method.

In this study, two comparisons were made: first, the type of complete denture, and second, the number of implants retaining the IODs, in an attempt to minimize any likely difference in terms of dynamics. In this regard, the mucosal-supported mandibular overdenture itself retained by a single midline clip attached to a Dolder bar splinting all implants, regardless of their number, was considered as the unit of analysis for statistical purposes. Due to the intra-individual comparison (CCD vs

IOD), it is acceptable that a lower number of IODs were available for comparison in this ongoing clinical investigation. Therefore, the actual role of the distal addition of implants in retaining an overdenture and of the widening of the anteroposterior spread within the arch on the long-term stability of the occlusion, on the further prevention of bone resorption, and on the reduced need for prosthesis relinings is still to be answered. This is corroborated by the proof-of-concept study by Van Assche et al.,³¹ in which additional extra-short implants were placed in the posterior region of the maxilla. These issues are expected to be better addressed with a larger sample size and a longer follow-up period.

In the present study, although the agreement between digital and analog methods was significant, there was a slight tendency toward a higher frequency of satisfactory occlusal contact distribution score for the analog method. This could be explained by the subjective nature of this method, which may be prone to different environmental conditions and different interpretations by the examiner. Moreover, this trend could also be explained by the fact that the T-Scan Novus system provides more information than the analog contact registration system and eliminates possible patient- and examiner-related biases.

Another advantage of the digital method is the possibility of easily accessing previous data of the same patient. Filter³² observed that two occlusal registrations from the same dentate patient performed at different times had different contact areas; that is, the occlusal registration performed with the T-Scan is likely to show changes when performed at different times. This result is particularly relevant for edentulous patients, especially in this ongoing prospective study, as it is well documented that artificial acrylic resin teeth suffer abrasion as a result of friction of occlusal surfaces and the action of toothbrushes. That may result in change in the occlusal balance achieved at the time of placement of the denture.

The methods of occlusal analysis showed a positive and strong agreement; however, it should be highlighted that this agreement occurred only in that information in which the tools repeat themselves. The T-Scan shows



more information and offers more clinical solutions than the analog method, and these were not necessarily addressed in the present study. These include, but are not limited to, the location of the first point of premature contact and the sequence with which occlusal contacts occur, in addition to allowing easy access of previous information of the patient's occlusion for comparative purposes. Perhaps the encouraging clinical results achieved in the present study with the T-Scan will, in addition to the scientific validation, shorten the current distance that still exists to the clinician, expanding the knowledge and reducing the cost of the digital device.

One of the limitations of this study was how to properly describe, reproduce, and score the achieved occlusion. To the best of the authors' knowledge, there is no study in the literature that categorizes occlusion in prosthodontics and assesses occlusal quality.^{3,4} Therefore, the authors had to develop a thorough descriptive and reproducible score system that has not yet been validated to compare the data from this ongoing study. The categorization of inadequate, satisfactory, and adequate contacts was proposed based on scientific evidence of the ideal occlusion in complete dentures^{7,8,11,14,27-29} and balanced articulation.⁹ This is particularly relevant as this is a prospective study, where more data will be collected.

To the authors' knowledge, there is no previous study assessing this digital tool in edentulous patients with CCDs and IODs. Furthermore, the experimental design used in the present study had the main advantage of eliminating possible confounding factors at patient enrollment and reducing the risk of selection bias. In another study design, these analyses could have yielded divergent results. Major shortcomings include that the intrarater and interrater variability (k values) between the two independent examiners were not calculated, and neither were the preliminary or cross-sectional characteristics of the data, as well as the fact that no methodologic parameters were found to enable a plausible comparison to be drawn with previous studies using the T-Scan device.³³⁻³⁹

This paper describes the preliminary results of a prospective clinical trial. Since the minimum sample size was not reached, the conclusions must be interpreted with caution. Therefore, a longitudinal follow-up with a larger sample size is necessary in order to confirm these findings and to assess the long-term maintenance of bilateral balanced contacts. Furthermore, the impact of these possible occlusal changes on the balance of the restorative system, showing clinical complications such as chewing deficiency, overload of the prosthetic components, fracture of artificial teeth and/or the acrylic saddle, marginal bone loss of implants, and volumetric changes in the mandibular bone, are still under investigation.

CONCLUSIONS

Within the limitations of this ongoing experimental clinical study, it could be concluded that:

1. The digital (T-Scan) and analog (articulating paper) methods of occlusal analysis in CCDs and in IODs showed a substantial correlation.
2. CO showed no difference between CCDs and IODs with either the analog or the digital occlusal analysis method.
3. In dynamic occlusion, CCDs showed a significantly higher number of adequate scores during right and left lateral movements with the digital method.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Dr. Jerônimo Santiago Floriani for help in the occlusion analysis. The authors report no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Yamaga E, Sato Y, Soeda H, Minakuchi S. Relationship between oral health-related quality of life and usage period of complete dentures. *Int J Prosthodont* 2019;32:327-332.
2. Garrett NR, Kapur KK, Perez P. Effects of improvements of poorly fitting dentures and new dentures on patient satisfaction. *J Prosthet Dent* 1996;76:403-413.
3. Limpuangthip N, Somkotra T, Arksornnukit M. Modified retention and stability criteria for complete denture wearers: A risk assessment tool for impaired masticatory ability and oral health-related quality of life. *J Prosthet Dent* 2018;120:43-49.
4. Cerutti-Kopplin D, Emami E, Hilgert JB, Hugo FN, Rivaldo E, Padilha DMP. Predictors of satisfaction with dentures in a cohort of individuals wearing old dentures: Functional quality or patient-reported measures. *J Prosthodont* 2017;26:196-200.
5. Dudley J. Implants for the ageing population. *Aust Dent J* 2015;60(suppl 1):28-43.
6. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, et al. The McGill Consensus Statement on Overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. Montreal, Quebec, May 24-25, 2002. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:601-602.
7. Palla S. Occlusal considerations in complete dentures. In: McNeill (ed). *Science and Practice of Occlusion*. Chicago: Quintessence, 1997:457-467.
8. Bonwill WGA. The science of the articulation of artificial dentures. *Dent Cosmos* 1878;20:321-324.
9. The glossary of prosthodontic terms: Ninth edition. *J Prosthet Dent* 2017;117(5S):e1-e105.
10. Gysi A, Clapp GW. Practical application of research results in denture construction. *J Am Dent Assoc* 1929;16:199-223.
11. Phoenix RD, Engelmeier RL. Lingualized occlusion revisited. *J Prosthet Dent* 2010;5:342-346.
12. Grubwieser G, Flatz A, Grunert I, Kofler M, Ulmer H, Gausch K, Kulmer S. Quantitative analysis of masseter and temporalis EMGs: A comparison of anterior guided versus balanced occlusal concepts in patients wearing complete dentures. *J Oral Rehabil* 1999;26:731-736.
13. Grunert I, Kofler M, Gausch K, Kronenberg M. Masseter and temporalis surface electromyography in patients wearing complete dentures comparing anterior and posterior occlusal concepts—A pilot study. *J Oral Rehabil* 1994;3:337-347.
14. Mpungose SK, Geerts GA. Analyzing complete denture occlusal contacts: Accuracy and reliability. *Int J Prosthodont* 2016;1:50-52.
15. Kürküarpacay D, Bayindir F, Dinçkalyanikoğlu N. Evaluation of premature contacts using the T-Scan III. *OJST* 2019;9:136-145.



Clinical Research

16. Aqbjaj JO, Castele EV, Salem AS, et al. Assessment of occlusion with the T-Scan system in patients undergoing orthognathic surgery. *Sci Rep* 2017;7:5356.
17. Cohen-Levy J, Cohen N. Computerized occlusal analysis in dentofacial orthopedics: Indications and clinical use the T-Scan III system. *J Dentofacial Anom Orthod* 2012;15:203.
18. Cabral WLF. Evaluation of the records of selected occlusal contacts with the aid of the association of carbon paper with the computerized system T-SCAN II [thesis]. Piracicaba: Department of Dentistry, State University of Campinas, 2005.
19. American Society of Anesthesiologists. ASA Physical Status Classification System. Updated 13 December 2020.
20. Joshi N, Hamdan AM, Fakhouri WD. Skeletal malocclusion: A developmental disorder with a life-long morbidity. *J Clin Med Res* 2014;6:399–408.
21. Misch CE, Bidez MW, Jud KWM, et al. Treatment options for mandibular implant overdentures. In: Misch CE (ed). *Dental Implant Prosthetics*. St Louis: Mosby, 2005:218–235.
22. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232–236.
23. American Academy of Sleep Medicine. *International Classification of Sleep Disorders*, ed 3. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2014.
24. Boucher CO, Hickey JC, Zarb GA, de González. *Protesis para el desdentado total*. Buenos Aires: Mundi, 1977.
25. Willis FM. Esthetics of denture construction. *J Am Dent Assoc* 1930;17:636–642.
26. Zitzmann NU, Rohner U, Weiger R, Krastl G. When to choose which retention element to use for removable dental prostheses. *Int J Prosthodont* 2009;22:161–167.
27. Zarb GA, Bolender CL. *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients*, ed 12. St Louis: Mosby; 2004.
28. Laurina L, Soboleva U. Construction faults associated with complete denture wearers' complaints. *Stomatologija* 2006;8:61–64.
29. Sheridan, RA, Decker AM, Alexandra AB, Wang HL. The role of occlusion in implant therapy: A comprehensive updated review. *Implant Dent* 2016;25:829–838.
30. Cabral CW, Silva FA, Willkens AB, Landulpho AB, Silva LB. Comparison between methods to record occlusal contacts in habitual maximum intercuspation. *Braz J Oral Sci* 2006;5:1239–1243.
31. Van Assche N, Michels S, Quirynen M, Naert I. Extra short dental implants supporting an overdenture in the edentulous maxilla: A proof of concept. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:567–576.
32. Filter PV. Analysis of occlusal records of the T-Scan III HD system and its applicability in forensic identification. Master's Dissertation, Faculty of Medicine, University of Coimbra, Portugal. 2013.
33. Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Van Der Bilt A, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res* 2000;79:1519–1524.
34. Koyama M, Inaba S, Yokoyama K. Quest for ideal occlusal patterns for complete dentures. *J Prosthet Dent* 1979;35:620–623.
35. Landa JS. Biologic significance of balanced occlusion and balanced articulation in complete denture service. *J Am Dent Assoc* 1962;65:489–494.
36. Utz KH. Studies of changes in occlusion after the insertion of complete dentures (part II). *J Oral Rehabil* 1997;24:376–384.
37. Cabral WLF. Evaluation of the records of selected occlusal contacts with the aid of the association of carbon paper with the computerized system T-SCAN II. Thesis (Doctorate) - Dentistry Course, State University of Campinas, Piracicaba, 2005.
38. Marba L. Clinical study of the influence of bite force and facial pattern on fracture resistance of different types of ceramic crowns. Dissertation (Master in Dental Clinic). Federal University of Espírito Santo, Vitória, 2016.
39. Coltro MPL, Ozkomur A, Villarinho EA, Teixeira ER, Vigo A, Shinkai RSA. Risk factor model of mechanical complications in implant-supported fixed complete dentures: A prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:915–921.



Literature Abstract

CAD-CAM Complete Denture Resins: An Evaluation of Biocompatibility, Mechanical Properties, and Surface Characteristics

The objective of this study was to evaluate the biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness of CAD/CAM-milled and rapidly prototyped/3D-printed resins used for manufacturing complete dentures. Six groups of resin specimens were prepared: milled base (MB); milled tooth shade (MT); printed tooth shade (PT); printed base with manufacturer-recommended 3D-printer (PB1); printed base with third-party 3D printer (PB2); and printed base in a vertical orientation (PB2V). Human epithelial (A-431) and gingival (HGF-1) cells were cultured and tested for biocompatibility using resazurin assays. Three-point bending and nanoindentation tests were carried out to measure the mechanical properties of the resin groups. Surface roughness was evaluated using a high-resolution laser profilometer. ANOVA and post hoc tests were used for statistical analyses ($\alpha = .05$). There were no significant differences in biocompatibility between any of the investigated groups. MB revealed a higher ultimate strength ($P = .008$), elastic modulus ($P = .002$), and toughness ($P = .014$) than PB1. MT had a significantly higher elastic modulus than PT ($P < .001$). Rapidly prototyped resin samples with a manufacturer-recommended 3D printer (PB1) demonstrated higher ultimate strength ($P = .008$), elastic modulus ($P < .001$), hardness ($P < .001$), and a reduced surface roughness ($P < .05$) when compared to rapidly prototyped groups using a third-party 3D printer (PB2). Rapidly prototyped samples manufactured with a vertical printing orientation (PB2V) revealed a significantly lower elastic modulus than samples from the group manufactured using a horizontal printing orientation (PB2; $P = .011$). Within the limits of the present study, CAD/CAM-milled and rapidly prototyped complete denture resins performed similarly in terms of biocompatibility and surface roughness. However, the milled denture resins were superior to the rapidly prototyped denture resins with regard to their mechanical properties. Printing orientation and type of 3D printer can affect the resin strength and surface roughness.

Srinivasan M, Kalberer N, Kamnoedboon P, et al. *J Dent* 2021;114:103785. References: 41. Reprints: M Srinivasan, m.srinivasan@uzh.ch —Carlo Marinello, Switzerland