

Investigação original

Avaliação da largura do seio maxilar em indivíduos edêntulos totais e parciais



Ángel Terrero-Pérez, Mariela Peralta-Mamani, Ana Lúcia Alvares Capellozza*

Departamento de Cirurgia, Estomatologia, Patologia e Radiologia. Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 23 de Abril de 2018

Aceite a 27 de Julho de 2018

On-line a 10 de Setembro de 2018

Palavras-chave:

Diagnóstico por imagem

Implantes dentários

Levantamento de assoalho

do seio maxilar

Seio maxilar

Tomografia computadorizada

de feixe cônico

R E S U M O

Objetivo: Determinar a largura do seio maxilar (SM) em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e segundo esses valores propor uma nova classificação para áreas edêntulas amplas.

Métodos: A amostra foi de 260 SMs obtidas de um banco de imagens. Foram incluídos todos os SMs de indivíduos edêntulos totais e parciais com altura óssea residual (AOR) <10mm, que foram classificados em: severamente deficiente (<4mm), moderadamente deficiente (>4mm <7mm) e ligeiramente deficiente (>7mm <10mm). Foram medidas: a largura do SM em milímetros, as alturas de 5, 7, 10, 13 e 15mm, a partir da crista óssea residual (COR). As mensurações dos níveis de 5, 7, e 10mm representaram a borda inferior da janela lateral de acesso ao SM, e a mensuração de 15mm a borda superior. A média, desvio padrão, mediana, 33° e 67° percentil foram calculados pelo programa Statistica.v 10.0. Enterprise com o nível de significância de 5%.

Resultados: A AOR foi considerada severamente deficiente em 126 SMs, moderadamente deficiente em 83 SMs e ligeiramente deficientes em 51 SMs. A média da largura do SM na altura de 5, 7, 10, 13 e 15 mm a partir da COR foi de 6,76, 8,41, 10,74, 13,33 e 14,74mm, respectivamente. Baseado nessas mensurações a nova classificação para edêntulos totais e parciais foi de estreito (<6, <13mm), moderado (6-8,13-17mm) e amplo (>8, >17mm).

Conclusão: Esses achados podem auxiliar ao cirurgião-dentista no planeamento cirúrgico de levantamento de seio maxilar, simplificando a descrição da largura SM em três categorias. (Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2018;59(2):100-106)

© 2018 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária.

Publicado por SPEMD. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor correspondente.

Correio eletrónico: anacapel@fob.usp.br (Ana Lúcia Alvares Capellozza).

<http://doi.org/10.24873/j.rpemd.2018.09.234>

1646-2890/© 2017 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by SPEMD.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Evaluation of maxillary sinus width in totally and partially edentulous individuals

A B S T R A C T

Keywords:

Diagnostic imaging
Dental implants
Sinus floor augmentation
Maxillary sinus
Cone-beam computed tomography

Objective: To determine the maxillary sinus (MS) width in cone-beam computed tomography (CBCT) images and, according to those values, propose a new classification for large edentulous areas.

Methods: The sample was composed of 260 MS obtained from an image bank. We included all MS of totally and partially edentulous individuals with residual bone height (RBH) <10mm, which were classified as: severely deficient (<4mm), moderately deficient (> 4mm <7mm) and slightly deficient (> 7mm <10mm). We measured the width of the MS in millimeters at the heights of 5, 7, 10, 13 and 15mm from the residual bone crest (RBC). Measurements at the 5, 7, and 10mm levels represented the lower border of the lateral window of MS, and the measurement at 15mm the upper border. The mean, standard deviation, median, and the 33rd and 67th percentiles were calculated by the program Statistica.v 10.0. Enterprise with a significance level of 5%.

Results: RBH was considered severely deficient in 126 MS, moderately deficient in 83 MS and slightly deficient in 51 MS. The average width of MS at the heights of 5, 7, 10, 13 and 15mm from the RBC was 6.76, 8.41, 10.74, 13.33 and 14.74mm, respectively. Based on these measurements, the new classification for totally and partially edentulous cases was narrow (<6, <13mm), moderate (6-8, 13-17mm) and wide (> 8, > 17mm).

Conclusion: These findings may assist the dental surgeon in the surgical planning of maxillary sinus lift, by simplifying the description of MS width in three categories. (Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2018;59(2):100-106)

© 2018 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária.

Published by SPEMD. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Desde os estudos realizados por Branemark, informações têm sido acrescidas sobre o conceito de óssointegração: união biológica ou de íntimo contato entre tecido ósseo e implante, que permite a reabilitação da função mastigatória.^{1,2}

Os resultados obtidos com a instalação dos implantes são previsíveis e com alta taxa de sucesso possibilitados não apenas pela utilização dos sistemas atuais de implantes, mas também pela obtenção de imagens tridimensionais e de softwares que auxiliam o planeamento cirúrgico, durante o procedimento e na fase pós-operatória de avaliação do tecido ósseo periimplantar.³

Quando a altura do osso residual, entre a crista óssea alveolar e o assoalho do seio maxilar (SM) é insuficiente (<5 mm), a elevação do seio maxilar pode ser utilizada. A técnica utiliza enxerto ósseo subantral, consiste basicamente em separar a membrana sinusal do assoalho do seio maxilar e colocar uma quantidade de biomaterial para obter uma altura adequada para colocação de implante na região. Em alguns casos, quando o remanescente ósseo é suficiente, o implante dentário pode ser colocado no mesmo procedimento, considerando-se que haverá estabilidade para o implante, mas, se a altura do osso for menor que 4 mm, deve ser feito o enxerto e posteriormente a colocação dos implantes, aumentando consideravelmente o tempo de reabilitação do paciente.⁴

Quando se faz necessária a cirurgia para de levantamento do assoalho do SM, a imagem obtida por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) antes da cirurgia tem sido recomendada especialmente em pacientes com áreas edêntulas extensas onde podem ocorrer a pneumatização e variações anatômicas, pois, a avaliação mais detalhada é preciso para evitar acidentes durante a cirurgia.^{5,6}

Os SMs são os maiores dos seios paranasais. Localizados no corpo e processo zigomático da maxila, são pequenos ao nascimento e completam seu desenvolvimento após erupção dos dentes permanentes. O crescimento do SM depende principalmente de dois fatores: erupção dos dentes e do desenvolvimento do túber.⁷ O desenvolvimento dos SMs, varia entre os indivíduos e também no mesmo indivíduo, seu processo de expansão é progressivo durante a toda a vida, principalmente quando das perdas dentárias (pré-molares e molares), quando se expande para a parte inferior em direção ao rebordo alveolar, reduzindo sua altura.^{8,9}

As dimensões médias do SM variam de 25 a 35 mm de largura, 36 a 45 mm de altura e 38 a 45 mm de comprimento, com um volume estimado de 14,71±6,33 cm³ em adultos, variável de acordo com a idade. Por tanto, existe uma grande variedade no tamanho e forma dos SMs que podem influenciar no levantamento do SM.^{10,11}

A largura do SM é de grande importância para o planeamento cirúrgico, pois a largura da parede medial à parede la-

teral for muito pequena ou muito grande podem se tornar casos desafiadores no momento do levantamento do SM.¹²

Não encontramos durante a revisão de literatura muitos trabalhos específicos para avaliação da largura do seio maxilar. Assim, a determinação da largura do SM, distância entre a parede medial-lateral, nas diferentes reconstruções das imagens obtidas na TCFC nos pareceu importante para elaboração de uma classificação que possa ser utilizada em áreas edêntulas amplas.

Material e métodos

Este estudo foi realizado na Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (FOB/USP), no período de novembro de 2016 a dezembro de 2017 e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOB/USP.

Foram incluídos no total, 260 imagens de seios maxilares de edêntulos totais e parciais com altura óssea residual (AOR) <10 mm, analisados através de TCFC.

A aquisição de imagem foi feita através de dois aparelhos tomográficos diferentes: i-CAT Classic® (Imaging Science International Inc., Hatfield, Pennsylvania, EUA) e 3D Accuitomo 170 (J. Morita Corporation, Suita City, Osaka, Japão). As imagens foram exportadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine format) sendo visualizadas e interpretadas em dois softwares diferentes, o software i-CAT Vision (Imaging Sciences, Hatfield, Estados Unidos) em um monitor FlexScan S2000 de 20 polegadas (Eizo Nanao Corporation®, Hakusan, Japão) e o i-Dixel software (J. Morita, Irvine, Califórnia, USA) num monitor DELL Professional P2412H de 24 polegadas (DELL Inc. Round Rock, Texas, EUA). Todos os exames foram selecionados de um arquivo de imagens de pacientes, obtidas para outros propósitos e não adquiridas estritamente para este estudo.

Os protocolos de aquisição de imagens utilizados foram: i-CAT Classic® com campos de visão (FOV) de 13, 10, 8 e 6 cm, tempo de exposição de 20 segundos e voxel de 0,30 e para o aparelho 3D Accuitomo 170 foram utilizadas imagens obtidas no padrão Standard (Std) de 170 x 120 e 140 x 100, tempo de exposição 17,5 segundos e voxel de 0,33. Os exames foram realizados por técnicos radiologistas (R.P.S e F.A.D.C.), credenciados possibilitando uma exposição mínima de radiação ionizante para uma melhor qualidade das imagens.

As imagens foram interpretadas por um único examinador, previamente calibrado após a visualização de várias imagens por um radiologista, em um ambiente com iluminação adequada. A distância entre o monitor e o examinador foi de aproximadamente de 30 cm e os recursos de correção de brilho e o contraste das imagens foram utilizados a partir das ferramentas disponíveis nos softwares.

As imagens selecionadas para este estudo atenderam aos seguintes critérios de inclusão: visualização do seio maxilar de forma íntegra ou com uma altura mínima de 15 mm a partir da crista óssea residual, altura óssea residual menor que 10 mm, região edêntula adjacente ao SM. Foram excluídas imagens incompletas ou com artefactos, imagens onde no SM havia enxertia óssea, imagens com implantes instalados, al-

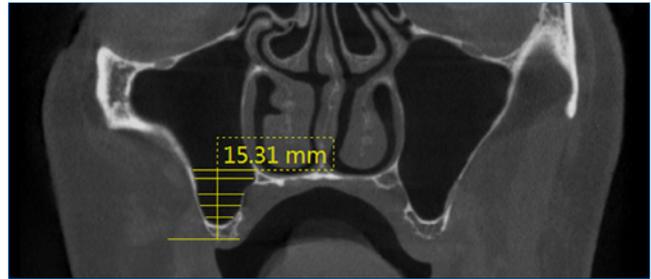


Figura 1. Reconstrução coronal com as medidas da largura do SM (distância entre a parede medial-lateral) nas alturas de 5 mm, 7 mm, 10 mm, 13 mm e 15 mm a partir da crista óssea residual

véolo de extração recente ou comunicação bucosinusal, espaço protético insuficiente para instalação de implantes, de indivíduos com síndromes ou outros tipos de anomalias craniofaciais. Quando os dois SMs de um mesmo indivíduo, cumpriam com os critérios de inclusão, os dois foram selecionados para mensuração.

Para obtenção dos dados, padronizamos a espessura de corte em 0,30 mm antes de cada análise. As mensurações foram realizadas somente na parte média das áreas edêntulas, simulando uma análise pré-operatória ao levantamento do SM para reabilitação com implantes dentários.

Na reconstrução sagital foram obtidas medidas da altura óssea residual (AOR) na parte média da área edêntula, e classificamos em: severamente deficiente (SvD < 4 mm), moderadamente deficiente (MdD > 4 mm < 7 mm) e ligeiramente deficiente (LgD > 7 mm < 10 mm).

Logo após, na reconstrução coronal foram obtidas as medidas da distância entre a parede medial-lateral, nas alturas de 5, 7, 10, 13 e 15 mm, a partir da crista óssea residual (COR) (Figura 1). As mensurações feitas nos níveis de 5, 7, e 10 mm representam a área de osteotomia que seria realizada no bordo inferior da janela lateral de acesso ao SM, e a medida de 15 mm representa o lugar onde seria realizado o bordo superior da janela de acesso lateral ao SM.¹²

A análise intra-examinador foi feita com 20% da amostra, 30 dias após a primeira análise (coeficiente de correlação intra-classe ICC). A média, desvio padrão, mediana, 33° e 67° percentil foram calculados para representar a largura do SM (distância entre a parede medial-lateral). Os dados foram analisados utilizando o programa Statistica.v 10.0. Enterprise (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, EUA). O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Inicialmente foram avaliados 2129 exames de TCFC, incluindo 260 SMs de edêntulos totais e parciais com AOR < 10 mm, que cumpriam com os critérios de inclusão. Os detalhes da amostra encontram-se na Tabela 1. As médias da largura do SM (distância entre a parede medial-lateral) na altura de 5 mm, 7 mm, 10 mm, 13 mm e 15 mm a partir da COR (Figura 2).

As Tabelas 2 e 3 mostram a média, desvio padrão, 33° e 67° percentil das mensurações realizadas nas diferentes alturas a

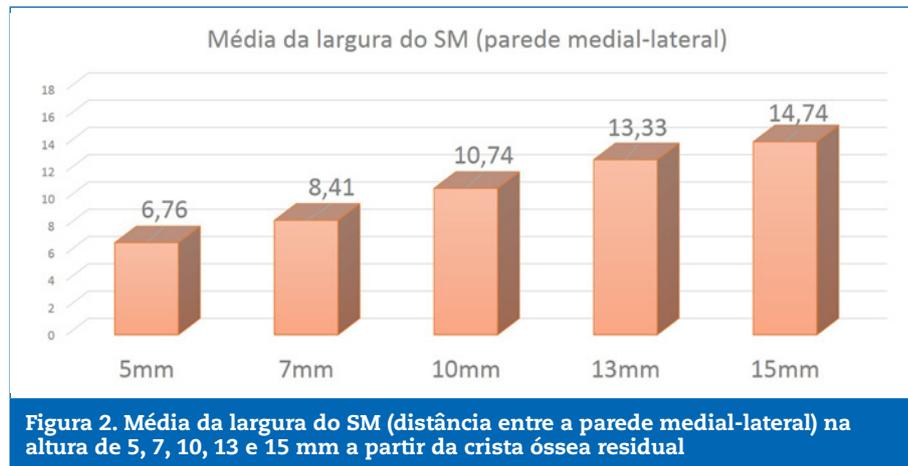


Tabela 1. Detalhes da amostra

Detalhes da amostra		Edêntulos totais	Edêntulos parciais	Total
Seios maxilares		135	125	260
Idade média em anos (máx - min)		59,69 (94 - 31)	49,4 (91 - 21)	54,74 (94 - 21)
Média da AOR em mm (máx - min)		4,19 (9,9 - 0,5)	4,89 (9,9 - 0,66)	4,53 mm (9,9 - 0,5)
Sexo	Feminino	84	75	159
	Masculino	51	50	101
Tomógrafos	Accuitomo	92	76	168
	i-Cat	43	49	92
Avaliação da região de	Pré-molares	15	23	38
	Molares	120	102	222
Lado de SM	Direito	68	67	135
	Esquerdo	67	58	125

Abreviaturas: Máx: máximo, min: mínimo, mm: milímetros.

Tabela 2. Mensurações da largura do SM (distância entre a parede medial-lateral) em edêntulos total e parcial com altura óssea residual <10 mm nas diferentes alturas a partir da crista óssea residual

Classificação de AOR	Tipo de indivíduos	N	Medições a partir da COR Média (desvio padrão) mm				
			5 mm	7 mm	10 mm	13 mm	15 mm
Severamente deficiente	Edêntulo total	74	7,28 (2,27)	9,55 (2,52)	12,52 (3,40)	15,15 (4,36)	16,74 (4,70)
	Edêntulo parcial	52	6,87 (1,99)	9,32 (2,14)	12,15 (2,62)	14,67 (3,89)	16,13 (4,68)
Moderadamente deficiente	Edêntulo total	41	5,09 (3,95)	6,51 (3,37)	10,08 (2,41)	12,20 (4,46)	12,89 (4,62)
	Edêntulo parcial	42	4,92 (1,77)	6,89 (2,25)	10,69 (2,62)	12,96 (3,07)	14,43 (3,62)
Ligeiramente deficiente	Edêntulo total	20	NA	NA	7,56 (3,03)	11,45 (4,07)	13,32 (4,66)
	Edêntulo parcial	31	NA	NA	6,69 (2,29)	9,85 (2,90)	11,37 (3,83)
Total		260	6,76 (2,64)	8,41 (2,88)	10,74 (3,56)	13,33 (4,28)	14,74 (4,77)

NA: não se aplica

Tabela 3. Largura do SM (distância entre a parede medial-lateral) apresentando média e desvio padrão (SD), percentil 33 e percentil 67 no bordo inferior (5,7 e 10 mm) e bordo superior (15 mm) para osteotomia de acesso lateral

Classificação de AOR	Tipo de indivíduos	N	Medições a partir da GOR (mm)	Largura do seio maxilar		
				Média (SD)	33 Percentil	67 Percentil
Severamente deficiente	Edêntulo total	74	5	7,28 (2,27)	6,600000	8,100000
	Edêntulo parcial	52	5	6,87 (1,99)	5,900000	7,610000
Moderadamente deficiente	Edêntulo total	41	7	6,51 (3,37)	5,360000	7,020000
	Edêntulo parcial	42	7	6,89 (2,25)	5,570000	7,560000
Ligeiramente deficiente	Edêntulo total	20	10	7,56 (3,03)	5,670000	8,910000
	Edêntulo parcial	31	10	6,69 (2,29)	5,400000	7,560000
TOTAL		260		6,97 (2,53)	5,75	7,79
Severamente deficiente	Edêntulo total	74	15	16,74 (4,70)	14,850000	19,000000
	Edêntulo parcial	52	15	16,13 (4,68)	15,300000	18,600000
Moderadamente deficiente	Edêntulo total	41	15	12,89 (4,62)	11,400000	14,450000
	Edêntulo parcial	42	15	14,43 (3,62)	12,900000	16,050000
Ligeiramente deficiente	Edêntulo total	20	15	13,32 (4,66)	10,200000	17,010000
	Edêntulo parcial	31	15	11,37 (3,83)	8,910000	14,400000
TOTAL				14,74 (4,77)	12,80	17,01



Figura 3. Reconstruções coronais mostram a classificação da largura dos SMs em estreito (A), moderado (B) e amplo (C).

partir da COR em edêntulos totais e parciais. Foram visualizados 126 SMs com AOR severamente deficientes (< 4 mm), seguido de 83 SMs com AOR moderadamente deficientes (> 4 mm < 7 mm) e 51 SMs ligeiramente deficientes (> 7 mm < 10 mm) (Figura 3).

Baseado nas medidas da largura do SM (distância entre a parede medial-lateral) e os valores de 33.º e 67.º percentis, foi feita uma nova classificação para edêntulos totais e parciais. Determinou-se que nos indivíduos com SM estreito, a largura do SM no bordo inferior da janela lateral de acesso ao SM é < 6 mm e no bordo superior é < 13 mm. No caso de indivíduos com SM moderado, a largura do SM no bordo inferior da janela é de 6 a 8mm e no bordo superior de 13 a 17 mm. Nos indivíduos com SM amplo, a largura do SM no bordo inferior é > 8 mm e

o bordo superior > 17 mm (Tabela 4). A análise estatística revelou boa confiabilidade interexaminador (ICC=0,997).

Tabela 4. Nova classificação baseada na largura do SM (distância entre a parede medial-lateral), no bordo inferior e superior da janela de acesso ao SM em pacientes edêntulos totais e parciais

Largura do SM (mm)	Estreito	Moderado	Amplo
Bordo inferior da janela de acesso do SM	<6	6-8	>8
Bordo superior da janela de acesso do SM	<13	13-17	>17

Discussão

A TCFC tornou-se um exame complementar importante para o diagnóstico e planejamento nas diversas especialidades odontológicas seguindo a demanda de tratamentos cada vez mais complexos.^{13,14}

Nos indivíduos que requerem reabilitação protética devido à perda dentária, uma das opções de tratamento é a instalação de implantes, no entanto, quando existe pouca altura óssea residual pode ser necessário o levantamento do seio maxilar. Essa cirurgia tem como objetivo aumentar a qualidade e a quantidade de osso na região posterior da maxila, sendo que a avaliação pré-cirúrgica do SM através de TCFC é essencial para seu sucesso.¹⁵

O cirurgião deve elevar a membrana sinusal para as paredes anterior e medial do SM, e posteriormente conforme o necessário, para a colocação do implante. O desenho da janela para levantamento de SM pode apresentar formato circular, oval ou retangular com cantos arredondados, e seu limite anterior deve-se estender de 2 a 3 mm e o limite inferior de 2 a 3 mm acima do assoalho do SM.^{16,17} O limite superior da janela depende do comprimento do implante, sendo recomendado o comprimento de 13 ou 15 mm milímetros.¹⁸ Por esse motivo, as mensurações realizadas neste estudo foram obtidas nas seguintes alturas: 5, 7, 10, 13 e 15 mm a partir da crista óssea alveolar.

A largura de 260 SMs de edêntulos totais e parciais foram avaliadas nas imagens de TCFC. A idade média dos indivíduos que compuseram a amostra foi de 54,74 anos. Em dois estudos realizados anteriormente encontraram que a idade média dos indivíduos foi de 50,1¹² e 50,4 anos.¹⁹ respectivamente. Os autores incluíram apenas os casos de edêntulos parciais. A diferença com o presente estudo é que avaliou-se edêntulos parciais (média de 49,4 anos) e também edêntulos totais (média de 59,69 anos).

A largura do SM foi objeto de estudo de outros autores que mostraram que a largura do SM foi maior na região de molares na altura de 13 e 15mm a partir da COR comparado a região de pré-molares.¹² Outro trabalho similar com edêntulos parciais, subdividiu a AOR em severamente deficiente < 3,99, moderadamente deficiente >4 < 6,99 mm e ligeiramente deficiente >7 <8,99 mm e obtiveram medidas nas alturas de 1 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm e 9 mm a partir do assoalho do SM, relataram que a região edêntula do segundo pré-molar é mais estreita do que a da região de molares.¹⁹ Esses estudos avaliaram a largura do SM somente em edêntulos parciais com AOR < 10 mm. Em nosso estudo, a AOR da amostra foi classificada da mesma forma do primeiro e feita uma nova classificação em edêntulos totais e parciais. No entanto, não foi possível determinar a área exata edêntula devido à amplitude das áreas edêntulas avaliadas. Ambos estudos encontraram que na região de pré-molares a largura do SM foi mais estreita do que na região de molares, provavelmente em decorrência do formato piramidal do SM.

Considerando-se que a pneumatização do SM está relacionada ao tempo da perda dentária, neste estudo transversal não foi possível determinar o tempo em que os pacientes extraíram os dentes, pois as imagens não foram obtidas para este trabalho e sim de um arquivo de imagens sendo uma limitação deste trabalho. No entanto, foi avaliada uma grande amostra incluindo todos os exames do banco de imagens de TCFC de indivíduos com AOR < 10 mm.

Com os resultados obtidos neste estudo, obtivemos informações detalhadas da largura do SM em indivíduos com amplas áreas edêntulas sugerindo assim, mostrou-se uma nova classificação da largura do SM em edêntulos totais e parciais, já que nenhum estudo foi encontrado avaliando amplas áreas edêntulas. A vantagem desta classificação do SM é que nos permite saber que existem variações de tamanhos e classificá-los em estreito, moderado ou amplo, tanto no bordo superior quanto no bordo inferior da janela de acesso ao SM.

Esta nova proposta de classificação sinusal pode auxiliar o planejamento cirúrgico de levantamento da membrana sinusal, pois nos casos onde a imagem mostra SMs estreitos e amplos, existe um maior risco de perfuração da membrana durante o procedimento cirúrgico, resultando em interrupção da cirurgia. As informações obtidas com a classificação proposta permitem ao cirurgião-dentista que providencias prévias sejam tomadas em conta para o uso de materiais adequados, caso ocorra a perfuração da membrana sinusal durante a cirurgia.

Conclusão

A média da largura do SM da parede medial à parede lateral na altura de 5, 7, 10, 13, e 15 mm foi de 6,76, 8,41, 10,74, 13,33 e 14,74mm, respectivamente.

Uma nova classificação de largura do SM no bordo superior e inferior da janela de acesso ao SM em edêntulos totais e parciais foi proposta, esses dados podem auxiliar ao médico-dentista no planejamento cirúrgico de levantamento de seio maxilar e ajuda a simplificar a descrição da largura SM em três categorias, estreito (< 6 / < 13 mm), moderado (6-8 / 13-17) e amplo (>8 / > 17mm).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Heitor Marques Honório por realizar as análises estatísticas para este estudo.

Responsabilidades éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos da comissão de investigação clínica e ética relevante e de acordo com os do Código de Ética da Associação Médica Mundial (Declaração de Helsínquia).

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram ter recebido consentimento escrito dos pacientes e/ou sujeitos mencionados no artigo. O autor para correspondência está na posse deste documento.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não ter conflitos de interesse

REFERÊNCIAS

1. Brånemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lundkvist S, Rockler B. Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. *Biomaterials*. 1983;4:25-8.
2. Ogle OE. Implant surface material, design, and osseointegration. *Dent Clin North Am*. 2015;59:505-20.
3. Greenberg AM. Cone beam computed tomography scanning and diagnosis for dental implants. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2015;27:185-202.
4. Hong DGK, Oh JH. Recent advances in dental implants. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2017;39:33.
5. Dobeles I, Kise L, Apse P, Kragis G, Bigestans A. Radiographic assessment of findings in the maxillary sinus using cone-beam computed tomography. *Stomatologija*. 2013;15:119-22.
6. Nunes LS, Bornstein MM, Sendi P, Buser D. Anatomical characteristics and dimensions of edentulous sites in the posterior maxillae of patients referred for implant therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013;33:337-45.
7. Lorkiewicz-Muszyńska D, Kociemba W, Rewekant A, Sroka A, Jończyk-Potoczna K, Patelska-Banaszewska M, et al. Development of the maxillary sinus from birth to age 18. Postnatal growth pattern. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015;79:1393-400.
8. Hamdy RM, Abdel-Wahed N. Three-dimensional linear and volumetric analysis of maxillary sinus pneumatization. *J Adv Res*. 2014;5:387-95.
9. Keceli HG, Dursun E, Dolgun A, Velasco-Torres M, Karaogullari S, Ghoreishi R, et al. Evaluation of Single Tooth Loss to Maxillary Sinus and Surrounding Bone Anatomy With Cone-Beam Computed Tomography: A Multicenter Study. *Implant Dent*. 2017;26:690-9.
10. Arijji Y, Kuroki T, Moriguchi S, Arijji E, Kanda S. Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 1994;23:163-8.
11. Cho SC, Wallace SS, Froum SJ, Tarnow DP. Influence of anatomy on Schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery: three-dimensional analysis. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001;13:160-3.
12. Chan HL, Suarez F, Monje A, Benavides E, Wang HL. Evaluation of maxillary sinus width on cone-beam computed tomography for sinus augmentation and new sinus classification based on sinus width. *Clin Oral Implants Res*. 2014;25:647-52.
13. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol*. 2002;31:126-30.
14. Chan HL, Misch K, Wang HL. Dental imaging in implant treatment planning. *Implant Dent*. 2010;19:288-98.
15. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Open Sinus Lift Surgery and the Importance of Preoperative Cone-Beam Computed Tomography Scan: A Review. *J Int Oral Health*. 2015;7:127-33.
16. Tidwell JK, Blijdorp PA, Stoeltinga PJ, Brouns JB, Hinderks F. Composite grafting of the maxillary sinus for placement of endosteal implants. A preliminary report of 48 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1992;21:204-9.
17. Woo I, Le BT. Maxillary sinus floor elevation: Review of anatomy and two techniques. *Implant Dent*. 2004;13:28-32.
18. Wallace SS, Tarnow DP, Froum SJ, Cho SC, Zadeh HH, Stoupe J, et al. Maxillary sinus elevation by lateral window approach: Evolution of technology and technique. *J Evid Based Dent Pract*. 2012;12:161-71.
19. Teng, M., Cheng, Q., Liao, J., Zhang, X., Mo, A. and Liang, X. Sinus Width Analysis and New Classification with Clinical Implications for Augmentation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2016;18:89-96.