



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA
INTEGRADA
SUBÁREA - ORTODONTIA

SUSIANE QUEIROZ BASTOS

**A PERCEPÇÃO ESTÉTICA DO SORRISO GENGIVAL ANTES E APÓS A
APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA, VIA RASTREAMENTO DO OLHAR**

CURITIBA

2021

SUSIANE QUEIROZ BASTOS

**A PERCEPÇÃO ESTÉTICA DO SORRISO GENGIVAL ANTES E APÓS A
APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA, VIA RASTREAMENTO DO OLHAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de concentração em Clínica Odontológica Integrada. Subárea Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Tanaka

CURITIBA

2021

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Luci Eduarda Wielganczuk – CRB 9/1118

Bastos, Susiane Queiroz

B327p A percepção estética do sorriso gengival antes e após a aplicação de
2021 toxina botulínica, via rastreamento do olhar / Susiane Queiroz Bastos ;
orientador: Orlando Tanaka. – 2021.
68 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2021

Bibliografia: f. 54-56

1. Odontologia – Aspectos estéticos. 2. Toxina botulínica Tipo A.
3. Sorriso. 4. Gengivas. 5. Percepção visual. I. Tanaka, Orlando. II. Pontifícia
Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em
Odontologia. III. Título.

CDD 20. ed. – 617.6002

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Orlando Motohiro Tanaka, por compartilhar todo conhecimento e experiência, pelos seus ensinamentos teóricos e práticos, e por ter contribuído para meu crescimento intelectual e científico. Toda a minha gratidão por ter tido a oportunidade de fazer parte deste time.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná por ter me recebido no Programa de Pós-graduação em Odontologia.

À CAPES, pelo apoio financeiro que permitiu que eu pudesse fazer parte deste Programa de Pós-graduação.

À Professora Giovanna Andraus Kirsten, pela contribuição nesta pesquisa.

Aos professores Odilon Guariza Filho e Elisa Souza Camargo, que assim como o professor Orlando Tanaka, foram fundamentais no meu aprendizado de Ortodontia.

Ao professor Sérgio Aparecido Ignácio pela colaboração com seus conhecimentos em Estatística.

Aos meus colegas, Caio Seiti Myioshi, Gil Guilherme Gasparello e Thiago Martins Meira, que tiveram participação fundamental para que esse projeto saísse do papel.

À minha família, pelo apoio dado ao longo desses anos, e por sempre me incentivarem e alcançar meus objetivos.

Por fim, a Deus, que tornou tudo isso possível, e que me deu forças para superar minhas dificuldades.

Muito Obrigada!

“O período de maior ganho em conhecimento
e experiência é o período mais difícil da vida de alguém”.

Dalai Lama

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos de aplicação da toxina botulínica tipo A.....	7
Figura 2. Fotografias antes (A) e após 30 dias (B) da aplicação da toxina botulínica tipo A.	8
Figura 3. Áreas de interesse (ADI).	9
Figura 4. Posição do participante em relação ao eye-tracker.	10
Figura 5. Mapa de calor representando as áreas mais visualizadas. Em vermelho estão as áreas com maior concentração de visualizações.	13
Figura 6. Mapa de pontos.....	14
Figura 7. Rastreamento do olhar por ADI.	17

SUMÁRIO

ARTIGO EM PORTUGUÊS	1
PÁGINA TÍTULO	2
RESUMO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4. RESULTADOS	13
5. DISCUSSÃO	22
6. CONCLUSÕES.....	25
7. REFERÊNCIAS	26
ENGLISH ARTICLE.....	29
TITLE PAGE.....	30
ABSTRACT	31
1. INTRODUCTION	32
2. OBJECTIVE.....	34
3. MATERIALS AND METHODS.....	35
4. RESULTS	41
5. DISCUSSION	50
6. CONCLUSION.....	53
7. REFERENCES	54
ANEXO I - APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCPR.....	57
ANEXO II - NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO <i>AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS AND DENTOFACIAL ORTHOPEDICS</i>	60

ARTIGO EM PORTUGUÊS

PÁGINA TÍTULO

A PERCEPÇÃO ESTÉTICA DO SORRISO GENGIVAL ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA, VIA RASTREAMENTO DO OLHAR.

Autores

Susiane Queiroz Bastos

Aluna do Mestrado em Odontologia, Área de concentração em Ortodontia, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil
Escola de Ciências da Vida

Orlando Motohiro Tanaka

Professor, Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil
Escola de Ciências da Vida

RESUMO

Introdução: Este estudo objetivou avaliar a percepção visual de leigos, do sorriso gengival antes e após aplicação de toxina botulínica, usando a tecnologia de rastreamento do olhar. **Métodos:** Foram utilizadas duas fotografias frontais da face de uma modelo voluntária do sexo feminino com sorriso gengival, uma antes e outra 30 dias após aplicação de toxina na região dos músculos elevadores do lábio superior. As imagens foram avaliadas por 58 participantes. Com o *software* OGAMA, obtiveram-se dados de visualizações em 3 áreas de interesse (ADI) através do rastreamento do olhar. Foram incorporados no estudo a Escala Visual Analógica (EVA) para avaliação da atratividade facial e um questionário para avaliação da percepção de simpatia, satisfação com o sorriso, insatisfação com a exposição dentária e gengival, e timidez. A análise de dados foi realizada no programa SPSS, versão 25, considerando nível de significância de 5%. **Resultados:** Os mapas de calor e de pontos mostraram que os participantes concentraram a visualização na região da boca com pequena transição para nariz e olhos, na imagem antes da aplicação. A região da boca também foi a ADI onde a primeira visualização ocorreu em menor tempo quando comparada às áreas dos olhos e nariz ($p < 0.05$). A EVA demonstrou que a atratividade aumentou na imagem com menor exposição de gengiva ($p < 0.05$). Após aplicação da toxina, a satisfação com o sorriso aumentou ($p < 0.05$) e a insatisfação com a exposição gengival diminuiu ($p < 0.05$). Entretanto, aumentou a insatisfação com a exposição dentária ($p < 0.05$). **Conclusões:** Verificou-se que a boca atraiu mais a atenção dos participantes em tempo menor quando comparada às outras ADIs. A diminuição da exposição gengival após a aplicação de toxina botulínica resultou em melhora na atratividade da estética facial. Houve a percepção de aumento na “satisfação com o sorriso” e diminuição da “insatisfação com a exposição gengival”. Em contrapartida, ocorreu aumento da “insatisfação com a exposição dentária”.

Palavras-chave: Sorriso. Toxina Botulínica Tipo A. Gengiva. Percepção Visual.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão de que o sorriso estético é resultado da combinação de diferentes componentes, como tecido mole, exposição dentária e exposição gengival, é um dos requisitos para tratamentos odontológicos, pois os mesmos devem apresentar equilíbrio entre si.¹ O comprimento do lábio superior, o tamanho dos incisivos e a exposição excessiva de gengiva são os fatores que mais impactam no sorriso.^{2,3} Especificamente o sorriso gengival, reconhecido como um problema estético, sofre influência de todos esses elementos.^{4,5}

A movimentação dos lábios é a condição que controla a exposição gengival, ditando a composição do sorriso; dessa forma, a visibilidade da gengiva e da disposição dentária será formada a partir da posição labial e da altura da linha do sorriso.⁶ Um sorriso com mais de 2mm de exposição gengival pode ser visto como um problema antiestético, fazendo com que a insatisfação com a aparência seja o principal motivo de procura por tratamento^{7,8} principalmente por mulheres, cuja prevalência de sorriso gengival chega a ser o dobro comparada ao sexo masculino.⁹ Essa exposição de gengiva é, frequentemente, atribuída à contração excedente dos músculos do lábio superior, também apresentando como possível etiologia a alteração da erupção passiva, excesso vertical maxilar, extrusão dento-alveolar anterior e lábio superior fino.¹⁰ Um dos tratamentos recomendados é a toxina botulínica tipo A que, ao ser aplicada em pequenas doses, limita a contração dos músculos elevadores do lábio superior, reduzindo a exposição gengival,^{11,12} por meio do bloqueio da liberação de acetilcolina na junção neuromuscular. Consequentemente, essa paralisia reduz o *feedback* aferente do músculo que foi imobilizado em direção ao cérebro.¹³

Quando aplicada para tratamento do sorriso gengival, essa toxina mantém a capacidade de sorrir, apesar de ocorrer o relaxamento vertical do lábio superior,¹⁴ o que a torna uma opção de intervenção minimamente invasiva a ser considerada no plano de tratamento.¹⁵ Para compor esse planejamento estético, o uso de fotografias extrabucais torna-se um recurso imprescindível de avaliação na Odontologia, permitindo que seja feita uma análise facial ampla em conjunto com a análise do sorriso para a elaboração de um diagnóstico preciso.^{16,17}

Estudos referentes à estética do sorriso e sua interferência na atratividade facial contribuem para determinar a necessidade de intervenção, e podem ser realizados empregando diferentes metodologias e perspectivas.¹⁸⁻²⁰ O rastreamento do olhar para análise da percepção visual, consiste em avaliar a posição e o movimento dos olhos através do dispositivo *eye-tracking*, verificando o trajeto que o olho percorre em uma determinada imagem, fornecendo dados como o trajeto percorrido, tempo até a primeira fixação e tempo total de fixação em determinada área.²¹ O local que obtiver mais atenção do visualizador, será a área com mais fixações e onde o foco ocorre por mais tempo, permitindo avaliar qual característica detém maior interesse.²²

Explorando essa metodologia, ainda não utilizada para este fim, o objetivo deste estudo foi avaliar a percepção estética do sorriso gengival antes e após a aplicação de toxina botulínica tipo A, por meio do rastreamento do olhar, Escala Visual Analógica e questionário.

2. OBJETIVOS

Avaliar a percepção visual e a atratividade estética facial, utilizando imagens de uma face de indivíduo adulto do sexo feminino com a presença de sorriso gengival, antes e após o resultado decorrente da aplicação de toxina botulínica, mediante o rastreamento do olhar, Escala Visual Analógica e questionário.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo observacional, transversal, prospectivo, auto pareado. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da PUCPR (CEP), sob número de parecer: 3.729.413 (ANEXO 1).

Aplicação de toxina botulínica tipo A

Foi selecionada uma voluntária do sexo feminino (referida neste trabalho como modelo voluntária), 24 anos, que apresentava sorriso gengival, para a aplicação de toxina botulínica tipo A. O local de aplicação da toxina foi no ponto Yonsej,²³ que consiste na delimitação de uma área de 2 cm de diâmetro, com o centro estabelecido na região onde o músculo elevador do lábio superior, músculo zigomático menor e músculo levantador do lábio superior e da asa do nariz se encontram.

Foram delimitados na modelo voluntária dois pontos de cada lado da face, para aplicação de 2 unidades de toxina em cada um dos quatro pontos (Fig. 1). A marca de toxina utilizada foi BOTOX[®] (Allergan, Inc, Irvine, Califórnia), na forma de ampola, em pó liofilizado. O conteúdo foi diluído em 1mL de cloreto de sódio a 0,9%, totalizando 100 unidades de toxina (10 unidades/0,1mL).



Figura 1. Pontos de aplicação da toxina botulínica tipo A

Fotografias

Foram realizadas duas fotografias faciais da modelo voluntária. Uma delas efetuada antes e outra 30 dias após a aplicação da toxina (Fig. 2). As fotografias foram obtidas com a câmera digital Canon XT (Canon Inc., Tokyo, Japan), lente macro 50mm Sigma e *flash* Sigma (Sigma Corp., Kawasaki, Japan) à distância padrão de 90cm, com qualidade de alta resolução, em ambiente de estúdio iluminado e fundo preto, a cabeça orientada com o plano de Frankfurt paralelo ao solo e com o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal, sorrindo, maquiagem limitada, sem brincos e *piercings*.

As fotografias foram padronizadas no Photoshop® (Adobe®, San Jose, CA), retirando-se imperfeições que poderiam desviar a atenção do observador e o foco do objetivo (como adereços e manchas na pele). Adicionalmente, foi realizado o espelhamento de um dos lados para que a face ficasse simétrica.

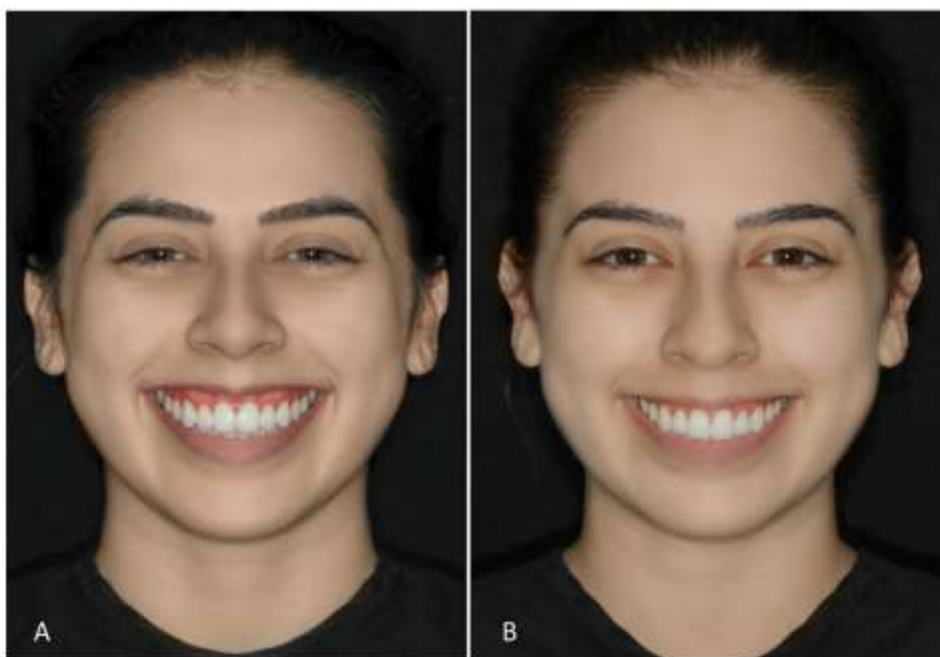


Figura 2. Fotografias antes (A) e após 30 dias (B) da aplicação da toxina botulínica tipo A.

Amostra

Participaram do estudo 58 adultos, com variação de idade de 18 a 71 anos, leigos em Odontologia, 60,3% do sexo masculino e 39,7% do sexo feminino. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Informado após o conhecimento dos detalhes e condições do estudo.

A obtenção desta amostra compreendeu a ausência das seguintes condições: problemas neurológicos e/ou visuais prévios, uso recente de álcool ou medicamentos que pudessem interferir nas habilidades cognitivas, uso de óculos (as lentes poderiam interferir no sensor), histórico familiar de anomalias faciais congênitas, histórico de participação em pesquisas de rastreamento do olhar.

Determinação das Áreas de Interesse

Para a análise dos movimentos oculares, foram determinadas 3 áreas de interesse (ADI) nas imagens a serem visualizadas (os participantes não tinham ciência dessas delimitações onde foram captadas as informações), visando definir regiões na face, como boca, nariz e olhos (Fig. 3).

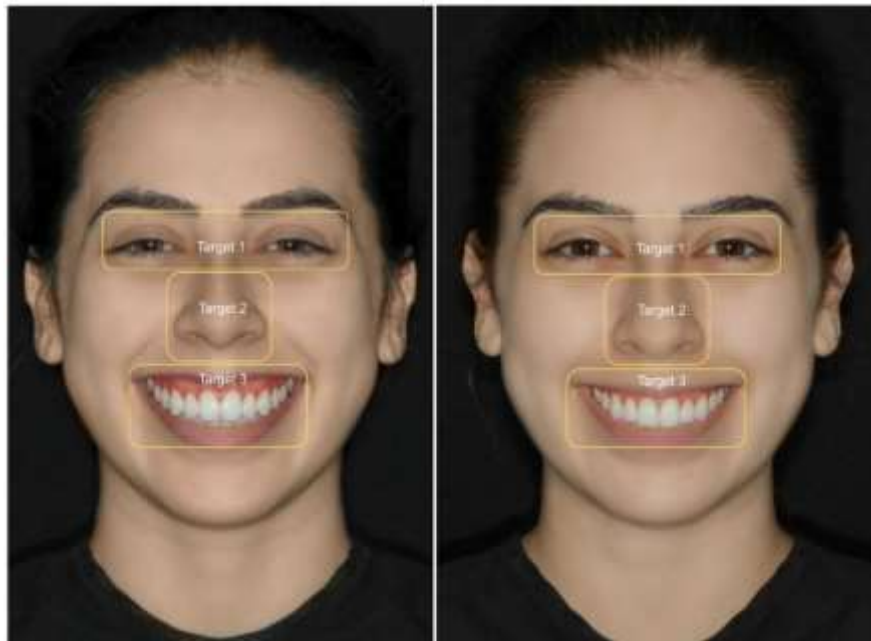


Figura 3. Áreas de interesse (ADI).

Nas ADIs, as fixações foram registradas e analisadas utilizando o *software* OGAMA (Freie Universität, Berlin) para a obtenção de dados do rastreamento do olhar. Foram analisados o número de fixações, o tempo até a primeira fixação e o tempo total das fixações em cada uma das ADIs. O mapa de calor forneceu, a partir de uma escala de cores, a concentração de fixação nas áreas delimitadas, indo da cor clara (verde) – menos visualizações, para a cor escura (vermelha) – mais visualizações.

Rastreamento do olhar

Os participantes informaram sua idade e sexo e foram convidados a avaliar as imagens, sem que fosse explicado o que essas imagens representavam, apenas que seria um estudo sobre a percepção da atratividade, e que seria necessária a visualização em um monitor.

Em seguida, sentaram-se em uma cadeira, em uma sala silenciosa, à distância de 60 centímetros do monitor (Dell P2317H; Dell Inc, Round Rock, Tx, USA) de alta resolução (768 x 1366 pixels) posicionado verticalmente e do *hardware eye-tracker* (Fig. 4). Na sala, estiveram presentes apenas o participante e um avaliador.

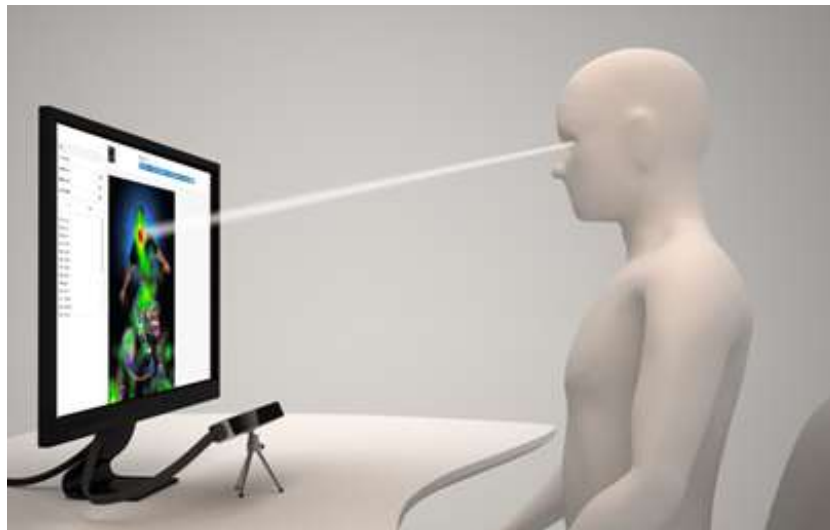


Figura 4. Posição do participante em relação ao eye-tracker.

Para início do teste do rastreamento do olhar, foi realizada a calibração do movimento ocular e considerados somente os participantes cujo *software* designou

o resultado admissível. O teste foi repetido quando o resultado da calibração não foi satisfatório.

O *hardware* usado para rastreamento ocular foi o TheEyeTribe® (The Eye Tribe Aps, Copenhagen, Dinamarca), em conjunto com o *software* OGAMA 5.0 utilizado para rastrear os movimentos dos olhos dos participantes. Com a calibração concluída, a coleta de dados foi iniciada e, a partir dos resultados, os mapas de calor, mapa de pontos de visualizações e trajetória do olhar foram obtidos através do *software*. No mapa de calor, foram comparadas as médias entre as visualizações, progredindo da cor fria (verde) para cores quentes (vermelho), onde quanto mais avermelhada a cor, mais visualizações uma determinada área recebeu. No mapa de pontos, houve a inserção de um ponto cada vez que uma visualização foi detectada.

Os observadores visualizaram uma sequência aleatória de 21 imagens, incluindo as duas imagens da modelo voluntária utilizadas neste trabalho, uma antes e outra após a aplicação da toxina botulínica tipo A. As 19 imagens excedentes que foram visualizadas não foram inclusas neste estudo, e consistiram em imagens faciais de crianças, jovens, adultos e idosos, todos sorrindo, tanto do sexo masculino quanto feminino. A utilização de imagens adicionais objetivou evitar comparações entre antes e após a aplicação da toxina, pela proximidade de exibição. Cada imagem foi apresentada durante 5 segundos. Para que não houvesse interferência do último ponto de conexão ao *slide* anterior, o primeiro ponto de conexão do próximo *slide* foi programado para ser ignorado, em um intervalo de tempo de 200 ms, no *software* OGAMA 5.0.

Escala Visual Analógica (EVA)

Foi aplicada a Escala Visual Analógica para analisar a atratividade da estética facial, após a sessão de rastreamento do olhar. A escala foi apresentada na tela, onde uma nota deveria ser estabelecida entre a graduação de 0 a 100. Quanto mais próximo de 0, significava que o avaliador considerava a imagem menos atrativa e mais próximo ao 100, mais atrativa ²⁴. Foram utilizadas as mesmas 21 imagens da etapa anterior para avaliação da EVA.

Os observadores foram convidados a responder uma pesquisa em um computador *Dell Inspiron 7375 touch 2 – 1*, aberto no aplicativo Qualtrics® (Qualtrics Labs Inc., Provo, UT), podendo optar por responder em seu dispositivo móvel, com a premissa que as respostas fossem enviadas na presença do responsável pela pesquisa.

Questionário

Na última etapa da pesquisa, os observadores responderam um questionário com as seguintes perguntas: “você considera essa pessoa simpática?”, “você acha que essa pessoa está satisfeita com o sorriso?”, “você considera essa pessoa insatisfeita com a exposição dentária?”, “você considera essa pessoa insatisfeita com a exposição de gengiva?” e “você considera essa pessoa tímida?”. As perguntas apareceram nesta sequência na tela do computador, abaixo da imagem da modelo voluntária, para as imagens antes e após a aplicação da toxina botulínica separadamente. As respostas foram dispostas na forma de SIM, caso a pessoa concordasse com a pergunta, e NÃO, caso discordasse.

Análise de Dados

Os resultados obtidos a partir do rastreamento do olhar, da EVA e do questionário, foram tabulados no software *Microsoft Excel* e analisados no programa SPSS versão 25 (*Statistical Package for Social Sciences Software*) (SPSS Inc., Chicago, IL). O Teste-T de student para amostras independentes foi aplicado para analisar diferenças significantes entre as imagens em relação ao número de fixação, tempo até a primeira fixação, tempo total de fixação, EVA e entre os sexos masculino e feminino. Também foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis entre as variáveis do rastreamento do olhar comparando as três ADI. O teste Qui-quadrado de Pearson foi aplicado entre as imagens em contraste com as variáveis simpatia, satisfação com o sorriso, insatisfação com a exposição dentária, insatisfação com a exposição gengival e timidez.

4. RESULTADOS

O estudo foi realizado com 58 participantes, 60,3% do sexo masculino e 39,7% do sexo feminino. A média de idade foi de 35,81 anos de idade, sendo 37 anos a média de idade para o sexo masculino e 34 para o sexo feminino. Foram gerados resultados qualitativos na forma de mapa de calor e mapa de pontos, e resultados quantitativos na forma de análise estatística.

Rastreamento do olhar

Os resultados do mapa de calor de antes e após a aplicação da toxina botulínica tipo A, estão representados na figura 5. Para a imagem antes da aplicação de toxina (A), é possível concluir que o foco maior foi registrado na boca, na região dos incisivos centrais e na exposição gengival, com pouco ou nenhum desvio para outras áreas. Quanto à análise da pós aplicação, o foco maior continuou na boca, na região dos incisivos e lábio inferior. Ainda, é possível notar desvio maior para o nariz e para a região ocular, informações essas corroboradas na análise do mapa de pontos (Fig. 6).

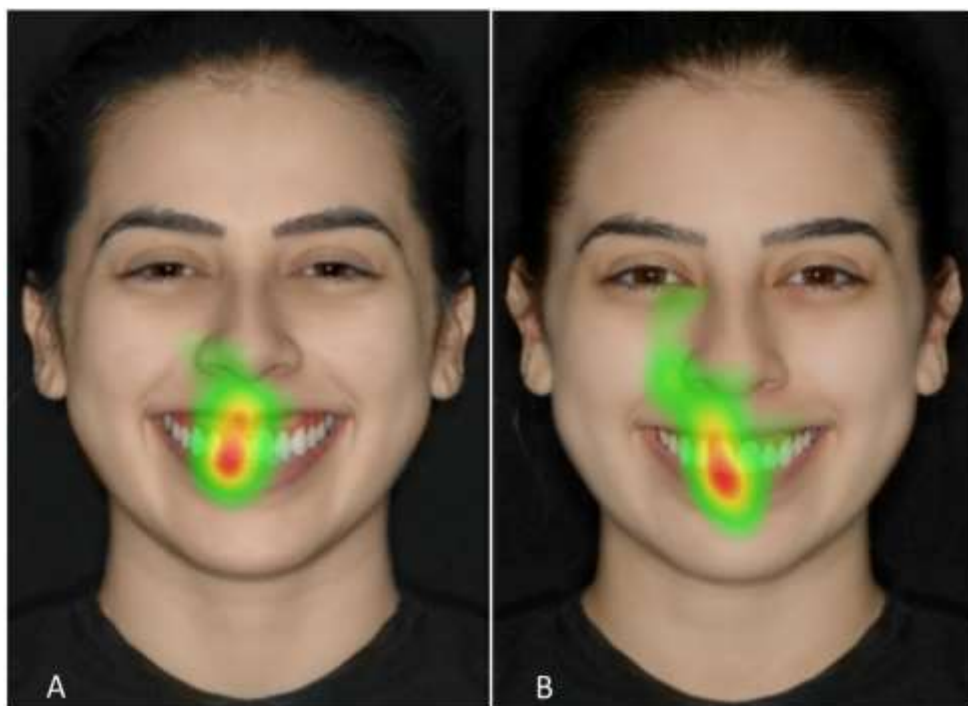


Figura 5. Mapa de calor representando as áreas mais visualizadas. Em vermelho estão as áreas com maior concentração de visualizações.

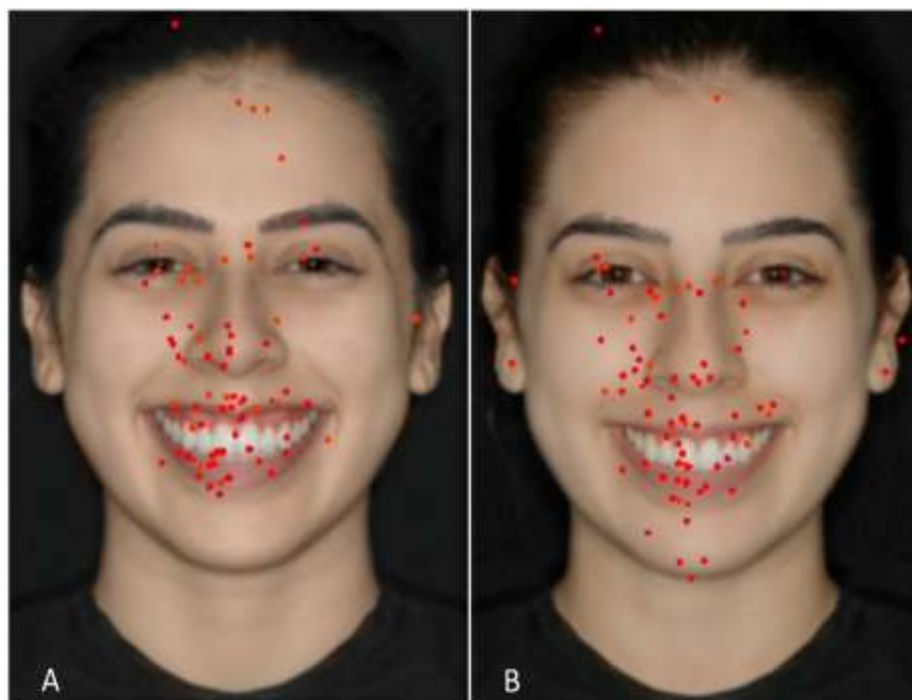


Figura 6. Mapa de pontos.

Não houve diferença estatística nas áreas de interesse antes e após a aplicação de toxina (tabela I). Ao realizar um comparativo entre as ADI olhos, boca e nariz (tabela II), foi possível verificar que a região da boca levou menos tempo para atrair a atenção ($p < 0.05$) quando comparada às áreas de interesse olhos e nariz. A figura 7 representa essa análise estatística, permitindo verificar a diferença entre o tempo até a primeira fixação (Fig. 7B) antes e após a aplicação de toxina botulínica.

Tabela I. COMPARAÇÃO ENTRE AS IMAGENS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DA TOXINA BOTULÍNICA X VARIÁVEIS DO RASTREAMENTO DO OLHAR

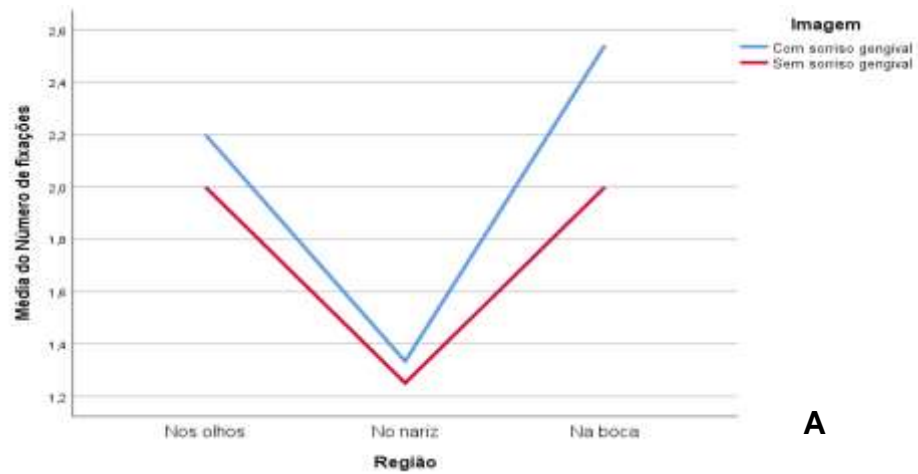
Variáveis	Grupo	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média	P valor
Número de fixações nos olhos	Com sorriso gengival	2.20	1.643	0.735	0.788
	Sem sorriso gengival	2.00	0.632	0.258	
Número de fixações no nariz	Com sorriso gengival	1.33	0.707	0.236	0.844
	Sem sorriso gengival	1.27	0.647	0.195	
Número de fixações na boca	Com sorriso gengival	2.54	1.532	0.313	0.196
	Sem sorriso gengival	1.95	1.465	0.320	
Tempo até 1ª fixação nos olhos	Com sorriso gengival	2671.00	1.549.041	692.752	0.268
	Sem sorriso gengival	1816.33	809.242	330.371	
Tempo até 1ª fixação no nariz	Com sorriso gengival	1763.67	1.700.588	566.863	0.626
	Sem sorriso gengival	2134.45	1.629.582	491.337	
Tempo até 1ª fixação na boca	Com sorriso gengival	779.92	1.324.472	270.357	0.646
	Sem sorriso gengival	607.71	1.149.789	250.905	
Tempo total de fixação nos olhos	Com sorriso gengival	619.40	572.896	256.207	0.979
	Sem sorriso gengival	626.50	262.515	107.171	
Tempo total de fixação no nariz	Com sorriso gengival	534.22	591.116	197.039	0.742
	Sem sorriso gengival	460.36	392.490	118.340	
Tempo total de fixação na boca	Com sorriso gengival	1145.96	850.192	173.545	0.151
	Sem sorriso gengival	807.29	679.529	148.285	

Participantes: 58. Diferença estatística $p < 0.05$.

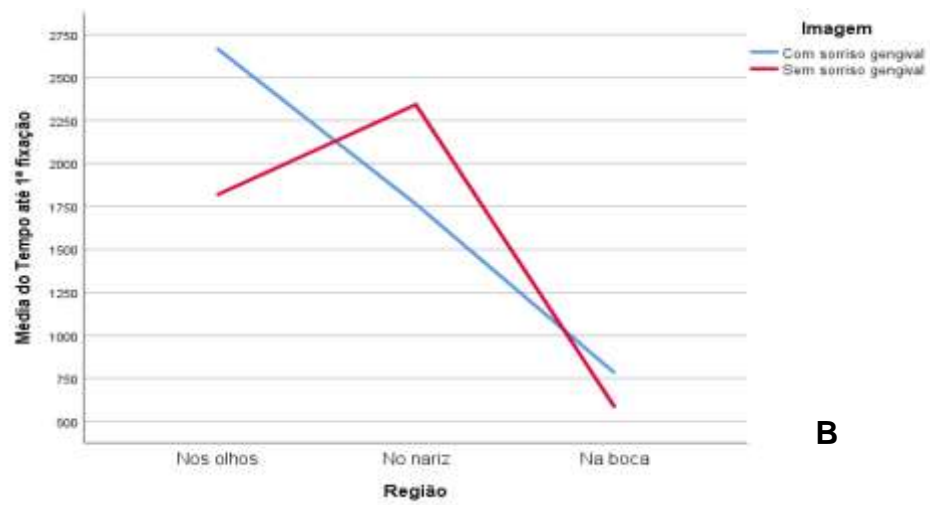
Tabela II. COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE INTERESSE - ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA

Rastreamento do olhar	Com sorriso gengival	Sem sorriso gengival	P valor
	Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)	
Número de fixações nos olhos	2.20 (.735)	2.00 (.258)	0.54
Número de fixações no nariz	1.33 (.236)	1.25 (.179)	
Número de fixações na boca	2.54 (.313)	2.00 (.309)	
Tempo até 1ª fixação nos olhos	2671.00 (.692.752)	1816.33 (330.371)	0.001*
Tempo até 1ª fixação no nariz	1763.67 (566.863)	2342.50 (494.429)	
Tempo até 1ª fixação na boca	779.92 (270.357)	580.09 (240.818)	
Tempo total de fixação nos olhos	619.40 (256.207)	626.50 (107.171)	0.138
Tempo total de fixação no nariz	534.22 (197.039)	447.00 (108.853)	
Tempo total de fixação na boca	1145.96 (173.545)	838.73 (144.838)	

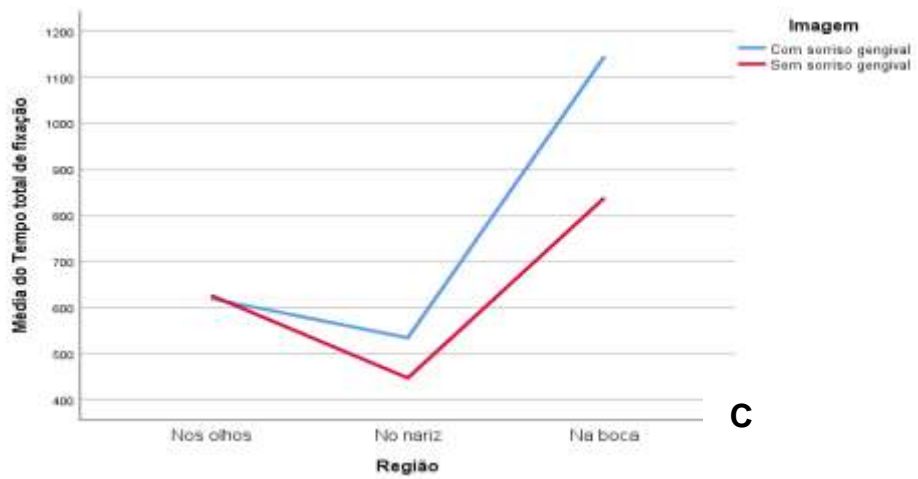
Participantes: 58. Diferença estatística $p < 0.05$.



A



B



C

FIGURA 7. RASTREAMENTO DO OLHAR POR ADI. MÉDIA DO NÚMERO TOTAL DE FIXAÇÕES (A), TEMPO ATÉ PRIMEIRA FIXAÇÃO (B) E TEMPO TOTAL DE FIXAÇÃO (C).

Escala Visual Analógica

As notas da EVA apresentaram diferença estatística entre as duas imagens da pesquisa ($p=0.000$) (tabela III). A imagem antes do tratamento com a toxina recebeu médias de notas menores do que após a aplicação. Em contrapartida, a imagem após aplicação da toxina botulínica foi mais atrativa que a de antes, com exposição gengival.

Tabela III. COMPARAÇÃO ENTRE AS IMAGENS ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA X ESCALA VISUAL ANALÓGICA

Imagem	Grupo	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média	P valor
EVA	Com sorriso gengival	48.76	23.380	3.070	0.000*
	Sem sorriso gengival	68.57	27.404	3.598	

Participantes: 58. Diferença estatística $p<0.05$.

Questionário

As cinco categorias: “simpatia”, “satisfação com o sorriso”, “insatisfação com a exposição dentária”, “insatisfação com a exposição gengival” e “timidez” foram correlacionadas com as imagens (Tabela IV). As variáveis “satisfeita com o sorriso” ($p=0.000$), “insatisfeita com a exposição da gengiva” ($p=0.000$) e “insatisfeita com a exposição dos dentes” ($p<0.05$) obtiveram diferença estatística. Segundo os observadores, a modelo de antes da aplicação estaria insatisfeita com a exposição excessiva da gengiva e a de após, satisfeita com o sorriso e insatisfeita com a exposição dentária.

Tabela IV. ASSOCIAÇÃO DAS IMAGENS ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA X VARIÁVEIS DO QUESTIONÁRIO

Variáveis do Questionário	Resposta	Com sorriso gengival	Sem sorriso gengival	P valor
Simpatia	Sim	48.50%	51.50%	0.852
	Não	51.90%	48.10%	
Satisfação com o sorriso	Sim	19.60%	80.40%	0.0000*
	Não	68.90%	31.10%	
Insatisfação com a exposição dentária	Sim	23.10%	76.90%	0.039*
	Não	53.30%	46.70%	
Insatisfação com a exposição gengival	Sim	80.40%	19.60%	0.0000*
	Não	31.10%	68.90%	
Aparenta timidez	Sim	33.30%	66.70%	0.402
	Não	50.90%	49.10%	

Participantes: 58. Diferença estatística $p < 0.05$.

Comparativo por sexo

Um comparativo dos itens do questionário entre sexos está disposto na tabela V. Houve diferença estatística entre os sexos ($p < 0.05$) no item “simpatia” do questionário para a imagem após aplicação da toxina botulínica. Para o sexo feminino, a pessoa na imagem com menor exposição gengival aparentou ser mais “simpática”. Já para o sexo masculino, houve diminuição da simpatia após a aplicação de toxina botulínica. Na imagem antes da aplicação da toxina, a taxa de resposta foi similar entre o sexo masculino e feminino.

Não houve diferença estatisticamente significativa para os outros itens do questionário. Tanto o sexo masculino quanto o feminino consideraram que houve aumento da satisfação com o sorriso e diminuição da insatisfação com a exposição gengival na imagem após a aplicação da toxina botulínica.

Tabela V. COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO SEXO MASCULINO E FEMININO X QUESTIONÁRIO

Questionário		Com sorriso gengival			Sem sorriso gengival		
Variável	Resposta	Masculino	Feminino	P valor	Masculino	Feminino	P valor
Simpatia	Sim	54.3%	56.5%	0.867	45.7%	73.9%	0.034*
	Não	45.7%	43.5%		54.3%	26.1%	
Satisfação com o sorriso	Sim	17.1%	8.7%	0.361	54.3%	69.6%	0.245
	Não	82.9%	91.3%		45.7%	30.4%	
Insatisfeita com exposição dentária	Sim	2.9%	8,70%	0.326	14.3%	21.7%	0.462
	Não	97.1%	91,30%		85.7%	78.3%	
Insatisfeita com exposição gengival	Sim	62.9%	65.2%	0.855	20.0%	8.7%	0.245
	Não	37.1%	34.8%		80.0%	91.3%	
Timidez	Sim	0.00%	8.7%	0.076	11.4%	0.00%	0.093
	Não	100.00%	91.3%		88.6%	100.00%	

Participantes: 58. Diferença estatística $p < 0.05$.

Tanto o sexo masculino quanto o feminino levaram menos tempo para a primeira visualização na boca, quando comparado com os olhos e nariz, tanto na imagem antes da aplicação da toxina botulínica como após (tabela VI). Houve diferença estatística significativa ($p < 0.05$) no tempo até a primeira fixação no nariz, na imagem sem sorriso gengival, onde os homens levaram um tempo consideravelmente maior para olhar para essa região, quando comparado ao sexo feminino. O tempo total de fixação na boca por visualizadores do sexo masculino, foi maior do que nas áreas de interesse “olho” e “nariz”. Para o sexo feminino, houve um equilíbrio entre as visualizações das 3 áreas de interesse. Ambos os sexos apresentaram aumento na nota da EVA na imagem com menor exposição gengival, considerando mais atrativa a imagem após a aplicação de toxina botulínica.

Tabela VI. COMPARAÇÃO DE VALORES MÉDIOS PARA AS VARIÁVEIS DO RASTREAMENTO DO OLHAR EM RELAÇÃO AO SEXO DO PARTICIPANTE

Rastreamento do olhar		Com sorriso gengival		Sem sorriso gengival	
Variável	Sexo	Média	P valor	Média	P valor
Número de fixações nos olhos	Masculino	2.0	0.913	1.67	0.230
	Feminino	2.25		2.33	
Número de fixações no nariz	Masculino	1.17	0.535	1.0	0.215
	Feminino	1.67		1.75	
Número de fixações na boca	Masculino	2.60	0.816	2.08	0.562
	Feminino	2.44		1.78	
Tempo até 1ª fixação nos olhos	Masculino	3130.00	0.790	1989.00	0.656
	Feminino	2556.25		1643.67	
Tempo até 1ª fixação no nariz	Masculino	1163.67	0.143	2973.43	0.003*
	Feminino	2963.67		666.25	
Tempo até 1ª fixação na boca	Masculino	741.53	0.859	852.08	0.241
	Feminino	843.89		281.89	
Tempo total de fixação nos olhos	Masculino	499.00	0.851	542.67	0.497
	Feminino	649.50		710.33	
Tempo total de fixação no nariz	Masculino	462.50	0.639	323.71	0.301
	Feminino	677.67		699.50	
Tempo total de fixação na boca	Masculino	1254.07	0.433	768,75	0.912
	Feminino	965.78		858.67	
EVA	Masculino	47.22	0.637	66.34	0.437
	Feminino	50.26		71.96	

Participantes: 58. Diferença estatística $p < 0.05$.

5. DISCUSSÃO

O sorriso representa um importante papel na atratividade facial podendo afetar atributos pessoais, profissionais, bem como a qualidade de interações sociais,²⁵ o que o torna uma das características de maior relevância na Odontologia.

Neste estudo, foi realizada a aplicação de toxina botulínica tipo A em uma voluntária do sexo feminino, para avaliar a percepção estética da face ao diminuir a exposição gengival excessiva. A aplicação ocorreu no ponto de Yonsei, que delimita a área onde se encontram os 3 principais músculos responsáveis pelo sorriso, aumentando a eficácia da aplicação ao permitir que a toxina seja difundida mais facilmente, paralisando esses músculos e diminuindo a necessidade de múltiplas aplicações em diversos pontos.²³ A realização de intervenção neste estudo buscou obter um resultado autêntico, o que talvez não fosse verossímil com o uso de imagens manipuladas digitalmente.

Pesquisas utilizando o rastreamento do olhar reportaram um padrão nas visualizações, onde a concentração ocorre no centro da face, como olhos, nariz e boca, com atenção maior nos olhos. Nestes casos, as pesquisas selecionaram modelos com padrões faciais bem equilibrados^{26,27} e as imagens utilizadas apresentavam a face neutra, sem sorrir.²⁸⁻³⁰ Em contrapartida, estudos utilizando o rastreamento do olhar avaliando imagens que apontavam a necessidade de tratamento ortodôntico apresentaram aumento da atenção na região da boca conforme acentuou-se a maloclusão.^{31,32} O sorriso gengival, por ser considerado uma característica pouco atrativa,³³⁻³⁵ pode ter influenciado na maior concentração de visualizações na região da boca na imagem onde a exposição gengival é maior, antes da aplicação de toxina botulínica, conforme verificado nos mapas de calor e de pontos. Apesar de existirem diferenças na região dos olhos antes e após a aplicação da toxina botulínica no presente trabalho, não houve nenhum comprometimento nos resultados deste estudo, visto que esta região não recebeu tanta visualização como a área de interesse boca.

Essas alterações de normalidade nas visualizações, com a boca recebendo mais atenção que outras áreas, indicam que variações na face podem inverter a região de destaque,^{36,37} aumentando a visualização em determinada área que possua algum

tipo de variante. Isso ocorre devido à necessidade de reconhecimento facial quando a imagem visualizada apresenta alteração que não seja familiar ao observador.³⁸

A existência de padrões culturais de leitura, como ler progressivamente da esquerda para a direita ou da direita para a esquerda, podem ter influenciado na concentração de visualizações no lado esquerdo nos mapas de calor e mapa de pontos. O mesmo resultado ocorreu em estudos com brasileiros³⁹ e indianos,²⁹ onde o padrão de leitura ocorre da esquerda para a direita. Já em estudos realizados em países asiáticos, como por exemplo na China, onde o padrão de leitura é da direita para a esquerda, o resultado pode ser inverso, com o lado direito recebendo mais visualizações.⁴⁰ Por este motivo, aconselha-se o espelhamento de um dos lados da imagem, como realizado no presente estudo.

Em relação ao benefício da toxina botulínica, o resultado sugere um aumento estatisticamente significativo na atratividade facial após a aplicação da toxina. Esses resultados são consistentes com a melhora estética do sorriso gengival após a aplicação da toxina em outros estudos, que também utilizaram a Escala Visual Analógica como medida de avaliação. Nessas pesquisas, as escalas apresentaram variações de 1 a 5,⁴¹ de 1 a 10^{42,43} e, como no presente estudo, de 1 a 100.^{42,43} Verificou-se que, independentemente da gradação utilizada na EVA nessas análises, as médias das notas que os avaliadores apresentaram nas imagens antes da toxina foram menores, aumentando na imagem após a aplicação da toxina. O mesmo resultado foi obtido nesta pesquisa, com a média da nota na escala visual analógica de 48.76 antes da aplicação da toxina e 69.57 após a aplicação da toxina, um aumento de 42,67% na atratividade facial.

No presente estudo, não houve diferença estatisticamente significativa na percepção entre homens e mulheres ao realizar a avaliação da face como um todo, tanto no rastreamento do olhar quanto na avaliação da EVA, o mesmo resultado foi encontrado em outros estudos que utilizaram as mesmas ferramentas.^{19,33,44} Em contrapartida, o estudo que verificou que o sexo feminino avalia o sorriso gengival com notas maiores que o sexo masculino,⁴⁵ utilizou somente imagens do terço inferior da modelo, sem que pudesse ser feita uma avaliação facial completa. Ao utilizar a imagem do rosto inteiro da face da modelo voluntária, permitimos que o sorriso gengival fosse analisado não como componente isolado, mas em conjunto com outras

características para uma avaliação mais completa da influência do sorriso gengival na atratividade facial.

Os resultados sugerem que a possibilidade de correção do sorriso gengival proposta neste estudo, pode ser apresentada ao paciente como uma alternativa de tratamento, uma vez que leigos consideraram mais atrativa a face da modelo voluntária após diminuição da exposição gengival excessiva. Apesar da toxina botulínica possuir um curto período de duração (de 12 a 24 semanas),⁴⁶ a indicação deste tratamento minimamente invasivo¹⁵ pode ser preferido pelo paciente, principalmente ao considerar sua reversibilidade, já que haverá uma diminuição fisiológica da exposição dos incisivos superiores e aumento da exposição dos incisivos inferiores com o envelhecimento,⁴⁷ em comparação aos outros tratamentos irreversíveis existentes, como tratamento ortodôntico, cirurgia ortognática e reposicionamento labial;^{48,49} ou pode ser utilizado como um tratamento coadjuvante em Ortodontia e Periodontia.

6. CONCLUSÕES

Houve variação na percepção da estética facial após a aplicação de toxina botulínica. A diminuição da exposição gengival resultou em melhora na atratividade. Verificou-se também aumento na “satisfação com o sorriso” e na “insatisfação com a exposição dentária” e diminuição da “insatisfação com a exposição gengival”.

7. REFERÊNCIAS

1. Wang C, Hu Wj, Liang Lz, Zhang Yl, Chung KH. Esthetics and smile-related characteristics assessed by laypersons. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2018;30:136-145.
2. Albino JE, Lawrence SD, Tedesco LA. Psychological and social effects of orthodontic treatment. *Journal of behavioral medicine* 1994;17:81-98.
3. Allen E. Use of mucogingival surgical procedures to enhance esthetics. *Dental Clinics of North America* 1988;32:307-330.
4. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1993;103:299-312.
5. Guo J, Gong H, Tian W, Tang W, Bai D. Alteration of gingival exposure and its aesthetic effect. *Journal of Craniofacial Surgery* 2011;22:909-913.
6. Flanary C. The psychology of appearance and the psychological impact of surgical alteration of the face. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery* 1992:3-21.
7. Kattimani V, Tiwari RVC, Gufran K, Wasan B, Shilpa P, Khader AA. Botulinum toxin application in facial esthetics and recent treatment indications (2013-2018). *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 2019;9:99.
8. Antoniazzi RP, Fischer LS, Balbinot CEA, Antoniazzi SP, Skupien JA. Impact of excessive gingival display on oral health-related quality of life in a Southern Brazilian young population. *J Clin Periodontol* 2017;44:996-1002.
9. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *The Journal of prosthetic dentistry* 1984;51:24-28.
10. Silberberg N, Goldstein M, Smidt A. Excessive gingival display--etiology, diagnosis, and treatment modalities. *Quintessence Int* 2009;40:809-818.
11. Nayyar P, Kumar P, Nayyar PV, Singh A. Botox: broadening the horizon of dentistry. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 2014;8:ZE25.
12. Polo M. Botulinum toxin type A in the treatment of excessive gingival display. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005;127:214-218.
13. Dolly J, Aoki K. The structure and mode of action of different botulinum toxins. *European Journal of Neurology* 2006;13:1-9.
14. Jaspers GW, Pijpe J, Jansma J. The use of botulinum toxin type A in cosmetic facial procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:127-133.
15. Polo M. Botulinum toxin type A (Botox) for the neuromuscular correction of excessive gingival display on smiling (gummy smile). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:195-203.
16. Ackerman JL, Ackerman MB, Brensinger CM, Landis JR. A morphometric analysis of the posed smile. *Clinical orthodontics and research* 1998;1:2-11.
17. Rifkin R. Facial analysis: a comprehensive approach to treatment planning in aesthetic dentistry. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:865-871; quiz 872.
18. Moore T, Southard KA, Casco JS, Qian F, Southard TE. Buccal corridors and smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:208-213; quiz 261.
19. Chang CA, Fields HW, Jr., Beck FM, Springer NC, Firestone AR, Rosenstiel S et al. Smile esthetics from patients' perspectives for faces of varying attractiveness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:e171-180.
20. Parrini S, Rossini G, Castroflorio T, Fortini A, Deregibus A, Debernardi C. Laypeople's perceptions of frontal smile esthetics: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:740-750.

21. Itti L. The iLab Neuromorphic Vision C++ Toolkit: Free tools for the next generation of vision algorithms. *The Neuromorphic Engineer* 2004;1:10.
22. Berlyne DE. The influence of complexity and novelty in visual figures on orienting responses. *J Exp Psychol* 1958;55:289-296.
23. Hwang WS, Hur MS, Hu KS, Song WC, Koh KS, Baik HS et al. Surface anatomy of the lip elevator muscles for the treatment of gummy smile using botulinum toxin. *Angle Orthod* 2009;79:70-77.
24. Howells DJ, Shaw WC. The validity and reliability of ratings of dental and facial attractiveness for epidemiologic use. *Am J Orthod* 1985;88:402-408.
25. Shaw WC, Rees G, Dawe M, Charles CR. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod* 1985;87:21-26.
26. Mertens I, Siegmund H, Grusser OJ. Gaze motor asymmetries in the perception of faces during a memory task. *Neuropsychologia* 1993;31:989-998.
27. Hickman L, Firestone AR, Beck FM, Speer S. Eye fixations when viewing faces. *J Am Dent Assoc* 2010;141:40-46.
28. Hills PJ, Pake JM. Eye-tracking the own-race bias in face recognition: revealing the perceptual and socio-cognitive mechanisms. *Cognition* 2013;129:586-597.
29. Bagepally BS. Gaze pattern on spontaneous human face perception: An eye tracker study. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology* 2015;41:128-131.
30. Barton JJ, Radcliffe N, Cherkasova MV, Edelman J, Intriligator JM. Information processing during face recognition: the effects of familiarity, inversion, and morphing on scanning fixations. *Perception* 2006;35:1089-1105.
31. Richards MR, Fields HW, Jr., Beck FM, Firestone AR, Walther DB, Rosenstiel S et al. Contribution of malocclusion and female facial attractiveness to smile esthetics evaluated by eye tracking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:472-482.
32. Johnson EK, Fields HW, Jr., Beck FM, Firestone AR, Rosenstiel SF. Role of facial attractiveness in patients with slight-to-borderline treatment need according to the Aesthetic Component of the Index of Orthodontic Treatment Need as judged by eye tracking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:297-310.
33. Kokich VO, Jr., Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent* 1999;11:311-324.
34. Pithon MM, Santos AM, Viana de Andrade AC, Santos EM, Couto FS, da Silva Coqueiro R. Perception of the esthetic impact of gingival smile on laypersons, dental professionals, and dental students. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115:448-454.
35. Celikdelen M, Bicakci AA. Factors Affecting Smile Attractiveness: An Eye Tracking Study. *Journal of Research in Medical and Dental Science* 2020;8:56-70.
36. Arizpe J, Kravitz DJ, Yovel G, Baker CI. Start position strongly influences fixation patterns during face processing: difficulties with eye movements as a measure of information use. *PLoS One* 2012;7:e31106.
37. Manor BR, Gordon E. Defining the temporal threshold for ocular fixation in free-viewing visuocognitive tasks. *J Neurosci Methods* 2003;128:85-93.
38. van Belle G, Ramon M, Lefevre P, Rossion B. Fixation patterns during recognition of personally familiar and unfamiliar faces. *Front Psychol* 2010;1:20.
39. Gobel SM. Up or down? Reading direction influences vertical counting direction in the horizontal plane - a cross-cultural comparison. *Front Psychol* 2015;6:228.

40. Wang X, Cai B, Cao Y, Zhou C, Yang L, Liu R et al. Objective method for evaluating orthodontic treatment from the lay perspective: An eye-tracking study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:601-610.
41. Sriphadungporn C, Chamnannidiadha N. Perception of smile esthetics by laypeople of different ages. *Prog Orthod* 2017;18:8.
42. Cengiz AF, Goymen M, Akcali C. Efficacy of botulinum toxin for treating a gummy smile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;158:50-58.
43. Sucupira E, Abramovitz A. A simplified method for smile enhancement: botulinum toxin injection for gummy smile. *Plast Reconstr Surg* 2012;130:726-728.
44. Ker AJ, Chan R, Fields HW, Beck M, Rosenstiel S. Esthetics and smile characteristics from the layperson's perspective: a computer-based survey study. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1318-1327.
45. Geron S, Atalia W. Influence of sex on the perception of oral and smile esthetics with different gingival display and incisal plane inclination. *Angle Orthod* 2005;75:778-784.
46. Chagas TF, Almeida NV, Lisboa CO, Ferreira D, Mattos CT, Mucha JN. Duration of effectiveness of Botulinum toxin type A in excessive gingival display: a systematic review and meta-analysis. *Braz Oral Res* 2018;32:e30.
47. Vig RG, Brundo GC. The kinetics of anterior tooth display. *J Prosthet Dent* 1978;39:502-504.
48. Abdullah WA, Khalil HS, Alhindi MM, Marzook H. Modifying gummy smile: a minimally invasive approach. *J Contemp Dent Pract* 2014;15:821-826.
49. Monaco A, Streni O, Marci MC, Marzo G, Gatto R, Giannoni M. Gummy smile: clinical parameters useful for diagnosis and therapeutical approach. *J Clin Pediatr Dent* 2004;29:19-25.

ENGLISH ARTICLE

TITLE PAGE

**AESTHETIC PERCEPTION OF GINGIVAL SMILE BEFORE AND
AFTER APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN, VIA EYE TRACKING**

Author names

Susiane Queiroz Bastos

MsD Postgraduate Student in Orthodontics

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil

School of Life Sciences

Orlando Motohiro Tanaka

Senior Professor, Graduate Dentistry Program in Orthodontics

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil

School of Life Sciences

ABSTRACT

Introduction: We aimed to evaluate laypeople's visual perception of the gingival smile before and after botulinum-toxin application, using eye-tracking technology. **Methods:** Two frontal photographs of a female volunteer's face with gingival smile were used. One before and another 30 days after the toxin application in the upper lip levator muscle region. The images were evaluated by 58 participants. Using the OGAMA software, visualization data were obtained in three areas of interest (AOIs) through eye-tracking. A visual analog scale (VAS) was used to assess facial attractiveness, and a questionnaire to assess the perception of sympathy, satisfaction with the smile, dissatisfaction with dental and gingival exposure, and shyness. **Results:** Heat and point maps showed that the participants visually concentrated on the mouth region, with a small transition to the nose and eyes in the pre-procedure image. The mouth region was the AOI where the first visualization occurred in a shorter time compared to the latter areas ($p < 0.05$). VAS revealed that attractiveness increased in the image with less gingival exposure ($p < 0.05$). After the toxin application, satisfaction with the smile increased ($p < 0.05$), and dissatisfaction with gingival exposure decreased ($p < 0.05$). However, dissatisfaction with dental exposure increased ($p < 0.05$). **Conclusions:** We discovered that the mouth attracted greater attention from participants in less time compared to other AOIs. The decrease in gingival exposure after the botulinum toxin application resulted in improved facial esthetics. There was a perceptible increase in "satisfaction with the smile" and a decrease in "dissatisfaction with gingival exposure." Conversely, the "dissatisfaction with dental exposure" increased.

Keywords: Smile. Botulinum Toxin Type A. Gingival display. Visual perception.

1. INTRODUCTION

An esthetic smile is the result of a combination of different components, such as soft tissue, dental, and gingival exposure. This is one of the goals for dental treatments, as these components must balance with each other.¹ The length of the upper lip, the size of the incisors, and excessive gingival exposure are factors that have the greatest impact on the smile.^{2,3} Specifically, the gingival smile, recognized as an esthetic problem, is influenced by all of these elements.^{4,5}

Lip movements control the amount of gingival exposure, dictating the composition of the smile. Thus, the visibility of the gingiva and the dental disposition is formed by the lip position and the height of the smile line.⁶ A smile with more than 2 mm of gingival exposure can be seen as unsightly. Therefore, dissatisfaction with appearance is usually the main reason for seeking treatment,^{7,8} especially by women. This is because the prevalence of gingival smiles in women is twice as high as that of men.⁹ This is often attributed to excessive contraction of the muscles of the upper lip. This is also a possible cause of the alteration of passive eruption pathways, vertical maxillary excess, anterior tooth-alveolar extrusion, and thin upper lip.¹⁰ A recommended treatment is botulinum toxin type A, which, when applied in small doses, limits the contraction of the upper lip elevating muscles, reducing gingival exposure by blocking the release of acetylcholine at the neuromuscular junction.^{11,12} Consequently, this paralysis reduces afferent feedback from the immobilized muscle towards the brain.¹³

When applied to treat gummy smiles, this toxin maintains the ability to smile, despite the vertical relaxation of the upper lip.¹⁴ This makes it a minimally invasive intervention option to be considered in the treatment plan.¹⁵ To compose this esthetic planning, the use of extra-oral photographs has become an indispensable resource of evaluation in dentistry. This allows for a wide facial analysis to be carried out in conjunction with the smile analysis for the elaboration of an accurate diagnosis.^{16,17}

Studies concerning the esthetics of the smile and its interference in facial attractiveness contribute to determining the need for intervention. Thus, this can be performed using different methodologies and perspectives.¹⁸⁻²⁰ Eye-tracking for visual perception analysis consists of assessing the position and movement of the eyes using

an eye-tracking device, verifying the path that the eye takes in a given image, providing data such as the path taken, time until the first fixation, and total fixation time in a given area.²¹ The location that receives the most attention from the viewer will be the area with the most fixations and where the focus occurs for the longest time; thus allowing us to assess which characteristic holds the greatest interest.²²

Exploring this methodology, not yet used for this purpose, the objective of this study was to evaluate the esthetic perception of a gingival smile before and after the application of botulinum toxin type A, using eye-tracking technology, a visual analog scale, and a questionnaire.

2. OBJECTIVE

Visual perception and facial attractiveness were evaluated using images of an adult female face with a gingival smile, before and after the application of botulinum toxin, through eye-tracking, a visual analog scale, and a questionnaire.

3. MATERIALS AND METHODS

An observational, cross-sectional, prospective, self-paired study was conducted. The research project was approved by the Ethics Committee of PUCPR (ECP), registration number: 3,729,413 (ANNEX 1).

Application of botulinum toxin type A

A female volunteer (referred to in this study as a voluntary model), 24 years old, with a gingival smile, was selected for the application of botulinum toxin type A. The site of application of the toxin was at the Yonsei point,²³ which consists of delimitation of an area of 2 cm in diameter, with the center established in the region of the levator muscle of the upper lip, where the zygomatic minor muscle, the levator muscle of the upper lip, and the wing of the nose meet.

Two points were delimited on each side of the voluntary model's face for the application of two units of toxin in each of the four points (Fig. 1). The toxin brand used was BOTOX® (Allergan, Inc., Irvine, California), in the form of an ampoule containing lyophilized powder. The content was diluted in 1 mL of 0.9% sodium chloride, totaling 100 units of toxin (10 units/0.1 mL).



Fig 1. Delimitation of the injection area.

Photograph

Two facial photographs of the volunteer model were taken, one before and another 30 days after the toxin application (Fig. 2). Photographs were taken with a Canon XT digital camera (Canon Inc., Tokyo, Japan), 50 mm Sigma macro lens, and a Sigma flash (Sigma Corp., Kawasaki, Japan) at a standard distance of 90 cm, with high-resolution quality, in an illuminated studio and with a black background. Her head was oriented with the Frankfurt plane parallel to the ground and with the median sagittal plane perpendicular to the horizontal plane, smiling, with limited makeup, without earrings and piercings.

The photographs were standardized using Photoshop® (Adobe®, San Jose, CA, USA), removing imperfections that could distract the viewer's attention and focus from the objective (such as props and skin blemishes). Additionally, one side was mirrored so that the face was symmetrical.



FIG 2. PHOTOGRAPHS TAKEN BEFORE (A) AND 30 DAYS AFTER (B) APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A.

Sample

Fifty-eight adults, aged between 18 and 71 years, lay in dentistry, 60.3% males and 39.7% females participated in the study. All participants signed an informed consent form after learning the details and conditions of the study.

We excluded individuals with the following features: previous neurological and/or visual problems, recent intake of alcohol or medication that could interfere with cognitive skills, use of glasses (the lenses could interfere with the sensor), family history of congenital facial anomalies, and history of participation in eye-tracking surveys.

Determination of Areas of Interest

For the analysis of eye movements, three areas of interest (AOIs) were determined in the images to be viewed (the participants were unaware of these delimitations at the time when the information was collected), in order to define regions on the face, such as the mouth, nose, and eyes (Fig. 3).

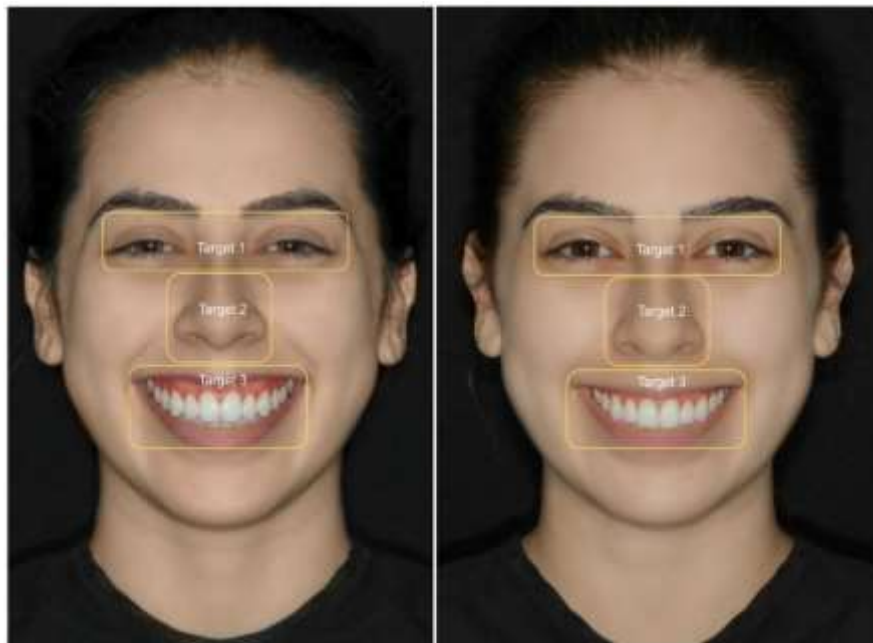


FIG 3. AREAS OF INTEREST (AOIS).

In the AOIs, the fixations were recorded and analyzed using the OGAMA software (Freie Universität, Berlin, Germany) to obtain eye-tracking data. The number of fixations, the time until the first fixation, and the total fixation time on each AOI were analyzed. The heat map provided, from a color scale, the concentration of fixation in the defined areas, going from light (green) to dark (red), and more visualizations.

Eye Tracking

The age and sex of the participants were recorded. Then, they were invited to evaluate the images, without explaining to them what these images represented. However, the only explanation given was that it was a study on the perception of attractiveness and that they would be viewed on a monitor.

Thereafter, they sat on a chair in a quiet room, 60 cm away from the high resolution (768 × 1366 pixels) monitor (Dell P2317H; Dell Inc., Round Rock, TX, USA) positioned vertically and from the hardware eye-tracker (Fig. 4). Only the participants and evaluators were present in the room.

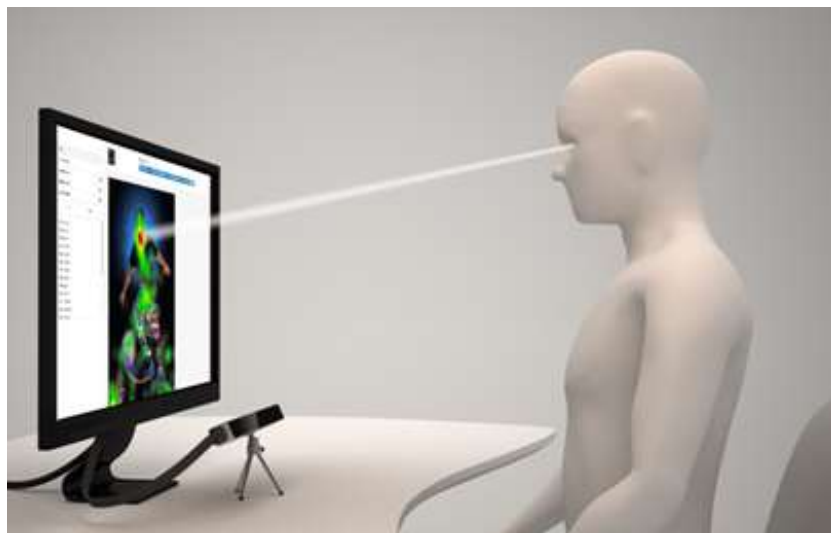


FIG 4. EXAMPLE OF THE PARTICIPANT'S POSITIONING IN RELATION TO EYE-TRACKER.

To start the eye-tracking test, eye movement calibration was performed, and only participants with software-designated admissible results were considered. The test was repeated when the calibration results were unsatisfactory.

The hardware used for eye-tracking was TheEyeTribe® (The Eye Tribe Aps, Copenhagen, Denmark), in conjunction with OGAMA 5.0, which was used to track participants' eye movements. After the calibration was completed, data collection was initiated. Based on the results, the heat maps, map of visualization points, and trajectory of the gaze were obtained through the software. In the heat map, the averages between the visualizations were compared, progressing from the cold color (green) to the warm colors (red). The more reddish the color, the more visualizations a given area received. A point was inserted into the point map each time a visualization was detected.

The observers visualized a random sequence of 21 images, including the two images of the current study's volunteer model. One before and the other after the toxin application. The 19 extra images that were visualized were not included in this study. These consisted of facial images of children, youth, adults, and the elderly, all smiling, both male and female. Additional images were used to avoid comparisons between the images taken before and after the toxin application due to the proximity of the display. Each image was displayed for 5 seconds. To avoid interference from the final connection point to the previous slide, the first connection point on the next slide was programmed to be ignored, in a time interval of 200 ms, in the OGAMA 5.0.

Visual Analog Scale (VAS)

A Visual Analogue Scale was used to analyze the attractiveness of facial aesthetics after the eye-tracking session. The scale was presented on the screen, where a score should be established with a gradation of 0 to 100. A value closer to 0 indicates that the evaluator considered the image to be less attractive, and closer to 100, more attractive.²⁴ The twenty-one images used previously were also used to assess the VAS.

Observers were asked to complete a survey on a Dell Inspiron 7375 touch 2 - 1 computer, opened in the Qualtrics® application (Qualtrics Labs Inc., Provo, UT). They could choose to respond on their mobile device, with the premise that the responses would be sent in the presence of the person responsible for the research.

Questionnaire

In the last stage of the research, the observers answered a questionnaire with the following questions: "Do you consider this person to be friendly?," "Do you think that person is satisfied with their smile?," "Do you consider this person dissatisfied with their dental exposure?," "Do you consider this person dissatisfied with their gum exposure?," and "Do you consider this person to be shy?." The questions appeared in this sequence on the computer screen, below the image of the voluntary model, for the images before and after the application of botulinum toxin separately. The answers were arranged in the form of YES, if the person agreed with the question, and NO if they disagreed.

Data analysis

The results obtained from eye-tracking, VAS, and the questionnaire were tabulated in Microsoft Excel software and analyzed using SPSS version 25 (Statistical Package for Social Sciences Software, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The Student's t-test for independent samples was applied to analyze significant differences between the images concerning the number of fixations, time until the first fixation, total fixation time, VAS, and differences between male and female participants. The Kruskal-Wallis test was also applied between the variables of gaze tracking comparing the three AOIs. Pearson's Chi-square test was applied between the images in contrast to the variables sympathy, satisfaction with the smile, dissatisfaction with dental exposure, dissatisfaction with gingival exposure, and shyness.

4. RESULTS

The study was conducted with 58 participants (60.3% men and 39.7% women). The average age was 35.81 years, 37 years old being an average age for men and 34 years for women. Qualitative results were generated in the form of a heat map and dot map, and quantitative results were generated in the form of statistical analysis.

Eye Tracking

The results of the heat map before and after the toxin application are shown in figure 5. For the pre-application image, the greatest focus was observed to be registered on the mouth, around the region of central incisors and gingival exposure, with little or no deviation to other areas. For the post-application image, the greater focus remained on the mouth, in the region of the incisors and lower lip. Furthermore, a greater deviation to the nose and ocular region was noticed, which was corroborated by the dot map analysis. (Fig. 6).

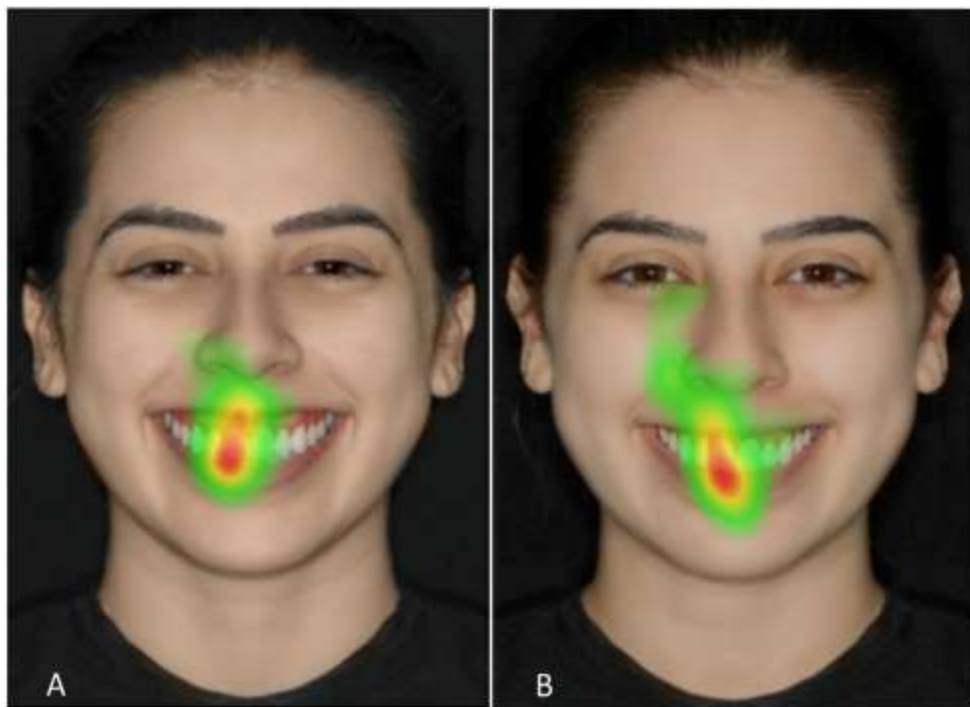


FIG 58. HEAT MAP. BEFORE (A); AND 30 DAYS AFTER (B) APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A.

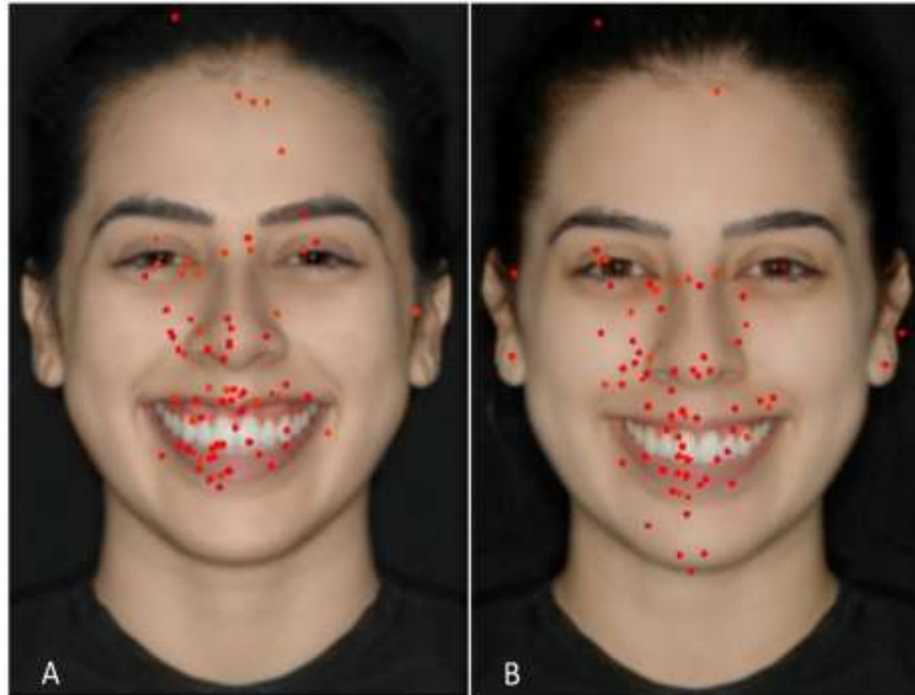


FIG 69. MAP OF VISUALIZATION POINTS. BEFORE (A); AND 30 DAYS AFTER (B) APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A.

There was no statistically significant difference in the AOIs before and after toxin application (Table I). Concerning the AOI (eyes, mouth, and nose) (Table II), it was noted that the region of the mouth took less time to attract attention ($p < 0.05$) when compared to the eyes and nose. Figure 7 represents this statistical analysis, allowing verification of the difference between the time until the first fixation (Fig. 7B) before and after the application of botulinum toxin.

Table I. COMPARISON BETWEEN IMAGE BEFORE AND AFTER APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A X EYE-TRACKING

Variables	Group	Mean	Std Deviation	Std Error Mean	P valor
Number of fixations at eyes	With gingival smile	2.20	1.643	0.735	0.788
	Without gingival smile	2.00	0.632	0.258	
Number of fixations at nose	With gingival smile	1.33	0.707	0.236	0.844
	Without gingival smile	1.27	0.647	0.195	
Number of fixations at mouth	With gingival smile	2.54	1.532	0.313	0.196
	Without gingival smile	1.95	1.465	0.320	
Time until 1st fixation at eyes	With gingival smile	2671.00	1.549.041	692.752	0.268
	Without gingival smile	1816.33	809.242	330.371	
Time until 1st fixation at nose	With gingival smile	1763.67	1.700.588	566.863	0.626
	Without gingival smile	2134.45	1.629.582	491.337	
Time until 1st fixation at mouth	With gingival smile	779.92	1.324.472	270.357	0.646
	Without gingival smile	607.71	1.149.789	250.905	
Complete fixation time at eyes	With gingival smile	619.40	572.896	256.207	0.979
	Without gingival smile	626.50	262.515	107.171	
Complete fixation time at nose	With gingival smile	534.22	591.116	197.039	0.742
	Without gingival smile	460.36	392.490	118.340	
Complete fixation time at mouth	With gingival smile	1145.96	850.192	173.545	0.151
	Without gingival smile	807.29	679.529	148.285	

Participants: 58 laypeople. Statistically significant at $p < 0.05$.

Table II. COMPARISON BETWEEN AREAS OF INTEREST BEFORE AND AFTER APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A

Eye-tracking	With gingival smile	Without gingival smile	P valor
	Mean (std deviation)	Mean (std deviation)	
Number of fixations at eyes	2.20 (.735)	2.00 (.258)	0.54
Number of fixations at nose	1.33 (.236)	1.25 (.179)	
Number of fixations at mouth	2.54 (.313)	2.00 (.309)	
Time until 1st fixation at eyes	2671.00 (.692.752)	1816.33 (330.371)	0.001*
Time until 1st fixation at nose	1763.67 (566.863)	2342.50 (494.429)	
Time until 1st fixation at mouth	779.92 (270.357)	580.09 (240.818)	
Complete fixation time at eyes	619.40 (256.207)	626.50 (107.171)	0.138
Complete fixation time at nose	534.22 (197.039)	447.00 (108.853)	
Complete fixation time at mouth	1145.96 (173.545)	838.73 (144.838)	

Participants: 58 laypeople. Statistically significant at $p < 0.05$.

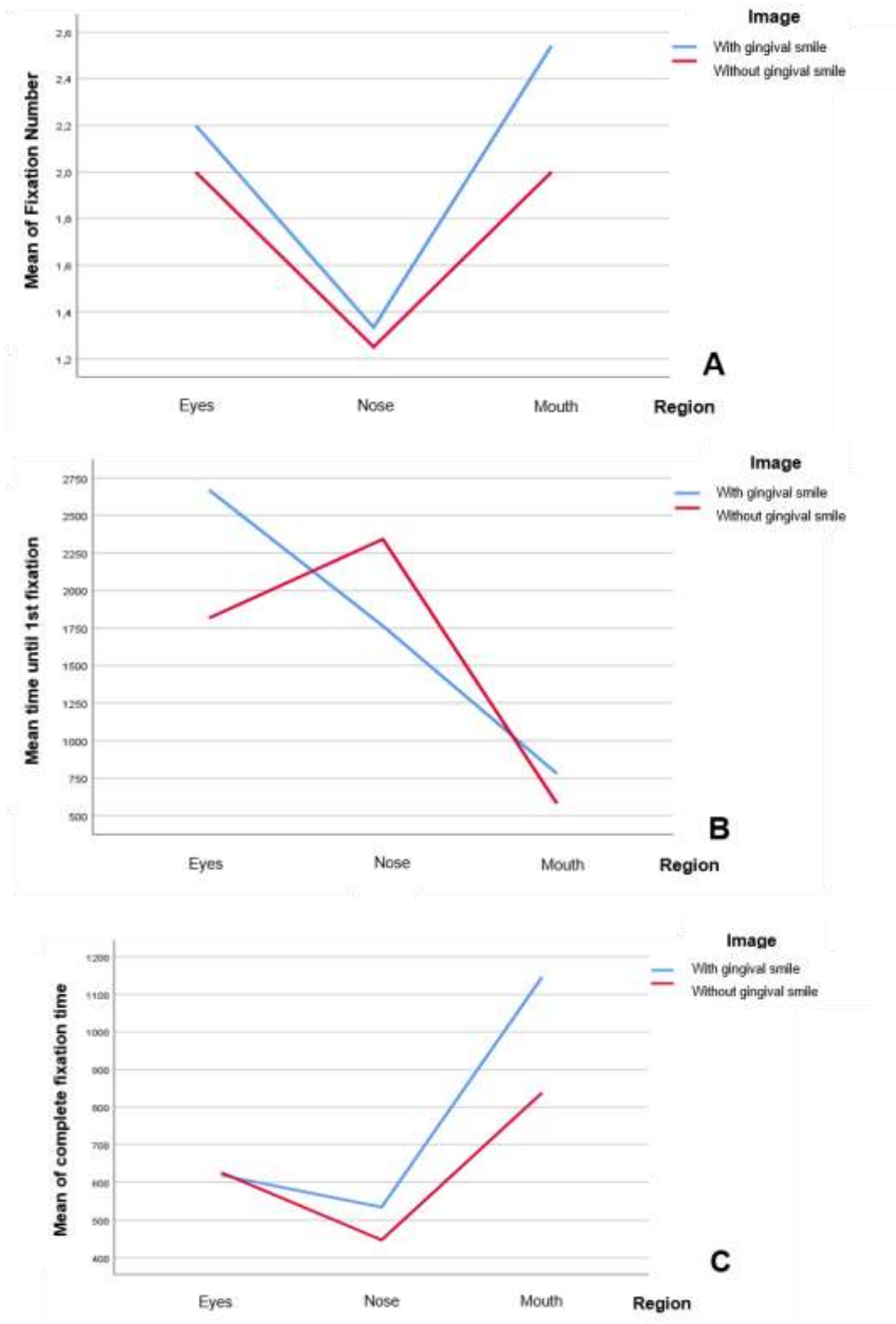


Fig 7. Aoi eye-tracking. Mean of fixation number (A), time until first fixation (B), and complete fixation time (C).

Visual Analog Scale (VAS)

The VAS scores showed a statistically significant difference between the two research images ($p = 0.000$) (Table III). The pre-treatment image received lower average scores than the post-treatment image, which was deemed more attractive than the image with gingival exposure.

Table III. COMPARISON BETWEEN IMAGE BEFORE AND AFTER APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A X VISUAL ANALOG SCALE

Image	Group	Mean	Std Deviation	Std Error Mean	P valor
VAS	With gingival smile	48.76	23.380	3.070	0.000*
	Without gingival smile	68.57	27.404	3.598	

Participants: 58 laypeople. Statistically significant at $p < 0.05$.

Questionnaire

The five categories: "sympathy," "satisfaction with the smile," "dissatisfaction with dental exposure," "dissatisfaction with gingival exposure," and "shyness" correlated with the images (Table IV). The variables "satisfied with the smile" ($p = 0.000$), "dissatisfied with the exposure of the gums" ($p = 0.000$), and "dissatisfied with the exposure of the teeth" ($p < 0.05$) were statistically different. According to the observers, the model would be dissatisfied with the excessive gum exposure before the application than after, and that the latter would be satisfied with her smile and dissatisfied with her dental exposure.

Table IV. ASSOCIATION BETWEEN IMAGE BEFORE AND AFTER APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN TYPE A X QUESTIONNAIRE

Questionnaire	Answer	With gingival smile	Without gingival smile	P valor
Sympathetic	Yes	48.50%	51.50%	0.852
	No	51.90%	48.10%	
Satisfied with smile	Yes	19.60%	80.40%	0.0000*
	No	68.90%	31.10%	
Dissatisfaction with dental exposure	Yes	23.10%	76.90%	0.039*
	No	53.30%	46.70%	
Dissatisfaction with gingival exposure	Yes	80.40%	19.60%	0.0000*
	No	31.10%	68.90%	
Shyness	Yes	33.30%	66.70%	0.402
	No	50.90%	49.10%	

Participants: 58 laypeople. Statistically significant at $p < 0.05$

Comparison by sex

A comparison of the questionnaire items between the sexes is shown in Table V. There was a statistical difference between the sexes ($p < 0.05$) in the item “sympathy” of the questionnaire for the image after application of the botulinum toxin. For women, the person in the image with the least gingival exposure appeared to be more “sympathetic”. For men, this decreased after the application of botulinum toxin. In the image before the toxin application, the response rate was similar between men and women.

There were no statistically significant differences in the other items of the questionnaire. Both men and women considered that there was an increase in

satisfaction with the smile and a decrease in dissatisfaction with gingival exposure in the image after the toxin application.

Table V. COMPARISON BETWEEN MALE AND FEMALE ANSWERS IN QUESTIONNAIRE

Questionnaire		With gingival smile			Without gingival smile		
Variable	Answer	Male	Female	P valor	Male	Female	P valor
Sympathetic	Yes	54.3%	56.5%	0.867	45.7%	73.9%	0.034*
	No	45.7%	43.5%		54.3%	26.1%	
Satisfied with smile	Yes	17.1%	8.7%	0.361	54.3%	69.6%	0.245
	No	82.9%	91.3%		45.7%	30.4%	
Dissatisfaction with dental exposure	Yes	2.9%	8,70%	0.326	14.3%	21.7%	0.462
	No	97.1%	91,30%		85.7%	78.3%	
Dissatisfaction with gingival exposure	Yes	62.9%	65.2%	0.855	20.0%	8.7%	0.245
	No	37.1%	34.8%		80.0%	91.3%	
Shyness	Yes	0.00%	8.7%	0.076	11.4%	0.00%	0.093
	No	100.00%	91.3%		88.6%	100.00%	

Participants: 58 laypeople. Statistically significant at $p < 0.05$

Both men and women took less time for the first visualization in the mouth, compared with the eyes and nose; in both, the image before and after the toxin application (Table VI). There was a statistically significant difference ($p < 0.05$) in the time until the first fixation on the nose, in the image without a gingival smile, where men took considerably longer to look at this region when compared to women. The total time of fixation on the mouth by male viewers was greater than in the AOs "eye" and "nose." For women, there was a balance between the views of the three areas of interest. Both sexes exhibited increased VAS scores in the image with less gingival exposure, considering the image to be more attractive after the toxin application.

Table VI. COMPARISON OF AVERAGE VALUES FOR VARIABLES OF EYE-TRACKING IN RELATION TO PARTICIPANT'S SEX

Eye-Tracking		With gingival smile		Without gingival smile	
Variable	Sex	Mean	P valor	Mean	P valor
Number of fixations at eyes	Male	2.0	0.913	1.67	0.230
	Female	2.25		2.33	
Number of fixations at nose	Male	1.17	0.535	1.0	0.215
	Female	1.67		1.75	
Number of fixations at mouth	Male	2.60	0.816	2.08	0.562
	Female	2.44		1.78	
Time until 1st fixation at eyes	Male	3130.00	0.790	1989.00	0.656
	Female	2556.25		1643.67	
Time until 1st fixation at nose	Male	1163.67	0.143	2973.43	0.003*
	Female	2963.67		666.25	
Time until 1st fixation at mouth	Male	741.53	0.859	852.08	0.241
	Female	843.89		281.89	
Complete fixation time at eyes	Male	499.00	0.851	542.67	0.497
	Female	649.50		710.33	
Complete fixation time at nose	Male	462.50	0.639	323.71	0.301
	Female	677.67		699.50	
Complete fixation time at mouth	Male	1254.07	0.433	768,75	0.912
	Female	965.78		858.67	
VAS	Male	47.22	0.637	66.34	0.437
	Female	50.26		71.96	

Participants: 58 laypeople. Statistically significant at $p < 0.05$

5. DISCUSSION

Smiles play an important role in facial attractiveness and can affect personal and professional attributes, as well as the quality of social interactions;²⁵ thus making them one of the most relevant characteristics in dentistry.

In this study, botulinum toxin type A was applied to a female volunteer to assess the esthetic perception of the face following a reduction of excessive gingival exposure. The application took place at the Yonsei point, which delimits the area where the three main muscles responsible for a smile are found. Therefore, increasing the effectiveness of the application by allowing the toxin to be more easily spread, paralyzing these muscles, and reducing the need for multiple applications in several areas.²³ The intervention in this study sought to obtain an authentic result, which may not be credible with the use of digitally manipulated images.

Eye-tracking studies have reported a pattern of visualizations wherein concentration is placed on the center of the face, on features such as the eyes, nose, and mouth, with greater attention on the eyes. In these cases, researchers selected models with well-balanced facial patterns,^{26,27} and the images used presented a neutral face without a smile.²⁸⁻³⁰ In contrast, studies using eye-tracking to evaluate images to determine the need for orthodontic treatment showed increased attention on the mouth region as the malocclusion was accentuated.^{31,32} The gingival smile, considered an unattractive feature,³³⁻³⁵ may have influenced the greater concentration of visualizations on the region of the mouth in the image displaying greater gingival exposure, before the toxin application, as verified by the heat and dot maps. Although there were differences in the eye region before and after the application of botulinum toxin in the present study, this did not affect the results since this region did not receive as much visualization as the AOs.

These alterations of normality in the visualizations, with the mouth receiving more attention than other areas, indicate that variations in the face can invert the highlighted region,^{36,37} increasing the visualization on the variant of a determined area. This is due to the need for facial recognition when the visualized image presents an alteration that is not familiar to the observer.³⁸

The existence of cultural reading patterns, such as reading progressively from left to right or from right to left, may have influenced the concentration of visualizations on the left side in the heat maps and dot maps. The same result was observed in studies with Brazilians³⁹ and Indians,²⁹ where the reading pattern occurred from left to right. In studies carried out in Asian countries, for example in China, where the reading pattern is from right to left, the result may be reversed, with the right side receiving more views.⁴⁰ For this reason, it is advisable to mirror one side of the image, as performed in the present study.

Regarding the benefit of botulinum toxin, the results suggest a statistically significant increase in facial attractiveness after the application of the toxin. These results are consistent with the esthetic improvement of the gingival smile after the toxin application in other studies, which also used the visual analog scale as an evaluation measure. In these surveys, the scales varied from 1 to 5,⁴¹ from 1 to 10,^{42,43} and, as in the present study, from 1 to 100.^{42,43} It was found that, regardless of the gradation used in the VAS in these analyses, the average of the grades that the evaluators gave the images before the toxin were smaller, increasing in the images after the toxin application. The same result was obtained in this study, with an average visual analog scale score of 48.76 before and 69.57% after the toxin application, an 42.67% increase in facial attractiveness.

In the present study, there was no statistically significant difference in perception between men and women when evaluating the face as a whole, both in the tracking of the visualization and in the evaluation of the VAS. The same result was found in other studies that used the same tools.^{19,33,44} Conversely, one study found that the female sex evaluates the gingival smile with higher marks than does the male sex.⁴⁵ Forty-six participants used only images of the lower third of the model, where a complete facial evaluation was not possible. By using the image of the entire face of the voluntary model, we allowed the gingival smile to be analyzed not as an isolated component, but in conjunction with other characteristics for a more complete assessment of its influence on facial attractiveness.

The results suggest that the possibility of correcting the gingival smile proposed in this study can be presented to patients as an alternative treatment since laypeople

considered the face of the voluntary model more attractive after decreasing excessive gingival exposure. Although botulinum toxin has a short duration of action (from 12 to 24 weeks),⁴⁶ this minimally invasive treatment¹⁵ may be preferred by patients, especially considering its reversibility. This is because there is a physiological decrease in the exposure of the upper incisors and an increase in exposure of the lower incisors with aging,⁴⁷ compared to other existing irreversible treatments, such as orthodontic treatment, orthognathic surgery, and lip repositioning.^{48,49} Therefore, it can be used as an adjunct treatment in orthodontics and periodontics.

6. CONCLUSION

There was a variation in the perception of facial esthetics after the application of botulinum toxin. A decrease in gingival exposure resulted in improved attractiveness. There was also an increase in “satisfaction with the smile” and “dissatisfaction with dental exposure,” as well as a decrease in “dissatisfaction with gingival exposure.”

7. REFERENCES

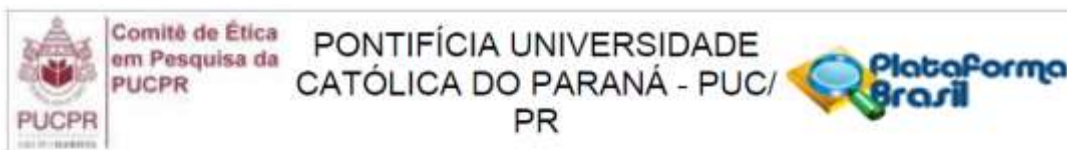
1. Wang C, Hu Wj, Liang Lz, Zhang Yl, Chung KH. Esthetics and smile-related characteristics assessed by laypersons. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2018;30:136-145.
2. Albino JE, Lawrence SD, Tedesco LA. Psychological and social effects of orthodontic treatment. *Journal of behavioral medicine* 1994;17:81-98.
3. Allen E. Use of mucogingival surgical procedures to enhance esthetics. *Dental Clinics of North America* 1988;32:307-330.
4. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1993;103:299-312.
5. Guo J, Gong H, Tian W, Tang W, Bai D. Alteration of gingival exposure and its aesthetic effect. *Journal of Craniofacial Surgery* 2011;22:909-913.
6. Flanary C. The psychology of appearance and the psychological impact of surgical alteration of the face. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery* 1992:3-21.
7. Kattimani V, Tiwari RVC, Gufran K, Wasan B, Shilpa P, Khader AA. Botulinum toxin application in facial esthetics and recent treatment indications (2013-2018). *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 2019;9:99.
8. Antoniazzi RP, Fischer LS, Balbinot CEA, Antoniazzi SP, Skupien JA. Impact of excessive gingival display on oral health-related quality of life in a Southern Brazilian young population. *J Clin Periodontol* 2017;44:996-1002.
9. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *The Journal of prosthetic dentistry* 1984;51:24-28.
10. Silberberg N, Goldstein M, Smidt A. Excessive gingival display--etiology, diagnosis, and treatment modalities. *Quintessence Int* 2009;40:809-818.
11. Nayyar P, Kumar P, Nayyar PV, Singh A. Botox: broadening the horizon of dentistry. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 2014;8:ZE25.
12. Polo M. Botulinum toxin type A in the treatment of excessive gingival display. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005;127:214-218.
13. Dolly J, Aoki K. The structure and mode of action of different botulinum toxins. *European Journal of Neurology* 2006;13:1-9.
14. Jaspers GW, Pijpe J, Jansma J. The use of botulinum toxin type A in cosmetic facial procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:127-133.
15. Polo M. Botulinum toxin type A (Botox) for the neuromuscular correction of excessive gingival display on smiling (gummy smile). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:195-203.
16. Ackerman JL, Ackerman MB, Brensinger CM, Landis JR. A morphometric analysis of the posed smile. *Clinical orthodontics and research* 1998;1:2-11.
17. Rifkin R. Facial analysis: a comprehensive approach to treatment planning in aesthetic dentistry. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:865-871; quiz 872.
18. Moore T, Southard KA, Casco JS, Qian F, Southard TE. Buccal corridors and smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:208-213; quiz 261.
19. Chang CA, Fields HW, Jr., Beck FM, Springer NC, Firestone AR, Rosenstiel S et al. Smile esthetics from patients' perspectives for faces of varying attractiveness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:e171-180.
20. Parrini S, Rossini G, Castroflorio T, Fortini A, Deregibus A, Debernardi C. Laypeople's perceptions of frontal smile esthetics: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:740-750.

21. Itti L. The iLab Neuromorphic Vision C++ Toolkit: Free tools for the next generation of vision algorithms. *The Neuromorphic Engineer* 2004;1:10.
22. Berlyne DE. The influence of complexity and novelty in visual figures on orienting responses. *J Exp Psychol* 1958;55:289-296.
23. Hwang WS, Hur MS, Hu KS, Song WC, Koh KS, Baik HS et al. Surface anatomy of the lip elevator muscles for the treatment of gummy smile using botulinum toxin. *Angle Orthod* 2009;79:70-77.
24. Howells DJ, Shaw WC. The validity and reliability of ratings of dental and facial attractiveness for epidemiologic use. *Am J Orthod* 1985;88:402-408.
25. Shaw WC, Rees G, Dawe M, Charles CR. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod* 1985;87:21-26.
26. Mertens I, Siegmund H, Grusser OJ. Gaze motor asymmetries in the perception of faces during a memory task. *Neuropsychologia* 1993;31:989-998.
27. Hickman L, Firestone AR, Beck FM, Speer S. Eye fixations when viewing faces. *J Am Dent Assoc* 2010;141:40-46.
28. Hills PJ, Pake JM. Eye-tracking the own-race bias in face recognition: revealing the perceptual and socio-cognitive mechanisms. *Cognition* 2013;129:586-597.
29. Bagepally BS. Gaze pattern on spontaneous human face perception: An eye tracker study. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology* 2015;41:128-131.
30. Barton JJ, Radcliffe N, Cherkasova MV, Edelman J, Intriligator JM. Information processing during face recognition: the effects of familiarity, inversion, and morphing on scanning fixations. *Perception* 2006;35:1089-1105.
31. Richards MR, Fields HW, Jr., Beck FM, Firestone AR, Walther DB, Rosenstiel S et al. Contribution of malocclusion and female facial attractiveness to smile esthetics evaluated by eye tracking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:472-482.
32. Johnson EK, Fields HW, Jr., Beck FM, Firestone AR, Rosenstiel SF. Role of facial attractiveness in patients with slight-to-borderline treatment need according to the Aesthetic Component of the Index of Orthodontic Treatment Need as judged by eye tracking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:297-310.
33. Kokich VO, Jr., Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent* 1999;11:311-324.
34. Pithon MM, Santos AM, Viana de Andrade AC, Santos EM, Couto FS, da Silva Coqueiro R. Perception of the esthetic impact of gingival smile on laypersons, dental professionals, and dental students. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115:448-454.
35. Celikdelen M, Bicakci AA. Factors Affecting Smile Attractiveness: An Eye Tracking Study. *Journal of Research in Medical and Dental Science* 2020;8:56-70.
36. Arizpe J, Kravitz DJ, Yovel G, Baker CI. Start position strongly influences fixation patterns during face processing: difficulties with eye movements as a measure of information use. *PLoS One* 2012;7:e31106.
37. Manor BR, Gordon E. Defining the temporal threshold for ocular fixation in free-viewing visuocognitive tasks. *J Neurosci Methods* 2003;128:85-93.
38. van Belle G, Ramon M, Lefevre P, Rossion B. Fixation patterns during recognition of personally familiar and unfamiliar faces. *Front Psychol* 2010;1:20.
39. Gobel SM. Up or down? Reading direction influences vertical counting direction in the horizontal plane - a cross-cultural comparison. *Front Psychol* 2015;6:228.

40. Wang X, Cai B, Cao Y, Zhou C, Yang L, Liu R et al. Objective method for evaluating orthodontic treatment from the lay perspective: An eye-tracking study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:601-610.
41. Sriphadungporn C, Chamnannidiadha N. Perception of smile esthetics by laypeople of different ages. *Prog Orthod* 2017;18:8.
42. Cengiz AF, Goymen M, Akcali C. Efficacy of botulinum toxin for treating a gummy smile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;158:50-58.
43. Sucupira E, Abramovitz A. A simplified method for smile enhancement: botulinum toxin injection for gummy smile. *Plast Reconstr Surg* 2012;130:726-728.
44. Ker AJ, Chan R, Fields HW, Beck M, Rosenstiel S. Esthetics and smile characteristics from the layperson's perspective: a computer-based survey study. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1318-1327.
45. Geron S, Atalia W. Influence of sex on the perception of oral and smile esthetics with different gingival display and incisal plane inclination. *Angle Orthod* 2005;75:778-784.
46. Chagas TF, Almeida NV, Lisboa CO, Ferreira D, Mattos CT, Mucha JN. Duration of effectiveness of Botulinum toxin type A in excessive gingival display: a systematic review and meta-analysis. *Braz Oral Res* 2018;32:e30.
47. Vig RG, Brundo GC. The kinetics of anterior tooth display. *J Prosthet Dent* 1978;39:502-504.
48. Abdullah WA, Khalil HS, Alhindi MM, Marzook H. Modifying gummy smile: a minimally invasive approach. *J Contemp Dent Pract* 2014;15:821-826.
49. Monaco A, Streni O, Marci MC, Marzo G, Gatto R, Giannoni M. Gummy smile: clinical parameters useful for diagnosis and therapeutical approach. *J Clin Pediatr Dent* 2004;29:19-25.

ANEXO I

APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCPR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: A percepção visual: estudo por meio do rastreamento do olhar

Pesquisador: Orlando Motohiro Tanaka

Área Temática:

Versão: 6

CAAE: 71324817.7.0000.0020

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.729.413

Apresentação do Projeto:

Emenda visa: atualização do TCLE para maiores e menores de 18 anos: O TCLE para maiores de 18 anos foi modificado o termo "sujeito de pesquisa" por "participante de pesquisa". No tópico "RISCOS" foram adicionadas as formas de minimização ou prevenção dos mesmos. No TCLE dos menores de 18 anos foi adicionado no tópico "RISCOS" o que os pesquisadores farão para assistir aos participantes que sofram algum evento adverso em virtude da participação da pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Emenda objetiva alterar TCLE para maiores e menores de 18 anos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE para maiores de 18 anos foi adequadamente apresentado - nova versão

TCLE para menores de 18 anos foi adequadamente apresentado - nova versão

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda encontra-se em adequação aos preceitos do Sistema CEP/Conep.

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br



Continuação do Parecer: 3.729.413

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEPPUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1406506_E1.pdf	14/11/2019 09:08:18		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MAIores_18_anos_pdf.pdf	07/11/2019 09:00:17	Orlando Motohiro Tanaka	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_menores_18_anos_PB_pdf.pdf	07/11/2019 08:57:44	Orlando Motohiro Tanaka	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetao_orientador_e_TCLE_WITH_endNote_26082019.pdf	27/08/2019 08:56:09	Orlando Motohiro Tanaka	Aceito
Outros	05eF_TCUD_PB_CPF_e_Assinaturas_26082019_1.pdf	26/08/2019 17:57:26	Orlando Motohiro Tanaka	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_Para_Menores_entre_7_e_17.pdf	26/08/2019 16:17:40	Orlando Motohiro Tanaka	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_PB.pdf	28/06/2017 09:27:29	Orlando Motohiro Tanaka	Aceito

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br



Comitê de Ética
em Pesquisa da
PUCPR

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO PARANÁ - PUC/
PR



Continuação do Parecer: 3.729.413

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 27 de Novembro de 2019

Assinado por:

Cilene da Silva Gomes Ribeiro
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155.

Bairro: Prado Velho

CEP: 80.215-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3271-2103

Fax: (41)3271-2103

E-mail: nep@pucpr.br

ANEXO II

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS AND DENTOFACIAL ORTHOPEDICS (AJODO)

Guidelines for Original Articles

<https://www.ajodo.org/content/authorinfo#idp1390464>

1. Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.

2. Abstract. Structured abstracts of 250 words or less are preferred. A structured abstract contains the following sections: Introduction, describing the problem; Methods, describing how the study was performed; Results, describing the primary results; and Conclusions, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.

3. Manuscript. The manuscript proper should be organized in the following sections: Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions. Express measurements in metric units, whenever practical. Refer to teeth by their full names. For style questions, refer to the AMA Manual of Style, 10th edition. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org>. Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.

4. Figures. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.

5. Tables. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source and include written permission for its use from the copyright holder. Submit tables as text-based files (Word is preferred, Excel is accepted) and not as graphic elements. Do not use colors, shading, boldface, or italic in tables. Do not submit tables as parts A and B; instead, divide into 2 separate tables. Do not "protect" tables by making them "read-only." The table title should be put above the table and not as a cell in the table. Similarly, table footnotes should be under the table, not table cells.

6. Model release and permission forms. Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures.

7. Copyright release. All authors will be asked to e-sign a copyright release before the article is published. In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed by all authors: "The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript [insert title of article here] to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned

author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material." Scan the printed copyright release and submit it via EM.

8. Use the International Committee of Medical Journal Editors Form for the Disclosure of Conflict of Interest (ICMJE Conflict of Interest Form). If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists.

9. Institutional Review Board approval. For those articles that report on the results of experiments of treatments where patients or animals have been used as the sample, Institutional Review Board (IRB) approval is mandatory. No experimental studies will be sent out for review without an IRB approval accompanying the manuscript submission.

Checklist for Authors

____ Title page, including full name, academic degrees, and institutional affiliation and position of each author, and full mailing address and contact information for the corresponding author; brief description of each author's contribution to the submission; and author to whom correspondence and reprint requests are to be sent, including address, business and home phone numbers, fax numbers, and e-mail address

____ CRediT Author Statement, formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. More details and an example

____ Highlights (up to 5 Highlights, written in complete sentences, 85 characters each

____ Abstract (structured, 250 words; a graphical abstract is optional)

____ Manuscript, including references and figure legends

____ Figures, in TIF or EPS format

____ Tables

____ Copyright release statement, signed by all authors

____ Photographic consent statement(s)

____ ICMJE Conflict of interest statement for each author

____ Permissions to reproduce previously published material

____ Permission to reproduce proprietary images (including screenshots that include a company logo)

Article structure

Introduction

Provide an adequate background so readers can understand the nature of the problem and its significance. State the objectives of the work. Cite literature selectively, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and Methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. If methods have already been published, indicate by a reference citation and describe only the relevant modifications. Include manufacturer information (company name and location) for any commercial product mentioned. Report your power analysis and ethics approval, as appropriate.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

Explain your findings and explore their significance. Compare and contrast your results with other relevant studies. Mention the limitations of your study, and discuss the implications of the findings for future research and for clinical practice. Do not repeat information given in other parts of the manuscript.

Conclusions

Write a short Conclusions section that can stand alone. If possible, refer back to the goals or objectives of the research.

Essential title page information

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A structured abstract using the headings Introduction, Methods, Results, and Conclusions is required for Original Article, Systematic Review, Randomized Controlled Trial, and Techno Bytes. An unstructured abstract is acceptable for Case Report and Clinician's Corner.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Acknowledgments

Collate acknowledgments in a separate section at the end of the article before the references; do not include them on the title page, as a footnote to the title page, or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (eg, providing help with language or writing assistance, or proofreading the article).

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying

the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/american-journal-of-orthodontics-and-dentofacial-orthopedics>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Indicate references by superscript numbers in the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

List: Number the references in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

1. Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *Sci Commun* 2010;16351-9.

Reference to a book:

2. Strunk Jr W, White EB. *The elements of style*. 4th ed. New York: Longman; 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

3. Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, editors. *Introduction to the electronic age*. New York: E-Publishing Inc; 2009. p. 281-304.

Note shortened form for last page number. e.g., 51-9, and that for more than 6 authors the first 6 should be listed followed by 'et al.' For further details you are referred to 'Uniform Requirements for Manuscripts submitted to Biomedical Journals' (*J Am Med Assoc* 1997;277:927–34) (see also http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

Submission Checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)