

Revista Brasileira de Odontologia Legal – RBOL

ISSN 2359-3466

<http://www.portalabol.com.br/rbol>



Odontologia legal

UTILIZAÇÃO DE ESCÂNERES INTRAORAIS NA ODONTOLOGIA LEGAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

The use of intraoral scanners in Forensic Odontology: a literature review.

Pedro Carlos MOLLO FILHO¹, Rodolfo Francisco Haltenhoff MELANI².

1. Pós-graduado no Curso de Especialização em Odontologia Legal, Fundação Para o Desenvolvimento Tecnológico da Odontologia, associada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

2. Professor Associado do Departamento de Odontologia Social, Área de Odontologia Forense e Saúde Coletiva, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Informações sobre o manuscrito:

Recebido: 02 de março de 2022
Aceito: 21 de março de 2022

Autor(a) para contato:

Pedro Carlos Mollo Filho.
Rua Agenor da Silva, 75, Costa Bela, Ilhabela, São Paulo, Brasil. CEP: 11630-000.
E-mail: mollo.odontologia@gmail.com.

RESUMO

A incorporação do chamado fluxo digital já é uma realidade na odontologia clínica, e suas vantagens podem ser incorporadas à Odontologia Forense. Particularmente, os escâneres, ou scanners intraorais (SIOs) geram modelos tridimensionais digitais em forma de arquivo que podem ser armazenados, analisados e comparados utilizando aplicativos próprios. Trata-se de técnica que obtém registros com agilidade e precisão, onde os dados podem ser obtidos, se necessário, no próprio local do encontro, como por exemplo, nos acidentes coletivos. O objetivo deste estudo é revisar a literatura sobre as aplicações mais recentes dos SIOs e dos arquivos por eles gerados na Odontologia Forense. Onze trabalhos foram selecionados para revisão. Os estudos mostram que as técnicas existentes se beneficiam do uso dos SIOs e dos modelos digitais, e que medidas exatas e precisas podem ser feitas digitalmente. Algoritmos de comparação e inteligências artificiais podem ser de grande contribuição para o processo de identificação, diminuindo a quantidade de suspeitos a serem comparados com uma determinada amostra e identificando restaurações metálicas. A técnica digital permite a diferenciação de gêmeos monozigóticos por análise das rugosidades palatinas. A identificação humana baseada apenas na análise física ou digital de marcas de mordida não é recomendada, pois é sujeita a viés do examinador.

PALAVRAS-CHAVE

Odontologia legal; Identificação humana; Imagiologia tridimensional.

INTRODUÇÃO

O uso de *scanners* ou escâneres intraorais (SIOs) na Odontologia clínica já é disseminado, e mudou o conceito dos modelos dentais e os fluxos de trabalho que os envolvem, devido à sua precisão similar à dos modelos em gesso, à possibilidade de ser salvo em um arquivo, e à praticidade da técnica em relação à

moldagem tradicional¹⁻³. Utilizados e incorporados às especialidades odontológicas, os prontuários armazenados por cirurgiões-dentistas conterão cada vez mais este tipo de registro, que pode ser solicitado para fins legais^{4,5}. A identificação por meio de parâmetros odontológicos baseia-se em comparar registros dentais de diversos tipos, como radiografias

panorâmicas, modelos e tomografias, e em codificar e classificar elementos como a dentição e as rugas palatinas⁶. Quando o objeto de estudo for um modelo digital obtido por um escâner, estes processos podem ser feitos com as ferramentas disponíveis nos aplicativos de análise e edição de objetos tridimensionais. Incorporar o fluxo digital à prática pericial odontológica, além de possibilitar o melhor uso dos registros digitais feitos por clínicos, pode permitir que o odontologista realize seus próprios registros e comparações com mais agilidade e precisão.

O objetivo deste trabalho é revisar a literatura referente aos avanços mais recentes do uso dos SIOs e dos arquivos por eles gerados na Odontologia e Antropologia Forenses, além de suas aplicabilidades e possibilidades práticas para o perito odontologista.

METODOLOGIA E RESULTADO

Foi realizada uma busca bibliográfica nas plataformas Elsevier Science Direct; PubMed; Scopus; Web of Science; Lilacs e SciELO. Utilizando os termos '*Intraoral*'; '*Scanner*'; e '*Forensics*'. Para inclusão neste estudo, o artigo deve ter sido publicado a partir do dia 1 de Janeiro de 2016 e ter acesso livre ao texto completo quando acessado do Serviço de Documentação Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. O artigo com o título *Three-dimensional analysis of bite marks using a intraoral scanner*⁷ foi excluído por se tratar de um estudo preliminar já validado pelo mesmo autor em outro estudo mais recente⁵.

Após a busca e análise, 11 (onze) artigos foram selecionados para revisão. Todos os artigos revisados que envolvem pesquisas com seres humanos foram aprovados pelos comitês de ética de suas devidas instituições, exceto o artigo de título *Intraoral scanners in personal identification of corpses: Usefulness and reliability of 3d technologies in modern forensic dentistry*², pois a lei italiana vigente, à época, permitia o uso de dados coletados de corpos que passaram por necrópsias judiciais, desde que anônimos e de que a coleta dos dados não alterasse a estrutura dos corpos.

REVISÃO DE LITERATURA

Aplicabilidade e confiabilidade

Rajshekar et al. (2017)⁸ verificaram a confiabilidade e a validade das medidas de modelos dentários de gesso feitas por um paquímetro digital *Mitutoyo*[®] em relação às mesmas medidas em versões escaneadas dos mesmos modelos, feitas pelo aplicativo fornecido pelo SIO utilizado, o *Zfx IntraScan*[®]. Cinquenta e cinco (55) medidas foram feitas em cada arco dental, sendo elas 14 medidas de comprimento de coroa, 14 medidas de comprimento vestibulolingual, 14 medidas de comprimento mésiodistal e 13 medidas de comprimento de arco e distâncias interdentárias, totalizando 110 medidas para cada indivíduo. Os resultados mostraram equivalência entre as medidas feitas pelos dois métodos, e por examinadores diferentes dentro de um mesmo método.

Soto-Álvarez et al. (2020)⁹ verificaram a confiabilidade,

reprodutibilidade e a validade de medições mésiodistais e vestibulolinguais feitas digitalmente, com as realizadas diretamente por um paquímetro digital nos modelos de gesso ou dentes secos que foram escaneados. Foram escaneados 304 dentes permanentes pertencentes a 35 indivíduos, obtidos da coleção osteológica do cemitério *San José* em Granada, Espanha, além de 1000 dentes em modelos de gesso obtidos de 40 estudantes da universidade La Frontera, Temuco, Chile, com um SIO *Condor*[®], as medições foram feitas no aplicativo *Landmark Editor*[®] nos modelos digitais. A análise estatística mostrou uma correlação positiva entre todas as medidas, tanto para as de um mesmo método e examinadores diferentes, quanto entre as medidas com paquímetro em relação às digitais.

Os estudos de Soto-Alvares et al. (2020)⁹ e Rajshekar et al. (2017)⁸ mostram que não há diferenças significativas entre as medidas tomadas por um escâner em relação às mesmas medidas tomadas por um paquímetro digital, considerando que as diferenças entre as medidas nos modelos físicos e digitais dentro da margem de 0,5 mm são consideradas irrelevantes para fins terapêuticos¹⁰. Por não haver um limite estabelecido para a prática pericial, o limite de 0,5 mm pode ser adotado. Embora pequenas, as maiores discrepâncias interobservador nas medidas com paquímetro foram nas distâncias mesiodistais dos dentes inferiores.

Bae e Woo (2021)¹¹ escanearam uma mandíbula retirada de uma coleção arqueológica 10 vezes com cada um de 3 modelos de SIOs (*Carestream CS3600*[®],

Medit i500[®], e *Trios3 3Shape*[®]), para determinar sua exatidão e precisão no escaneamento da mandíbula completa e no escaneamento das superfícies dentárias. O modelo de referência da mandíbula foi feito com um escâner de bancada *Medit C500*[®]. Nas medidas de precisão, o modelo *i500* se mostrou significativamente mais preciso nas tomadas totais e parciais. Nas medidas de exatidão, as diferenças entre as tomadas totais e parciais dos três SIOs e o modelo de referência não foram estatisticamente significativas. Por ser uma mandíbula pertencente a um indivíduo que faleceu entre os séculos XVI a XVIII, a presença de fraturas, lascas e detritos, e a secura da superfície podem ter afetado a performance dos escâneres. Os autores também relatam dificuldades no escaneamento de estruturas como o côndilo mandibular e a borda inferior da mandíbula.

Rugoscopia palatina

Lantieri et al. (2020)¹² compararam por meio de sobreposição tridimensional modelos tridimensionais de 27 pacientes antes e depois do tratamento de expansão lenta dos maxilares (EML) com o objetivo de verificar se haveriam mudanças significativas nas rugas palatinas após o tratamento, que poderiam prejudicar um eventual processo de identificação. Os modelos foram gerados por um SIO *3Shape d250*[®], e o aplicativo *Vectra Analysis Module*[®] utilizado para sobrepor as regiões do palato nos dois momentos e calcular a diferença dimensional entre elas. O estudo demonstrou que não houve diferenças significativas entre as rugas palatinas antes e depois da EML, e que a

sobreposição tridimensional das rugosidades palatinas é um método válido e reproduzível de identificação mesmo em pacientes que passaram pelo tratamento.

Simon et al. (2020)¹³ escanearam a região do palato de 64 gêmeos monozigóticos e 40 gêmeos dizigóticos com um SIO *Emerald*[®], os modelos foram comparados no aplicativo *GOM inspect*[®]. O método conseguiu distinguir gêmeos monozigóticos utilizando os mesmos níveis de tolerâncias já preconizados para comparar rugas de duas pessoas sem parentesco. O estudo ainda mostrou que as diferenças entre as rugosidades palatinas se acentuam nos gêmeos monozigóticos conforme avança a idade, sendo que após os 50 anos de idade, o desvio entre os modelos de gêmeos monozigóticos aumenta em média 150µm.

Putrino et al. (2020)² escanearam duas vezes, com um intervalo de uma semana entre cada escaneamento, utilizando um SIO *Carestream 3500*[®], a cavidade oral de 23 corpos de caucasianos, com idades entre 46 e 69 anos, para verificar a estabilidade dimensional das rugosidades após a morte. As rugosidades foram medidas e classificadas utilizando o aplicativo *Meshlab*[®], e as sobreposições utilizando o aplicativo *Geomagic Control*[®]. Foi possível estabelecer que há uma diminuição significativa no tamanho das rugas palatinas após a morte, e que esta alteração é maior em corpos de edêntulos, com dentes ausentes e com reabilitações protéticas. Foi observado ainda que, o tipo *sinuoso(S)* e *curva fechada(Cf)*, de rugas palatinas, têm menos estabilidade

dimensional após a morte do que os tipos *reta(R)* e *curva(C)*.

Em um estudo de caso, Taneva et al. (2017)¹⁴ obtiveram modelos digitais do arco superior de duas gêmeas idênticas utilizando um SIO *iTero HD 2.9*[®], que foram analisados no aplicativo *Geomagic Control*[®]. O estudo concluiu que, embora haja diversas similaridades nas formas e tamanho das rugas palatinas nas gêmeas monozigóticas, estas não são idênticas, possuindo características únicas estatisticamente significantes para realizar a identificação seguindo os parâmetros já estabelecidos na literatura.

Marcas de mordida

Fournier et al. (2019)⁵ compararam as marcas de mordidas de 27 voluntários em 4 superfícies diferentes (queijo, chocolate ao leite, maçã e placas de cera sobrepostas), por meio de sobreposição tridimensional. Tanto as dentições quanto as marcas de mordida foram escaneadas com um SIO *PlanMeca Emerald*[®]. As áreas de interesse dos modelos (superfície oclusal de canino a canino nas dentições) foram exportadas para o aplicativo *CloudCompare*[®]. Além do especialista, 4 examinadores com diferentes níveis de instrução em odontologia compararam cada marca de mordida com as dentições digitalmente sobrepostas, atribuindo resultados de “Coincidente”, “Possível”, ou “Exclusão”, conforme orientações da *American Board of Forensic Odontology (ABFO)* sobre análise de marcas de mordida¹⁵. Os resultados mostraram que análise digital das marcas de mordida é possível, mas dependente da experiência

do examinador. Os voluntários com mais experiência em odontologia (cirurgião-dentista e estudante de odontologia) deram mais respostas positivas corretas, enquanto os outros (policial e perito criminal) tendiam a dar mais a resposta “possível”, mostrando menos segurança para dar um resultado positivo.

Algoritmos e análise quantitativa

Mou et al. (2020)⁶ utilizaram sobreposição tridimensional para comparar modelos tridimensionais da dentição superior de 28 estudantes, obtidos com um SIO iTero[®], com 100 modelos de gesso (28 dos quais obtidos dos próprios estudantes em um momento anterior), escaneados com um escâner de bancada 3shape R900[®]. Os 100 modelos foram considerados para este estudo como os registros *ante mortem* (AM), enquanto os modelos mais recentes dos 28 estudantes foram considerados os registros PM. As dentições dos modelos AM e PM, recortadas das regiões de tecido mole, foram sobrepostas e comparadas por um algoritmo automatizado. As 2800 comparações resultaram em 2772 identificações negativas, e 28 positivas, com uma taxa de acerto de 100%, demonstrando que, pela unicidade da forma e disposição dos elementos dentários, um modelo digital da dentição pode ser utilizado na identificação, introduzindo o uso de um algoritmo de comparação de modelos.

Reesu et al. (2020)¹⁶ testaram a viabilidade de um sistema automatizado de comparação de modelos digitais chamado AutoIDD. A amostra utilizada no estudo e

introduzida no aplicativo foi de 240 modelos, divididos em grupo “A”, de 120 modelos de gesso escaneados com um scanner de bancada R700 3Shape[®], e grupo “B”, com 120 modelos digitais tomados com um SIO 3Shape Trios[®]. Cada grupo continha 60 modelos considerados “AM” e “60” considerados “PM”, pertencentes aos mesmos indivíduos, mas tomados em momentos diferentes. Os resultados mostraram que o aplicativo relacionou com sucesso todos os registros AM com os registros PM corretos, tanto no grupo “A” quanto no grupo “B”, sem nenhum resultado falso positivo ou negativo. O sistema retornou resultados positivos até mesmo nas amostras onde foram feitas restaurações ou ocorreu perda de dentes entre os dois escaneamentos.

Eto et al. (2022)¹⁷ escanearam a cavidade oral de 34 cadáveres com um SIO 3Shape Trios[®], extraindo destes modelos imagens oclusais dos dentes molares. Um programa de inteligência artificial (IA) foi treinado com imagens oclusais de molares de pacientes para identificar a presença ou ausência de restaurações metálicas, e a classificar as imagens inseridas nele em 3 grupos: Coroas metálicas totais; restaurações metálicas parciais, indiretas ou diretas em amálgama; e dentes hígidos, cariados ou com restaurações não-metálicas. O programa foi capaz de classificar os dentes escaneados desta forma com precisão de 95%. Quando as condições foram mudadas para que o algoritmo apenas detectasse a presença ou ausência de restaurações com cores metálicas, a precisão aumentou para 98%.

DISCUSSÃO

Ficaram demonstradas vantagens dos modelos obtidos por meio de SIOs em relação aos modelos de gesso, sendo a principal a possibilidade de utilizar ferramentas digitais para obtenção de medidas e índices, não havendo diferenças significativas entre as medidas obtidas por um paquímetro e a ferramenta digital, além da melhor visualização do modelo, a possibilidade de ampliação de estruturas, de realizar marcações e destaques facilmente reversíveis, e a facilidade de armazenamento sem alterações dimensionais^{8,9}. Apesar de mínimas, as diferenças apontam para medidas maiores nas medições digitais^{8,9}. Rajshekar et al. (2017)⁸ ponderam que as medidas menores, feitas pelo paquímetro, se devem à limitação em acessar extremidades e fendas com a mesma precisão da ferramenta digital, portanto as medições digitais seriam as mais exatas. Ao medir a distância mesiodistal de dentes posteriores, por exemplo, as regiões interproximais podem ser de difícil visualização e mensuração no modelo físico, por possuírem áreas de contato em vez de pontos de contato, enquanto que a ferramenta digital tem a capacidade de isolar o elemento dentário e posicioná-lo de forma a se medir com maior precisão a sua largura máxima.

SIOs são concebidos para registrar estruturas da cavidade oral, e alguns modelos mostraram níveis de exatidão aquém dos preconizados na prática clínica quando utilizados para escanear uma mandíbula completa. Portanto, o registro de estruturas ósseas extraorais deve ser feito

com um escâner de bancada, preferencialmente¹¹.

A sobreposição tridimensional foi utilizada com sucesso nos estudos para comparação de rugas palatinas. A possibilidade de fazer análises quantitativas e mostrar com precisão as diferenças dimensionais entre modelos viabiliza um melhor entendimento das mudanças que ocorrem nas rugosidades após a morte² e tratamentos ortodônticos¹², por exemplo. A comparação digital foi capaz de demonstrar o caráter individualizador das rugas palatinas até mesmo em gêmeos idênticos, onde as diferenças são mais sutis e de mais difícil constatação em modelos físicos^{13,14}.

A análise digital de marcas de mordida por sobreposição tridimensional mostrou-se viável e foi feita com sucesso por dentistas experientes e estudantes de odontologia⁵. O método digital já é aceito pela ABFO, e não altera as recomendações para análise de marcas de mordida, que é uma técnica altamente dependente da experiência do perito, e sujeita a viés analítico¹⁵. Estudos futuros podem verificar a possibilidade de utilizar sistemas e protocolos que utilizem modelos digitais para minimizar o viés, promovendo a anonimização dos dados, e a realização de cada etapa do processo por peritos diferentes.

Os algoritmos de análise e sobreposição têm um grande potencial em simplificar o fluxo de trabalho de identificação quando há uma grande quantidade de registros AM a ser comparados. Eles podem retornar de uma grande amostra de modelos apenas os

com maior equivalência com a amostra PM a ser identificada. Os sistemas otimizam o trabalho do perito, que analisaria um universo reduzido de amostras já filtradas pelo sistema^{6,16}.

O estudo de Mou et al. (2020)⁶ desconsidera fatores como tratamentos ortodônticos, destruição de estruturas nos registros PM e desgaste natural dos dentes, que podem gerar diferenças estatisticamente relevantes no algoritmo de comparação entre um registro AM e PM de um mesmo indivíduo, levando a um resultado falso negativo. O aplicativo AutoIDD pode encontrar resultados positivos mesmo em casos nos quais houve restaurações e perdas de elementos dentários pontuais, mas não foi demonstrado se haveria eficácia se tivessem grandes perdas dentais ou de restaurações. Considerando que os aplicativos e algoritmos de comparação podem ser calibrados em relação ao limiar aceito para que o resultado seja considerado positivo, estudos futuros podem verificar os limites mais adequados para que o aplicativo possa ser efetivo em casos onde os registros PM tenham grandes alterações dentro dos mesmos indivíduos em relação aos registros AM, como em locais de desastre em massa onde há grande destruição dos corpos.

Programas de IA já são capazes de identificar a presença ou a ausência de restaurações metálicas, conseguindo diferenciar coroas metálicas totais de restaurações parciais. Estes programas têm potencial para otimizar processos de identificação, gerando odontogramas automaticamente¹⁷.

Ainda não há protocolos padronizados e mundialmente aceitos para um fluxo digital específico da odontologia forense e o acesso aos aplicativos, aos equipamentos e aos próprios artigos que descrevem as técnicas pode ser um impeditivo em certas localidades, e explicar a menor incorporação do fluxo digital à odontologia forense quando comparada à odontologia clínica. A criação de protocolos por organizações internacionais pode orientar as instituições locais nos processos de identificação e ampliar o acesso a estas técnicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos analisados neste trabalho mostram que as técnicas tradicionais de identificação se beneficiam dos escâneres intraorais, permitindo reproduções e medidas exatas e precisas de estruturas da cavidade oral, a possibilidade de análises quantitativas e a sobreposição tridimensional. A diferenciação de gêmeos monozigóticos por análise das rugosidades palatinas é uma possibilidade importante permitida pela técnica digital, enquanto a identificação baseada apenas nas marcas de mordida não é recomendada pela ABFO, e é sujeita a viés analítico mesmo com as técnicas digitais mais recentes. Os modelos digitais podem ser analisados automaticamente por algoritmos e programas de IA, diminuindo o universo de casos suspeitos a serem analisados, estabelecendo um ordenamento e agilizando a abordagem pelos peritos. Estudos futuros podem procurar diminuir o viés do examinador nas análises de marcas

de mordida, melhorar a precisão dos algoritmos em casos de grandes alterações nos registros PM, e ampliar o uso da IA

para o reconhecimento de mais características identificadoras e geração de odontogramas.

ABSTRACT

The digital workflow is already ubiquitous in the clinical dental practice, and its advantages can be incorporated to the forensic odontology. Intraoral scanners generate digital casts that can be stored, analyzed and compared using the proper software. It's a technique that swiftly and precisely registers the object of interest, and can be used on-site, if needed, in mass disasters, for example. The goal of this article is to review the most recent applications of the intraoral scanners and the digital files generated by them in the forensic odontology practice. Eleven articles were selected for revision. The studies demonstrate that the existing identification techniques can benefit from the use of intraoral scanners and digital casts, and measures can be taken digitally with precision and accuracy. Automated comparison algorithms and artificial intelligence models can be of great contribution to the identification process, decreasing the number of suspects that could match a sample and identifying metallic restorations. Digital analysis of palatal rugae was used successfully to identify monozygotic twins. Human identification relying solely on bitemark analysis, even with digital techniques, is not recommended, due to examiner bias.

KEYWORDS

Forensic dentistry; Forensic anthropology; Imaging, three-dimensional.

REFERÊNCIAS

1. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):111–5. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x>.
2. Putrino A, Bruti V, Marinelli E, Ciallella C, Ersilia B, Gabriella G. Intraoral scanners in personal identification of corpses: Usefulness and reliability of 3d technologies in modern forensic dentistry. *Open Dent J.* 2020;14(1):255–66. <https://dx.doi.org/10.2174/1874210602014010255>.
3. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig.* 2013;17(7):1759–64. <https://dx.doi.org/10.1007/s00784-012-0864-4>.
4. Matsuda S, Yoshida H, Ebata K, Shimada I, Yoshimura H. Forensic odontology with digital technologies: A systematic review. *J Forensic Leg Med.* 2020;74:102004. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jflm.2020.102004>.
5. Fournier G, Savall F, Galibourg A, Gély L, Telmon N, Maret D. Three-dimensional analysis of bitemarks: A validation study using an intraoral scanner. *Forensic Sci Int.* 2020;309:110198. <https://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110198>.
6. Mou Q-N, Ji L-L, Liu Y, Zhou P-R, Han M-Q, Zhao J-M, et al. Three-dimensional superimposition of digital models for individual identification. *Forensic Sci Int.* 2020;110597–110597. <https://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110597>.
7. Fournier G, Savall F, Nasr K, Telmon N, Maret D. Three-dimensional analysis of bitemarks using an intraoral scanner. *Forensic Sci Int.* 2019;301:1–5. <https://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110198>.
8. Rajshekar M, Julian R, Williams A-M, Tennant M, Forrest A, Walsh LJ, et al. The reliability and validity of measurements of human dental casts made by an intra-oral 3D scanner, with conventional hand-held digital callipers as the comparison measure. *Forensic Sci Int.* 2017;278:198–204. <https://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.009>.
9. Soto-Álvarez C, Fonseca GM, Viciano J, Alemán I, Rojas-Torres J, Zúñiga MH, et al. Reliability, reproducibility and validity of the conventional buccolingual and mesiodistal measurements on 3D dental digital models obtained from intra-oral 3D scanner. *Arch Oral Biol.* 2020;109:104575. <https://dx.doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.104575>.
10. Al-Khatib AR, Rajion ZA, Masudi SM, Hassan R, Townsend GC. Validity and reliability of tooth size and dental arch measurements: a stereo photogrammetric study. *Aust Orthod J.* 2012;28(1):22–9. PMID: 22866590.
11. Bae E-J, Woo E-J. Quantitative and qualitative evaluation on the accuracy of three intraoral scanners for human identification in forensic odontology. *Anat Cell Biol.* 2021 Oct 22. <https://dx.doi.org/10.5115/acb.21.136>. Ahead of print.
12. Lanteri V, Cossellu G, Farronato M, Ugolini A, Leonardi R, Rusconi F, et al. Assessment of the Stability of the Palatal

- Rugae in a 3D-3D Superimposition Technique Following Slow Maxillary Expansion (SME). *Sci Rep*. 2020;10(1):2676.
<https://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-59637-5>.
13. Simon B, Lipták L, Lipták K, Tárnoki ÁD, Tárnoki DL, Melicher D, et al. Application of intraoral scanner to identify monozygotic twins. *BMC Oral Health*. 2020;268–268.
<https://dx.doi.org/10.1186/s12903-020-01261-w>.
 14. Taneva E, Evans C, Viana G. 3D Evaluation of Palatal Rugae in Identical Twins. *Case Rep Dent*. 2017;2017:2648312.
<https://dx.doi.org/10.1155/2017/2648312>.
 15. American Board of Forensic Odontology (ABFO). Standards and Guidelines for Evaluating Bitemarks. 2018. Disponível em: <http://abfo.org/wp-content/uploads/2012/08/ABFO-Standards-Guidelines-for-Evaluating-Bitemarks-Feb-2018.pdf>.
 16. Reesu GV, Woodsend B, Mânica S, Revie GF, Brown NL, Mossey PA. Automated Identification from Dental Data (AutoIDD): A new development in digital forensics. *Forensic Sci Int*. 2020;110218–110218.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110218>.
 17. Eto N, Yamazoe J, Tsuji A, Wada N, Ikeda N. Development of an artificial intelligence-based algorithm to classify images acquired with an intraoral scanner of individual molar teeth into three categories. *PLoS ONE*. 2022 Jan 7;17(1):e0261870.
<https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0261870>.