



Araştırma

2023; 32 (Ek Sayı):19-23

İKİ FARKLI İNDİREKT BONDİNG TEKNİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI-AĞIZ İÇİ TARAYICISIYLA YAPILAN
KLİNİK ÇALIŞMA*
COMPARISON OF DIFFERENT INDIRECT BONDING TECHNIQUES-CLINICAL STUDY
WITH INTRAORAL SCANNER

Hilal YILANCI¹, Barış CANBAZ¹, Berra ÇALIK KÖSELER²

¹ İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı, İstanbul

² Özel Klinik, İstanbul

ÖZ

Doğru braket pozisyonu sabit ortodontik tedavide tel bükümü ve braketleri tekrar pozisyonlandırma ihtiyacını azaltması açısından önemlidir. Ayrıca düzgün yerleştirilmiş braketler ortodontik tedavinin süresini de kısaltmaktadır. Bu nedenle indirekt bonding yöntemi braketlerin daha uygun pozisyonlandırılabilmesi için etkili bir metottür. Bu çalışmanın amacı indirekt bonding işlemi için dijital ve konvansiyonel olarak hazırlanan braket transfer plaklarının temel farklarını ortaya koymak ve yapıştırılan braketlerin konum farklılıklarını ağız içi tarayıcısıyla değerlendirmektir. Çalışmamızda 2 grup bulunmaktadır. Konvansiyonel indirekt bonding grubunda 6 hasta - 87 diş, dijital indirekt bonding grubunda 7 hasta - 87 diş olmak üzere toplam 13 hasta - 174 diş örneği değerlendirilmiştir. Dijital indirekt bonding yönteminde ağız içi ölçüler ağız içi tarayıcısıyla alınmıştır. Görüntüler bilgisayar programına aktarıldıktan sonra dişlerin ortodontik tedavi sonunda olması gereken pozisyonuna göre braketler konumlandırılmıştır. Buna göre elde edilen modellerin üç boyutlu yazıcıdan çıktısı alınıp braket transfer plağı oluşturulmuştur. Konvansiyonel indirekt bonding yönteminde ağız içi ölçüler aljinat ile alınıp alçı modeller elde edilmiştir. Modellerin üzerine braketler yerleştirilip braket transfer plağı oluşturulmuştur. Her iki grupta braketler oluşturulan plaklara yerleştirilerek hasta ağızına transfer edilmiştir. Final pozisyonları ağız içi tarayıcısı ile taranmıştır. Model ve ağız içindeki braket pozisyonları arasındaki farklılık Geomagic programı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, Mann Whitney U testi ile analiz edilmiştir (p<0.05). İki yöntem arasında braketlerin konum farklılığı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. X ve Y düzlemi ile total konum farklılığı istatistiksel olarak dijital indirekt bonding grubunda daha yüksek bulunmuştur (p<0.05). Çalışmanın sonuçları, indirekt bonding yönteminde dijital teknolojilerin kullanılmasının doğruluğu arttıracığı fikri ile örtüşmektedir.

Anahtar kelimeler: Ağız içi tarayıcı, indirekt bonding, ortodonti

ABSTRACT

Correct bracket position is important in fixed orthodontic treatment as it reduces the need for wire bending and repositioning brackets. In addition, properly placed brackets shorten the duration of orthodontic treatment. There fore, indirect bonding technique is an effective method for more appropriate bracket positioning. Aim of this study is to define main differences of digital and conventional bracket transfer trays for indirect bonding and to evaluate the differences of brackets' positions with an intra oral scanner. There are 2 groups in our study. In conventional indirect bonding group, 6 patients - 87 teeth, in digital indirect bonding group 7 patients - 87 teeth, a total of 13 patients - 174 teeth samples were evaluated. In digital indirect bonding technique, intra oral impressions were taken with an intra oral scanner. After images were transferred, brackets were placed virtually according to the end of orthodontic treatment. Models were printed from the three dimensional printer and bracket transfer tray was created. In conventional indirect bonding technique, intra oral impressions were taken with alginate and plaster models were created. Brackets were placed on the models and a bracket transfer tray was prepared. In both groups, brackets were placed on the formed trays and transferred to the patient's mouth. Final positions were scanned with an intra oral scanner. The difference between the bracket positions in the model and the mouth was evaluated with the Geomagic program. Data were analyzed with Mann Whitney U test (p<0.05). Statistically significant difference was found between the techniques in terms of the position difference of the brackets. The difference between the X and Y planes and the total position was statistically higher in digital indirect bonding group (p<0.05). The results of the study coincide with the idea that the use of digital technologies in the indirect bonding technique will increase the accuracy.

Keywords: Intraoral scanner, indirect bonding, orthodontics

Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi Hilal YILANCI, Medipol Mega Üniversite Hastanesi TEM Avrupa Otoyolu Göztepeçikışı No:1/34214 Bağcılar/İstanbul, dr.hilalyilanci@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8983-6220

Doktora Öğrencisi Barış CANBAZ, bariscanbaz1907@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0812-1520
Ortodonti Uzmanı Berra ÇALIK KÖSELER, berracalik88@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0825-9485

*Bu makale 2. Erciyes Üniversitesi Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi - ERDİŞ 2023'te sözlü olarak sunulmuştur.

Makale Geliş Tarihi : 31.05.2023

Makale Kabul Tarihi: 18.09.2023

GİRİŞ

Sabit ortodontik tedavide braketlerin doğru yerleştirilmesi en önemli adımlardan biridir. Hatalı konumlandırılmaları engelleyen ve hasta başında çalışma süresini minimuma indiren indirekt yapıştırma yöntemi 1972 yılında Silverman ve ark. (1) tarafından tanıtılmıştır. İndirekt bonding yönteminde klasik yöntem hasta ağızından alınan ölçülerden elde edilen alçı modellere braketlerin yerleştirilmesi, sonrasında transfer kalıplarının oluşturulması ve hasta ağızına yerleştirilmesi şeklinde olmaktadır. Hasta başında harcanan zamanın kısalması, braketlerin doğru konumlandırılması, hasta ve hekim konforunun artması gibi avantajlar indirekt bonding yöntemini popüler hale getirmiştir (2). Fakat indirekt bonding yönteminin sahip olduğu uzun bir laboratuvar süreci ve bu süreçte her aşamanın yüksek hassasiyetle yapılması gibi dezavantajları nedeniyle hekimler arasında kullanımı yaygınlaşmamıştır (3).

Teknoloji alanındaki ilerlemeler ile birlikte ortodonti alanında da dijital uygulamaların sayısı artmaktadır. Klasik yöntem ile ağız içinden alınan ölçüler yerine, dijital indirekt bonding yönteminde ağız içi tarayıcısıyla dişlerin taranması sonrası virtualsetup ile tedavi sonucu simüle edilerek braketler yerleştirilir. Literatürde birçok çalışma, dijital indirekt bonding yöntemini ile dentalloupe (4) kullanımı, direkt bonding yöntemi (5) veya transfer plak materyallerine (6-9) göre karşılaştırmıştır.

Literatürde dijital indirekt bonding (D-IB) yöntemini klasik indirekt bonding (K-IB) yöntemi ile braket pozisyonunun doğruluğu açısından karşılaştıran invivo çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı D-IB ve K-IB yöntemlerinin braket pozisyon doğruluklarını karşılaştırmaktır. Sıfır hipotezi, dijital ve klasik indirekt bonding yöntemleri arasında braket konum doğruluğu açısından fark yoktur olarak belirlenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Helsinki Bildirgesi ilkelerine göre protokolü oluşturulup, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar etik kurulundan onay alınarak (10840098-604.01.01-60989) yürütülmüştür. Tüm hastalardan işlem öncesi bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

Çalışmaya İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuran 12 - 30 yaş arasındaki hastalar dahil edilmiştir. K-IB grubunda 6 hasta - 87 diş, D-IB grubunda 7 hasta - 87 diş olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Toplam 13 hasta, 10 kadın ve 3 erkek çalışmaya katılmıştır. K-IB grubunda ölçüler aljinat ile alınıp alçı modeller elde edilmiştir. Braketler alçı model üzerinde dişler üzerine referans çizgiler çizildikten sonra yerleştirilerek braketli modeller oluşturulmuştur. K-IB grubunun T0 (Braketleme öncesi) verileri için braket yerleştirilmiş alçı modeller ağız içi tarayıcıyla taranarak elde edilmiştir (Şekil I.a).

D-IB grubunda ağız içi ölçüler, 3D ağız içi tarayıcısıyla (3shape TRIOS, Kopenhag Danimarka) alınmıştır. Görüntüler bilgisayar programına aktarıldıktan sonra dijital modeller oluşturulmuştur. Dişlerin ortodontik tedavi sonunda olması gereken pozisyonuna göre braketler konumlandırılarak D-IB grubunun T0 verileri elde edilmiştir. Buna göre elde edilen modellerin 3D yazıcıdan çıktısı alınmıştır. Her iki grupta da braket yerleştirilmiş modellerin üzerine vakumlu çift kat (dişe bakan yüzeyi yumuşak, dış kısmı sert) Essix (SX) transfer plağı oluşturulup braketler oluşturulan plaklara yerleştirilmiştir (Şekil I.b).

Kurutulan dişlerin vestibül yüzeylerine %37'lik konsantrasyona sahip ortofosforikasit (Orthophosphoric Etching Gel Acid 37%, Reliance Orthodontic Products, Inc., Itasca, ABD) uygulanmıştır. 30 sn. beklendikten sonra, hava su spreyiyle yıkanıp kurutulmuştur. Pürüz-

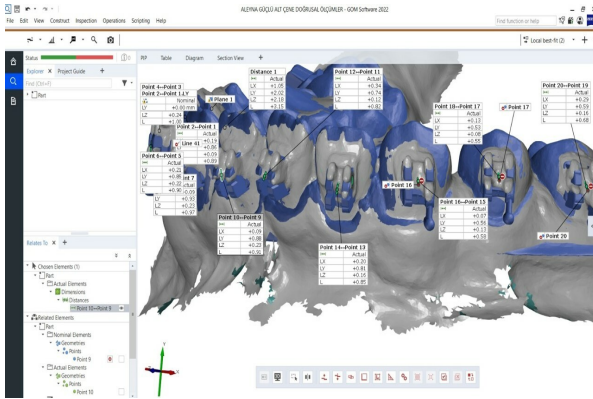


Şekil I. a. D-IB ve b. K-IB gruplarının transfer plakları

lendirilen mine yüzeyi üzerine bir aplikatör yardımıyla primer (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) sürülmüştür. 3 sn. boyunca ışıkla polimerize edilmiştir. Transfer plakların içerisinde bulunan braketlerin kaidesine yeteri kadar ışıkla sertleşen kompozit (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) sürülmüştür. Transfer plakları tek parça halinde dişler üzerine yerleştirilip tam olarak oturduğundan emin olduktan sonra, kompozitin polimerizasyonu amacıyla Valo ışık cihazı (Ultradent, South Jordan, Utah) Xtra güç polimerizasyon modunda kullanılarak her dişe 6 sn. boyunca ışık uygulanmıştır.

Çift kat SX transfer plakları her kat sırasıyla olmak üzere çıkartılmıştır. Ek olarak Valo ışık cihazı ile her diş 3 sn daha ışık uygulanmıştır. Her iki grupta da T1 (Braketleme sonrası) verilerini elde etmek amacıyla braketlenmiş dişler ağız içi tarayıcısıyla taranmıştır. Her tarama öncesi braketlerin yansıma yapmasını engellemek amacıyla braketlerin üzerine CEREC Optispray Scan Spray (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) püskürtülmüştür.

T0 ve T1 modelleri karşılaştırıldıktan sonra araştırmacılarından biri (B.C) tarafından Geomagic Inspect yazılımı (GOM, Braunschweig, Almanya) ile değerlendirilmiştir. Ölçümler her diş için tek tek yapılarak, farklılıkların braket pozisyonundaki sapmalardan olmasını sağlamak için yazılımın "yerel en uygun algoritması" ile eşleşen en yakın nokta ile üst üste bindirilmiştir. X, Y ve Z düzlemlerindeki konumsal sapma braketin merkez noktasına göre hesaplanarak sırasıyla LX, LY ve LZ olarak adlandırılmıştır. Toplamdaki konum bozukluğu ise L olarak adlandırılmıştır (Şekil II).



Şekil II. Geomagic Inspect yazılımı ile braket konum farklılıklarının ölçümü

Tablo I. Gruplar arasında konum farklılığının karşılaştırılması

	D-IB		K-IB		p
	Ortalama ± SD	Ortanca (MinMax)	Ortalama ± SD	Ortanca (Min-Max)	
LX	0.17 ± 0.12	0.16 (0.01 – 0.55)	0.15 ± 0.18	0.08 (0 – 0.81)	0.032*
LY	0.49 ± 0.28	0.47 (0.02 – 1.29)	0.32 ± 0.37	0.19 (0.01 – 1.71)	<0.001*
LZ	0.21 ± 0.17	0.17 (0 – 0.8)	0.18 ± 0.16	0.14 (0 – 0.8)	0.161
L	0.61 ± 0.25	0.59 (0.07 – 1.44)	0.45 ± 0.39	0.32 (0.05 – 1.73)	<0.001*

D-IB: Dijital indirekt bonding grubu,

K-IB: Klasik indirekt bonding grubu

SD, Standart deviasyon *Mann Whitney U testi, p<0.05

İstatistiksel Analiz

Veriler IBM SPSS V23 (Statistical Package for the Social Sciencesfor Windows 13.0, IBM Inc., Chicago, IL, ABD) ile incelenmiştir. LX, LY, LZ ve L değerlerinin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov testi ile incelendi. Normal dağılım göstermeyen değerlerin karşılaştırılmasında parametrik olmayan yöntemlerden Mann Whitney U testi kullanıldı. 0,5 mm'den fazla sapma gösteren ölçüm sayısının gruplara göre dağılımı Pearson Ki-Kare testi ile incelendi. Önem düzeyi p<0.05 alındı.

BULGULAR

Gözlemci içi güvenilirlik değeri, değeri 0.945 (0.894-0.991) olarak bulunmuştur. Transfer sırasında 8 braket yapılmadığı için çalışmaya dahil edilmemiştir.

Gruplar arasında LX ve LY değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (sırasıyla p=0.032; p<0.001). D-IB grubundaki konum farklılığı X ve Y düzlemlerinde istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. LZ değerleri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemektedir (p=0.161). Total konum farklılığı değerlendirildiğinde gruplar arasında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.001). D-IB grubundaki total konum farklılığı K-IB grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo I).

1998 yılında American Board of Orthodontics (ABO) objektif değerlendirme kriterlerine göre ortodontik tedavisi bitmiş hastaların seviyeleme değerlendirilirken gözlenen 0.5 mm'lik sapmalar normal kabul edilirken bunu aşan değerler normal kabul edilmeyip hata skoru verilmiştir (10). ABO kriterlerine göre 0.5 mm'den fazla sapma gösteren ölçüm sayısının gruplara göre dağılımı Tablo II'de verilmiştir. Gruplar arasındaki dağılımı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo II. ABO kriterlerine göre 0,5 mm'lik kritik değerin üstünde kalan sapmalar

	D-IBT	K-IBT	p
	n (%)	n (%)	
LX	2 (%2.3)	5 (%5.7)	0.052
LY	38 (%43.7)	15 (%17.2)	
LZ	4 (%4.6)	4 (%4.6)	

n: Numune sayısı

D-IB: Dijital indirekt bonding grubu, K-IB: Klasik indirekt bonding grubu

Pearson Ki-Kare testi p<0.05

TARTIŞMA VE SONUÇ

K-IB yönteminin braketleri güvenilir bir şekilde dişler üzerindeki amaçlanan konumlarına in vivo olarak aktardığı gösterilmiştir. Ancak klinik uygulama sırasında dijital yöntemlerin transfer doğruluğu hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu çalışmada braket transfer doğruluğu açısından klasik yöntemle dijital yöntemin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak farklı bulunduğu için sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Çalışmamızda objektif ve tekrarlanabilir sonuç elde etmek için hassas ölçümler yapılması gerekmektedir. Braket konum farklılıkları ölçülürken dijital fotoğrafçığa metoda (11,12) veya asetat kopyası (13) gibi değerlendirmelerden daha hassas ölçümler yapabilmek için 3D görüntüler karşılaştırılarak ölçümler yapılmıştır.

Braket konum farklılıklarının bir kısmı kabul edilebilir sınırlar içinde olup milimetrenin yaklaşık onda biri kadar sapma gösterse de diğer ölçümlerde sapmalar 1 milimetreden de fazla bulunmuştur (Tablo II). D-IB grubunda braketler dijital model üzerine sanal olarak yerleştirildiğinde elde edilen T0 modelindeki braketlerin görüntüsü çok net ve pürüzsüzdür. Fakat K-IB yönteminde T0 ve her iki grupta da braketler transfer elde edildikten sonra ağız içi tarayıcısıyla elde edilen T1 modelindeki braketlerin görüntüsü tarayıcının yansıma yapmasını engellemek için sprey sıkılmasına rağmen daha az net ve kusurlu bir görüntü oluşturmuştur. Bununla birlikte kullanılan tarayıcı (3 Shape TRIOS) bir in vitro çalışmada piyasada bulunan diğer tarayıcılara kıyasla en net görüntülere sahip olmasına rağmen, in vivo ortamda elde edilen görüntü kalitesi çok farklıdır (14).

Bachour ve ark. (15)'i Tero tarayıcısı ile yaptıkları çalışmada bizim çalışmamıza benzer şekilde çok düzlemli yüzeylere sahip braketlerin bonding sonrası taramalarında dağınık ışık yansıması sonucu aynı şekilde görüntü bozulmasını tespit etmişlerdir. Özellikle braket kanatlarında gerçekleşen görüntü distorsiyonu nedeniyle çalışmamızda konum farklılıklarını belirlemek için braketin merkezi referans noktası olarak alınmıştır.

Tüm gruplarda braket konum farklılığı ölçümleri için bir kısmının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu, incelenen transfer yöntemlerinin doğruluğunun ortalama olduğu görülmüştür. Çoğu çalışma bu sınırları yeterli bulurken, bazı çalışmalar daha küçük sapmaların güvenilir olabileceğini öne sürmüştür (16-18). Armstrong ve ark. (19) kesici dişlerde 0,25 mm'ye kadar olan sapmaların klinik olarak kabul edilebilir olduğunu, diğer dişlerde ise bu sapmanın 0,5 mm'ye kadar kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Gündoğ ve ark. İse (6) 3D çıktısı transfer plaklarını, çift kat SX ve şeffaf silikon transfer plakları ile karşılaştırdıkları çalışmada konum farklılıklarını tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulup molar dişlerdeki sapmaların diğer dişlere göre daha fazla olduğunu göstermiştir.

Fiorillo ve ark. (20) ortodontik tedavi sonunda dişlerin olması gereken pozisyonuna göre braketleri konumlandırıldığı programı kullanarak 3D çıktısı transfer plaklarının içine yerleştirilen flash-freeadeziv sisteminin indirekt bonding tekniğini değerlendirmiştir. İndirekt bonding tekniğinde karşılaşılabilecek tüm problemleri ortadan kaldırmaya yönelik yapılan bu çalışmada transfer plaklarının braket konum doğruluğu oldukça yüksek

bulunmasına rağmen molar dişlerde daha fazla sapma olduğu bildirilmiştir. Niu ve ark. (8) farklı 3D çıktısı ile çift kat SX transfer plaklarını karşılaştırdıkları çalışmada her iki transfer plağının doğrusal ölçümlerde daha iyi sonuç verdiğini fakat açısal ölçümlerde 3D çıktısı transfer plaklarının daha başarılı olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda hem kabul edilir sonuçlar elde edilebildiği, hem de daha düşük maliyetli olduğu için çift kat SX transfer plakları tercih edilmiştir.

K-IB grubunda, dijital modeller oluşturmak amacıyla braket yerleştirilmiş alçı modellerin taramaları yapılmıştır. Tomita ve ark. (21), geleneksel ölçü/alçı model yöntemleri ve ağız içi tarama ile oluşturulan dijital modellerin doğruluğunu değerlendirdikleri çalışmada hem geleneksel modellerden hem de ağız içi taramalardan hesaplanan ölçümlerin yüksek doğruluk gösterdiği ve klinik uygulamalar için uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Bu nedenle çalışmamızda alçı modellerin taramasından elde edilen dijital modeller, ağız içi tarayıcı elde edilen dijital modeller ile karşılaştırılmıştır.

Her iki indirekt bonding yönteminin dezavantajı, braketlerin alçı veya dijital model üzerindeki konumlarının hastanın dişlerine güvenilir bir şekilde aktarılabilmesidir. Örneğin, tükürük kontaminasyonu veya yumuşak dokuların transferi etkileyebileceği düşünülebilir. Ayrıca, bonding sırasında braketler ve dişler arasındaki bonding materyalinin kalınlığı değişerek final braket pozisyonunu etkileyebilir. Braketlerin tarama sırasında yansıma yapmasını engellemek için sprey sıkılmasına rağmen D-IB grubunun T0 modelindeki düzgün sınırlı görüntülere kıyasla her iki grubun T1 modelleri ile D-IB grubunun T1 modelindeki daha az düzgün sınırlı braket görüntüleri elde edilmiştir. Bonding materyal kalınlığının farklı olması, sprey kullanımı ve farklı seviyede düzgün kenarlara sahip braket görüntüleri çalışmanın limitasyonlarıdır.

Her iki indirekt bonding grubunda 0,5 mm'lik kritik değeri aşan braket konum sapmalarına rastlanılmıştır. Dijital indirekt bonding grubundaki braket konum farklılığı X ve Y düzlemlerinde daha fazla bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, et al. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod.* 1972; 62(3): 236-244. doi:10.1016/s0002-9416(72)90264-3
2. Kalange JT. Indirect bonding: a comprehensive review of the advantages. *World J Orthod.* 2004; 5(4): 301-307. PMID: 15633375
3. Zachrisson BU, Üşümez S, Büyükyılmaz T. Bonding in Orthodontics. In: Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, and Huang GJ, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques* 6th ed. 2017. p. 812-862.
4. Panayi NC, Tsolakakis AI, Athanasiou AE. Digital assessment of direct and virtual indirect bonding of orthodontic brackets: A clinical prospective cross-sectional comparative investigation. *Int Orthod.* 2020; 18(4): 714-21. doi:10.1016/j.ortho.2020.09.007. PMID: 33129700
5. Aboujaoude R, Kmeid R, Gebrael C, et al. Comparison of the accuracy of bracket positioning between di-

- rect and digital indirect bonding techniques in the maxillary arch: a three-dimensional study. *Prog Orthod.* 2022; 23(1): 31. doi:10.1186/s40510-022-00426-3
6. Gundog H, Arman Ozcirpici A, Pamukcu H. Transfer Accuracy of Three Indirect Bonding Trays: An In Vitro Study with 3D Scanned Models. *Turk J Orthod.* 2023; 36(1): 1-9. doi:10.4274/TurkJOrthod.2022.2022.34. PMID: 36960701.
 7. Duarte MEA, Gribel BF, Spitz A, et al. Reproducibility of digital indirect bonding technique using three-dimensional (3D) models and 3D-printed transfer trays. *Angle Orthod.* 2020; 90(1): 92-99. doi:10.2319/030919-176.1. PMID: 31411488
 8. Niu Y, Zeng Y, Zhang Z, et al. Comparison of the transfer accuracy of two digital indirect bonding trays for labial bracket bonding. *Angle Orthod.* 2021; 91(1): 67-73. doi:10.2319/013120-70.1
 9. Shin SH, Lee KJ, Kim SJ, et al. Accuracy of bracket position using thermoplastic and 3D-printed indirect bonding trays. *Int J Comput Dent.* 2021; 24(2): 133-145. PMID: 34085499
 10. Casco JS, Vaden JL, Kokich VG, et al. Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. *American Board of Orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(5): 589-599. doi:10.1016/s0889-5406(98)70179-9
 11. Wendl B, Droschl H, Muchitsch P. Indirect bonding-a new transfer method. *Eur J Orthod.* 2008; 30(1): 100-107. PMID: 18276930. doi:10.1093/ejo/cjm 094
 12. Castilla AE, Crowe JJ, Moses JR, et al. Measurement and comparison of bracket transfer accuracy of five indirect bonding techniques. *Angle Orthod.* 2014; 84(4): 607-614. doi:10.2319/070113-484.1 PMID: 24555689
 13. Hodge TM, Dhopatkar AA, Rock WP, et al. A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement. *J Orthod.* 2004; 31(2): 132-137. doi:10.1179/146531204225020427 PMID: 15210929
 14. Amornvit P, Rokaya D, Sanohkan S. Comparison of Accuracy of Current Ten Intraoral Scanners. *Biomed Res Int.* 2021; 2021: 2673040. doi:10.1155/2021/2673040
 15. Bachour PC, Klabunde R, Grunheid T. Transfer accuracy of 3D-printed trays for indirect bonding of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2022; 92(3): 372-379. doi:10.2319/073021-596.1 PMID: 35006236
 16. Pottier T, Brient A, Turpin YL, et al. Accuracy evaluation of bracket repositioning by indirect bonding: hard acrylic CAD/CAM versus soft one-layer silicone trays, an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(11): 3889-3897. doi:10.1007/s00784-020-03256-x
 17. Sachdeva RC. Sure Smile technology in a patient-centered orthodontic practice. *J Clin Orthod.* 2001; 35(4): 245-253. PMID: 11345571
 18. Kim YK, Kim SH, Choi TH, et al. Accuracy of intraoral scan images in full arch with orthodontic brackets: a retrospective in vivo study. *Clin Oral Investig.* 2021; 25(8): 4861-4869. doi:10.1007/s00784-021-03792-0
 19. Armstrong D, Shen G, Petocz P, et al. A comparison of accuracy in bracket positioning between two techniques—localizing the centre of the clinical crown and measuring the distance from the incisal edge. *Eur J Orthod.* 2007; 29(5): 430-436. doi:10.1093/ejo/cjm037
 20. Fiorillo G, Campobasso A, Caldara G, et al. Accuracy of 3-dimensional-printed customized transfer tray using a flash-free adhesive system in digital indirect bonding: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023; 164(4): 505-515. doi:10.1016/j.ajodo.2023.02.017 21.
 21. Tomita Y, Uechi J, Konno M, et al. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J.* 2018; 37(4): 628-633. doi:10.4012/dmj.2017-208