Review Article

10.18502/ijds.v17i2.6885
Crossref

Journal of
Isfahan Dental School

2021; 17(2): 206-215

Comparison of Direct and Indirect Scanners in Digital Impression Systems: A Narrative Review

Mahsa Abbasi[1]
Behnaz Ebadian[2]
Negin Aminianpour[3]

1. Assistance Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.
2. Professor, Department of Prosthodontics, Dental Implants Research Center, Dental Research Institute, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
3. **Corresponding Author:** Student, School of Dentistry, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran. **Email:** negin.aminianpour@gmail.com

Abstract

Introduction: Digital impression tools are an alternative to old impression materials and have developed significantly in recent years. These systems generally include two types of scanners: direct and indirect scanners. This article aimed to review and compare these two types of scanners.

Description: Data were collected by reviewing a total of forty articles on dimensional accuracy, a combination of scans, and internal and marginal gaps for comparison of direct and indirect scanners. These articles were retrieved from PubMed and Scopus and published between 2010 and 2020 using the following keywords: intraoral scanner, lab scanner, marginal gap, internal gap, and accuracy rate.

Results: Direct scanners had a lower amount of marginal and internal gaps, while indirect scanners had a lower deviation in more prepared teeth in the half and full arch due to the ability of stitching scans. Regarding the dimensional accuracy, the results of studies were inconsistent, but clinical studies pointed to the superiority of indirect scanners. The type of scanner suggested being selected depending on conditions such as the size of area, time, convenience of procedure, etc. The clinical results of both types of scanners were clinically acceptable.

Key words: Dental Marginal Adaptation, Dental Internal Adaptation, Dental impression technique.

Received: 17.01.2021 **Revised**: 13.04.2021 **Accepted:** 18.05.2021

How to cite: Abbasi M, Ebadian B, Aminianpour N. Comparison of Direct and Indirect Scanners in Digital Impression Systems: A Narrative Review. J Isfahan Dent Sch 2021; 17(2): 206-215.

مقاله مروری

10.18502/ijds.v17i2.6885
Crossref

مجله دانشکده
دندانپزشکی اصفهان
۱۴۰۰؛ ۱۷(۲): ۲۰۶ تا ۲۱۵

مروری بر اسکنرهای داخل و خارج دهانی در سیستم قالب‌گیری دیجیتال در دندانپزشکی

مهسا عباسی [۱]
بهناز عبادیان [۲]
نگین امینیان‌پور [۳]

۱. استادیار، گروه پروتزهای دندانی، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲. استاد، گروه پروتزهای دندانی، مرکز تحقیقات ایمپلنت‌های دندانی، پژوهشکده‌ی علوم دندانپزشکی، دانشکده ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. **نویسنده مسؤول:** دانشجو، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.
Email: negin.aminianpour@gmail.com

چکیده

مقدمه: ابزارهای قالب‌گیری دیجیتال، جایگزینی برای مواد قالب‌گیری قدیمی هستند و در سال‌های اخیر به طور چشمگیری توسعه یافته‌اند. این سیستم‌ها به طور کلی شامل دو نوع اسکنر می‌باشد: اسکنرهای مستقیم و غیرمستقیم. هدف از این مطالعه، بررسی و مقایسه‌ی این دو نوع اسکنر بود.

شرح مقاله: در این مطالعه‌ی مروری، داده‌ها با بررسی ۴۰ مقاله در رابطه با دقت ابعادی، توانایی ترکیب اسکن‌ها و گپ اینترنال و مارژینال برای مقایسه‌ی اسکنرهای مستقیم و غیرمستقیم جمع‌آوری شد. این مقالات از پایگاه‌های Medline، ISI و Scopus و بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از کلمات کلیدی زیر بازیابی شدند: Intraoral Scanner، Lab Scanner، Marginal Gap، Internal Gap و Accuracy Rate.

یافته‌ها: اسکنرهای مستقیم، منجر به گپ مارژینال و اینترنال کمتری شدند، در حالی که اسکنرهای غیرمستقیم به دلیل توانایی ترکیب اسکن‌ها در دندان‌های آماده شده در نیم فک و قوس کامل، انحراف کم‌تری داشتند. از نظر دقت ابعادی، نتایج مطالعات متفاوت بود، اما مطالعات بالینی به برتری اسکنرهای غیرمستقیم اشاره داشتند. نتایج هر دو نوع اسکنر از نظر بالینی قابل قبول بودند. پیشنهاد می‌شود که نوع اسکنر بسته به شرایط مانند ابعاد ناحیه‌ی مورد نظر، زمان مورد نیاز، راحتی عمل و غیره انتخاب شود.

کلید واژه‌ها: قالب‌گیری دندانی، تطابق مارژینال دندانی، تطابق داخلی دندانی.

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۱۰/۲۸ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۰/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۸

استناد به مقاله: عباسی مهسا، عبادیان بهناز، امینیان‌پور نگین. مروری بر اسکنرهای داخل و خارج دهانی در سیستم قالب‌گیری دیجیتال در دندانپزشکی. مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان. ۱۴۰۰؛ ۱۷(۲): ۲۰۶-۲۱۵.

مقدمه

در سال‌های اخیر، استفاده از سیستم‌های دیجیتال، به علت پیشرفت سریع تکنولوژی کامپیوتری، به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است (۱). سیستم‌های ثبت دیجیتال نسبت به سیستم کانونشنال مزایایی دارند شامل: امکان ساخت مدل بصری به منظور بهبود طرح درمان رستوریشن‌های ثابت و متحرک (۲)؛ حذف خطاهای فردی (۳)؛ سرعت و سهولت بیشتر به علت کاهش ناراحتی بیمار و هزینه‌ی دندان‌پزشک (۴، ۵)؛ امکان انتقال مدل‌ها برای مشاوره با سایر دندان پزشکان؛ نیاز به فضای کمتر به منظور ذخیره‌سازی اطلاعات نسبت به سیستم کانونشنال (۶) و توانایی پردازش مواد پیچیده و مستحکم مثل زیرکونیوم اکساید.

اسکنرهای مستقیم و غیر مستقیم، دو روش در دسترس به منظور تهیه‌ی قالب دیجیتال می‌باشند (۷). اسکنرهای غیرمستقیم به وسیله‌ی اسکن کردن کست یا قالب (منفی) گرفته شده یک تصویر سه بعدی ایجاد می‌کنند، درحالی‌که اسکنرهای داخل دهانی به صورت مستقیم این تصویر را از ساختارهای داخل دهانی ایجاد می‌کنند و به استفاده‌کنندگان، امکان حذف قالب‌گیری کانونشنال و تهیه‌ی کست گچی را می‌دهند (۸). هر دوی این روش‌ها مزایا و معایبی دارند.

تطابق اینترنال و مارژینال مناسب به همراه استحکام مکانیکی بالا، اتصال مناسب به مواد ونیر کننده و سمان لوتینگ، مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده‌ی پروگنوز رستوریشن‌های دندانی مثل کراون می‌باشند (۹). هر کدام از مراحل ساخت کراون، از جمله قالب‌گیری، ابعاد و تطابق رستوریشن نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دقت قالب‌گیری برای ساخت رستوریشن‌های دندانی و پروتزهای ثابت، ضروری می‌باشد (۱۰). مطالعات محدودی، این دو گروه اسکنر را مقایسه کرده‌اند. هدف این مطالعه، ارزیابی مقالاتی است که اسکنرهای داخل و خارج دهانی را برای تهیه‌ی قالب دیجیتال مقایسه کرده‌اند.

شرح مقاله

تاکنون مطالعات اندکی در مورد اسکنرهای مستقیم و غیرمستقیم صورت گرفته است. در این مطالعه‌ی مروری، مطالعات آزمایشگاهی و بالینی که در ده سال گذشته منتشر شده‌اند و برخی از مواردی که بر کیفیت رستوریشن‌های ثابت تأثیر می‌گذارند، مورد بررسی قرار گرفت؛ از جمله: مارژینال گپ، اینترنال گپ، دقت ابعادی و توانایی ترکیب اسکن‌ها. از آن‌جا که موضوع مورد بررسی گسترده، ناهمگن و دارای پارامترهای مختلفی بود، مرور روایی (Narrative review) را انتخاب کردیم. اطلاعات مربوط به انواع اسکنرها در جدول ۱ ذکر شده است.

جستجوی الکترونیک در پایگاه‌های Medline، ISI و Scopus با استفاده از این استراتژی صورت پذیرفت:

(Direct scanner) AND (Indirect scanner) AND (Marginal gap) (Direct scanner) AND (Indirect scanner) AND (Internal gap) (Direct scanner) AND (Indirect scanner) AND (Accuracy)

لازم به ذکر است که گاهی به جای direct و indirect scanner از intraoral و extraoral scanner استفاده شد و همچنین از precision به جای accuracy.

با این حال، تعداد مقالات مربوط به دست آمده کافی نبود؛ بنابراین برای دستیابی به مقالاتی که در جستجوی الکترونیکی از دست رفته بودند، جستجوی دستی صورت گرفت. این جستجوها با هدف بازیابی مقالات منتشر شده با متن کامل به زبان انگلیسی و بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ انجام شد. ابتدا مقالات بر اساس عنوان و چکیده آن‌ها انتخاب شدند و سپس متن کامل آن‌ها بازیابی و بررسی شد. تمام مطالعات یافت شده مقالات Original بودند که از بین آن‌ها ۲۲ مورد آزمایشگاهی و ۶ مورد بالینی بودند. در نهایت فاکتورهایی مانند طراحی مطالعه، از جمله مارک تجاری اسکنرها، اسکن کست یا قالب گرفته شده (برای اسکنرهای غیرمستقیم)، نوع

جدول ۱: لیست مشخصات سیستم‌های ثبت دیجیتال

نام تجاری اسکنر	نوع اسکنر	کارخانه‌ی سازنده
Planscan	خارج دهانی	PlanmecaOy, Helsinki, Finland
Identica Blue	خارج دهانی	Medit, Korea
Lava scanST	خارج دهانی	3M ESPE, Seefeld, Germany
Cercon	خارج دهانی	DeguDent, Hanau, Germany
Cerec	خارج دهانی	Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany
3M True Definition	خارج دهانی	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN
Lava Chairside Oral Scanner	داخل دهانی	3M ESPE, ST.Paul, minn
Trios	داخل دهانی	3Shape, Copenhagen, Demark
3Shape D700	خارج دهانی	Copenhagen, Denmark
iTero	داخل دهانی	iTero, San Jose, CA
Lava True Definition	داخل دهانی	3M ESPE
CS3600 Scanner	داخل دهانی	Carestream Dental, Atlanta, GA, USA
Dental Wings	خارج دهانی	Serie 7, Montreal, Canada
3D PROGRESS Plus	داخل دهانی	MHT, Verona, Italy
CARES Scan CS2	خارج دهانی	Institut Straumann AG, Basel, Switzerland
OrthoInsight 3D	خارج دهانی	Motion View Software, Chattanooga, TN
Es1	خارج دهانی	Etkon, Grafelfing, successor Straumann, Freburg, Germany
Everest Scan Pro	خارج دهانی	KaVo Dental, Biberach / Riss, Germany
ODKM97	خارج دهانی	Fraunhofer IOF, Jena, Germany
Cara TRIOS	داخل دهانی	Heraeus Kulzer, Hanau, Germny
D640	خارج دهانی	3shape, Copenhagen, Denmark
ZENO Scan S100	خارج دهانی	WIELAND, Dental + Technik, pfozheim, Germany
Digiscan	خارج دهانی	AmannGirrbach, Pforzheim, Germany
CS 3500	داخل دهانی	Brunn am Gebirge, Austria
Zfx Intrascan	داخل دهانی	Zfx GmbH, Dachau, Germay
CEREC AC Bluecam	داخل دهانی	Sirona, Bensheim, Germany
CEREC AC Omnicam	داخل دهانی	Sirona, Bensheim, Germany
D-810	خارج دهانی	3Shape, Copenhagen, Denmark
D250	خارج دهانی	3Shape, Copenhagen, Denmark
ATOS Core 80 5MP	داخل دهانی	GOM, Braunschweig, Germany
D1000	خارج دهانی	3Shape, Copenhagen, Denmark

فینیشینگ لاین، نوع مواد قالب‌گیری، بالینی یا آزمایشگاهی بودن مطالعه، لزوم استفاده از پودر به منظور اسکن تصاویر و همچنین یافته‌ها و نتایج بررسی شدند. با توجه به نوع مطالعه الزامی بر انجام تست آماری وجود نداشت.

یافته‌ها

مارژینال گپ:

یافته‌های مطالعات مورد بررسی در مورد مارژینال گپ در جدول ۲ خلاصه شده است. نتایج مقالات نشان دادند، کم ترین میزان مارژینال گپ برای اسکنر داخل دهانی و پس از آن اسکنرهای خارج دهانی و در آخر تکنیک کانونشنال می باشد (۱۱-۱۷). با این حال، لازم به ذکر است که در مطالعه ی Seelbach و همکاران (۱۴)، تکنیک کانونشنال تک مرحله‌ای مارژینال گپ کمتری نسبت به اسکن مستقیم و تکنیک‌های کانونشنال دو مرحله‌ای نشان داد. علاوه بر این، در مطالعه‌ی Shembesh و همکاران (۱۸) بیان شد که اسکن کست توسط اسکنر غیرمستقیم D700 مارژینال گپ پایین‌تری نسبت به اسکنر مستقیم iTero دارد.

نتایج متفاوتی در مورد استفاده از اسکنرهای غیرمستقیم برای اسکن کست (کپی مثبت) و اسکن قالب (کپی منفی) به دست آمد. برخی گزارش کرده‌اند که اسکن کست مقدار کمتری از مارژینال گپ را نشان می‌دهد (۱۸-۲۰) و برخی برعکس این مورد را بیان کردند (۱۲، ۱۳). لازم به ذکر است که همانند اسکنرهای مستقیم، در اسکنرهای غیر مستقیم نیز تفاوت در مارک تجاری دستگاه سبب ایجاد نتایج متفاوت شد (۲۱). مارژینال گپ برای فینیش لاین چمفر، کمتر بود (۱۱، ۲۱) با این حال، این تفاوت اغلب قابل توجه نبود (۱۱، ۲۱، ۲۲).

اینترنال گپ:

یافته‌های مطالعات مربوط به اینترنال گپ، در جدول ۳ خلاصه شده است. از نظر میزان اینترنال گپ، اکثر مطالعات برتری اسکنرهای مستقیم در برابر اسکنرهای غیرمستقیم را نشان دادند (۱۲، ۱۳، ۲۴-۲۶).

در مطالعه‌ی Rai و همکاران (۲۷)، میزان اینترنال گپ در تکنیک کانونشنال بیشتر از هر دو گروه اسکنر بود. اما در مطالعه‌ی Praca و همکاران (۲۸)، اسکنر غیر مستقیم CARES Scan CS2 به صورت قابل توجهی میزان اینترنال گپ پایین‌تری از اسکنر مستقیم Lava COS نشان داد.

علاوه بر این، هنگام استفاده از اسکنرهای غیرمستقیم، بیشتر مطالعات، برتری اسکن مدل گچی را نسبت به اسکن قالب (۱۲، ۱۳) بیان کردند. با این حال، مطالعه‌ی Arezoobakhsh و همکاران (۲۶)، تفاوت معنی داری نشان نداد.

دقت:

در رابطه با دقت، هیچ یک از انواع اسکنرهای داخل و خارج دهانی برتری نسبت به نوع دیگر نداشتند (۸، ۲۸، ۲۹). برتری اسکنر داخل دهانی در مطالعات آزمایشگاهی برجسته‌تر بود (۷، ۳۰). اما در مطالعات بالینی نتایج دو نوع اسکنر، تفاوت چشمگیری نداشت. در مطالعه‌ی Flugge و همکاران (۳۲)، اسکنرهای خارج دهانی دقیق‌تر از اسکنر داخل دهانی بودند. اما مطالعه‌ی Keul و Güth (۳۳) برتری اسکنرهای داخل دهانی را در شرایط بالینی و آزمایشگاهی نشان داد.

لازم به ذکر است که در برخی مطالعات، دقت در قسمت‌های مختلف قوس دندانی مورد ارزیابی قرار گرفت که برخی از آن‌ها به برتری اسکنرهای غیرمستقیم در مناطق خلفی (۳۰، ۳۲) اشاره کرده‌اند، در حالی که در یک مطالعه، نتیجه متفاوتی نشان داد (۷).

وسعت عملکرد:

اکثر مطالعات، به ویژه در مطالعات بالینی، برتری اسکنرهای غیرمستقیم را نشان دادند (۳۳-۳۶). در یک مطالعه توسط Güth و همکاران (۳۷) اسکنر Lava COS، به همراه استفاده از پودر برای اسکن، در محدوده‌ی وسیع دقیق‌تر بود. با این حال، در مطالعه‌ی Ender و همکاران (۳۴)، اسکنر داخل دهانی CEREC Bluecam، که از پودر برای اسکن استفاده می‌کرد، از اسکنرهای داخل دهانی 3Shape Trios و 3Shape Trios Color دقت کم‌تری داشت.

جدول ۲: مقایسه‌ی مقادیر مارژینال گپ در مطالعات بررسی شده

نویسندگان	سیستم قالب‌گیری	نام اسکنر	میزان مارژینال گپ (µm)
Tabesh و Dudley (۱۹)	خارج دهانی	Planscan	اسکن کست (کپی مثبت): ۷۷ اسکن قالب (کپی منفی): ۱۰۹
Aranda و همکاران (۲۰)	خارج دهانی	Identica blue	اسکن کست (کپی مثبت): ۸ اسکن قالب (کپی منفی): ۲۲
Baig و همکاران (۲۲)	خارج دهانی	Crecon	فینیش لاین چمفر: ۶۹ فینیش لاین شولدر: ۶۲
Re و همکاران (۲۳)	خارج دهانی	Lava scan ST	فینیش لاین چمفر: ۳۰ فینیش لاین شولدر: ۳۰
Euán و همکاران (۱۱)	خارج دهانی	Lava (3m ESPE)	فینیش لاین چمفر: ۶۴ فینیش لاین شولدر: ۵۲
	داخل دهانی	Lava C.O.S.	فینیش لاین چمفر: ۱۸ فینیش لاین شولدر: ۱۵
Pedroche و همکاران (۱۳)	خارج دهانی	3Shape D700	اسکن کست (کپی مثبت): ۸۷ اسکن قالب (کپی منفی): ۷۱
	داخل داخلی	Trios	۵۹
Malaguti و همکاران (۱۲)	خارج دهانی	–	اسکن کست (کپی مثبت): ۱۱۲ اسکن قالب (کپی منفی): ۸۸
Shembesh و همکاران (۱۸)	داخل دهانی	–	۸۰
	داخل دهانی	iTero	۶۲
	داخل دهانی	Lava True Definition	۲۲
	خارج دهانی	D700	اسکن کست (کپی مثبت):۵۰ اسکن قالب PVS: ۸۱
Seelbach و همکاران (۱۴)	داخل دهانی	LavaC.O.S.	۴۸
	تکنیک کانونشنال	–	یک مرحله‌ای: ۳۳ دو مرحله‌ای: ۶۰
Silva و همکاران (۱۷)	داخل دهانی	Lava	۴۸
	تکنیک کانونشنال	–	۷۴
Syrek و همکاران (۱۵)	داخل دهانی	LavaC.O.S.	۴۹
	تکنیک کانونشنال	–	۷۱
Zarauz و همکاران (۱۶)	داخل دهانی	iTero	۸۰
	تکنیک کانونشنال	–	۱۳۳
Lee و همکاران (۲۱)	خارج دهانی	Lava	۸۷
	خارج دهانی	Crecon	۵۸
	خارج دهانی	Cerec	۹۰

بحث

در این مطالعه‌ی مروری، اسکنرهای مستقیم و غیرمستقیم از نظر گپ مارژینال و اینترنال، دقت و وسعت عملکرد مقایسه شد. هدف از این مقایسه، یافتن راهنمایی برای انتخاب اسکنرها بسته به شرایط بود.

لازم به ذکر است که پارامترهای کلینیکی بیشترین تأثیر را در کیفیت ثبت (قالب‌گیری) (۳۸) دارند. هر مرحله از فرایند ثبت دیجیتال، می‌تواند منجر به خطا شود و خطاهای فردی هم می‌توانند یکدیگر را تقویت یا خنثی کنند. اثرات ترکیبی نیز محتمل اســت (۸). علاوه بر این، تفـاوت در نـوع

جدول۳: مقایسه‌ی مقادیر اینترنال گپ در مطالعات بررسی شده

نویسندگان	روش ثبت	نام اسکنر	Occlusal gap (µm)	Axiocclusal gap (µm)	Axial gap (µm)
Arezoobakhsh و همکاران (۲۶)	اسکنر خارج دهانی (کست)	–	۲۴۸	۲۱۶	۸۵
	اسکنر خارج دهانی (کپی منفی)	–	۲۳۸	۲۲۷	۸۸
	اسکنر داخل دهانی	Trios	۱۰۴	۱۲۶	۷۰
	اسکنر داخل دهانی	CS3600	۱۲۸	۱۴۷	۷۲
Kim و همکاران (۲۴)	اسکنر داخل دهانی	–	۹۶	_	بعد مزیودیستالی: ۹۷ بعد باکولینگوالی: ۹۲
	اسکنر خارج دهانی	–	۱۱۸	–	بعد مزیودیستالی: ۹۲ بعد باکولینگوالی: ۱۱۷
Rai و همکاران (۲۷)	اسکنر داخل دهانی	–	۱۵۵	–	۳۲
	اسکنر خارج دهانی	–	۲۰۲	–	۶۶
	قالبگیری کانونشنال	–	۳۱۹	–	۸۷
Praca و همکاران (۲۸)	اسکنر داخل دهانی	Lava COS	۱۹۲	۱۶۰	۱۰۷
	اسکنر داخل دهانی	Trios	۱۶۸	۱۳۷	۹۴
	اسکنر خارج دهانی	CARES Scan CS2	۱۷۲	۱۳۰	۹۲
Pedroche و همکاران (۱۳)	اسکنر داخل دهانی	Trios	۱۱۲	۳۴۰	۴۰
	اسکنر خارج دهانی (کست)	D700	۳۰۰	۳۷۳	۴۰
	اسکنر خارج دهانی (کپی منفی)	D700	۲۴۸	۳۴۰	۳۶
Ahrberg و همکاران (۲۵)	اسکنر داخل دهانی	Lava COS	۱۵۵	۱۴۴	۸۸
	اسکنر خارج دهانی	Lava Scan ST	۱۷۱	۱۵۵	۹۲
Malaguti و همکاران (۱۲)	اسکنر داخل دهانی	3D progress (MHT)		میانگین اینترنال گپ: ۱۶	
	اسکنر خارج دهانی(به صورت مستقیم)	–		میانگین اینترنال گپ: ۲۳	
	اسکنر خارج دهانی (کست)	–		میانگین اینترنال گپ: ۳۰	
	اسکنر خارج دهانی (کپی منفی)	–		میانگین اینترنال گپ: ۲۷	

اسکنر در هر گروه (مارک‌های تجاری مختلف) می‌تواند منجر به نتایج متفاوت شود.

علاوه بر این، مقالات مرتبط از نظر نوع درمان، شرایط آماده‌سازی دندان و هدف مطالعه متفاوت بودند.

مارژینال گپ:

اسکنر داخل دهانی مقادیر مارژینال گپ کم‌تری نسبت به اسکنرهای خارج دهانی داشتند. طبق مطالعه‌ی Mclean و von Fraunhofer (۳۹)، مقدار گپ مارژینال قابل قبول برای جلوگیری از انحلال سمان، تجمع پلاک، میکرولیکیج و پوسیدگی ثانویه ۱۲۰ میکرومتر می‌باشد. بنابراین، همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، هر سه روش قالب گیری، به جز در مطالعه‌ی Zarauz و همکاران (۱۶)، از نظر بالینی قابل قبول بودند. که در آن احتمالاً بیشتر بودن مارژینال گپ به علت استفاده از تری پلاستیکی به جای تری فلزی بوده است.

اینترنال گپ:

طبق مطالعات مورد بررسی (جدول ۳)، اسکنرهای مستقیم، مقادیر اینترنال گپ کم‌تری نسبت به اسکنرهای غیرمستقیم داشتند. مقادیر کم‌تر اینترنال گپ برای اسکنر خارج دهانی در مطالعه‌ی Praca و همکاران (۲۷) ممکن است به دلیل استفاده مستقیم از اسکنر غیرمستقیم (CARES Scan CS2) برای اسکن مدل به عنوان کنترل باشد، که تغییرات ابعادی قالب‌گیری و تهیه کست را از بین می‌برد.

دقت:

برتری اسکنر داخل دهانی از نظر دقت در مطالعات آزمایشگاهی، برجسته‌تر بود. Flugge و همکاران (۳۱) گزارش کردند که شرایط داخل دهانی مانند فضای محدود، بزاق، حرکت بیمار و رطوبت محیط دهان، می‌تواند از دقت اسکنر داخل دهانی بکاهد. با این حال Keul و Güth (۳۲) اظهار داشتند که در شرایط بهینه (بسته به مهارت دندان‌پزشک) اسکن مستقیم منجر به نتایج یکسان و برای پارامترهای منفرد (مثل عرض قوس و انحراف ابعاد قوس) حتی با دقت بالاتر از اسکن غیرمستقیم می‌شود. بنابراین در صورت کنترل شرایط داخل دهانی، اسکنرهای مستقیم ممکن است دقیق‌تر باشند.

وسعت عملکرد:

اکثر مطالعات حاکی از برتری اسکنرهای غیرمستقیم در بازسازی‌های گسترده است. Su و Sun (۳۶) پیشنهاد کردند که اسکنرهای مستقیم به دلیل عدم توانایی در ترکیب تصاویر، قادر به تولید تصاویر دقیق در نواحی وسیع‌تری از نیم فک نیستند. علاوه بر این، Andriessen و همکاران (۳۴)، اظهار داشتند که وجود بزاق باعث کاهش نقاط مرجع می شود. به طور کلی، در اسکنرهای مستقیم به دلیل وجود بزاق در ناحیه‌ی اسکن شده، تعداد نقاط مرجع و در نتیجه احتمال ترکیب تصاویر را کاهش یافته و بنابراین دامنه‌ی عملکرد کاهش می‌یابد.

در مطالعه‌ی دیگری (۴۰)، برتری اسکنرهای مستقیم با استفاده از پودر برای اسکن نشان داد که استفاده از پودر، به دلیل تغییر سطح، نقاط مرجع را افزایش داده و در نتیجه توانایی اسکنر داخل دهانی را برای اسکن دامنه‌های وسیع‌تر افزایش می‌دهد. ولی نتیجه‌ی متفاوت در مطالعه‌ی Ender و همکاران (۳۵) ممکن است به دلیل تفاوت در نوع دستگاه مورد استفاده (مارک تجاری آن‌ها) یا مهارت دندان‌پزشک باشد.

این مطالعه یکی از معدود مطالعاتی است که این دو نوع اسکنر را از جنبه‌های مختلف بررسی می‌کند. در این مطالعه، تلاش‌های زیادی برای همگن‌سازی داده‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با شرایط نسبتاً یکسان انجام شده است. در نهایت، به بررسی انواع اسکنرهای داخل و خارج دهانی در سیستم‌های دیجیتال پرداختیم. در نظر داریم در مطالعات بعدی در این رابطه با بررسی مارک‌های تجاری انواع اسکنر و مقایسه‌ی عملکرد آن‌ها بپردازیم. مطالعات بیشتر برای مقایسه‌ی این دو نوع اسکنر و ارزیابی چندین نوع از آن‌ها توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف مقایسه‌ی اسکنرهای داخل دهانی و خارج دهانی انجام شد. توصیه می‌شود نوع اسکنر با توجه به شرایط زیر انتخاب شود:

- زمانی که بیمار و دندان‌پزشک محدودیت زمانی، اقتصادی و غیره ندارند، بهتر است از اسکنرهای مستقیم برای کراون‌های تکی و اسکنرهای غیرمستقیم برای پروتزهای پارسیل ثابت (FPD) استفاده شود.
- زمانی که بیمار رفلکس گگ شدید دارد، اسکنر مستقیم، انتخاب بهتری است.
- زمانی که می‌خواهیم وقت کمتری را صرف کنیم، اسکنرهای مستقیم توصیه می‌شود.
- از نظر اقتصادی، تکنیک کانونشنال مقرون به صرفه‌تر است. در سیستم دیجیتال، هزینه‌ی اسکنرهای مستقیم، معمولاً بیشتر است. لازم به ذکر است که برای اسکنرهای غیرمستقیم، به مواد قالب‌گیری نیاز داریم و بنابراین، در بسیاری از موارد ممکن است اسکنرهای مستقیم با گذشت زمان مقرون به صرفه‌تر باشند.

References

1. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. Quintessence Int 2015; 46(1): 9-17.
2. Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW, Redmond WR. Intraoral digital scanners. J Clin Orthod 2014; 48(6): 337-47.
3. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J 2009; 28(1): 44-56.
4. Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlattani A. CEREC CAD/CAM chairside system. Oral Implantol (Rome) 2014; 7(3): 57-70.
5. Gherlone E, Cappare P, Vinci R, Ferrini F, Gastaldi G, Crespi R. Conventional versus digital impressions for "All-on-Four" restorations. Int J Oral Maxillofac Implants 2016; 31(2): 324-30.
6. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. Orthod Craniofac Res 2011; 14(1): 1-16.
7. Porter JL, Carrico CK, Lindauer SJ, Tufekci E. Comparison of intraoral and extraoral scanners on the accuracy of digital model articulation. J Orthod 2018; 45(4): 275-82.
8. Rudolph H, Salmen H, Moldan M, Kuhn K, Sichwardt V, Wostmann B, et al. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. J Appl Oral Sci 2016; 24(1): 85-94.
9. Ahlholm P, Sipila K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: A review. J Prosthodont 2018; 27(1): 35-41.
10. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. J Oral Sci 2018; 60(1): 1-7.
11. Euan R, Figueras-Alvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R. Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: influence of the CAD/CAM system and the finish line design. J Prosthet Dent 2014; 112(2): 155-62.
12. Malaguti G, Rossi R, Marziali B, Esposito A, Bruno G, Dariol C, et al. In vitro evaluation of prosthodontic impression on natural dentition: a comparison between traditional and digital techniques. Oral Implantol (Rome) 2016; 9(Suppl 1/2016 to N 4/2016): 21-7.
13. Pedroche LO, Bernardes SR, Leao MP, Kintopp CC, Correr GM, Ornaghi BP, et al. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. Braz Oral Res 2016; 30(1): e113.
14. Seelbach P, Brueckel C, Wostmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. Clin Oral Investig 2013; 17(7): 1759-64.
15. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. J Dent 2010; 38(7): 553-9.
16. Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, Hassan B, Pradies G. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. Clin Oral Investig 2016; 20(4): 799-806.
17. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araujo E, Stimmelmayr M, Vieira LC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. Clin Oral Investig 2014; 18(2): 515-23.
18. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R. An in vitro comparison of the marginal adaptation accuracy of CAD/CAM restorations using different impression systems. J Prosthodont 2017; 26(7): 581-6.
19. Tabesh R, Dudley J. A Comparison of marginal gaps of all-ceramic crowns constructed from scanned impressions and models. Int J Prosthodont 2018; 31(1): 71-3.
20. Aranda YE, Cantarell JMA, Minarro AA. Comparison of the marginal fit of milled yttrium stabilized zirconium dioxide crowns obtained by scanning silicone impressions and by scanning stone replicas. J Adv Prosthodont 2018; 10(3): 236-44.
21. Lee K-H, Yeo I-S, Wu BM, Yang J-H, Han J-S, Kim S-H, et al. Effects of computer-aided manufacturing technology on precision of clinical metal-free restorations. BioMed research international. 2015;2015.
22. Baig MR, Tan KB, Nicholls JI. Evaluation of the marginal fit of a zirconia ceramic computer-aided machined (CAM) crown system. J Prosthet Dent 2010; 104(4): 216-27.
23. Re D, Cerutti F, Augusti G, Cerutti A, Augusti D. Comparison of marginal fit of Lava CAD/CAM crown-copings with two finish lines. Int J Esthet Dent 2014; 9(3): 426-35.

24. Kim MW, Kim JY, Shim JS, Kim S. Effect of the number of splinted abutments on the accuracy of zirconia copings. J Prosthet Dent 2018; 120(5): 790.
25. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: A double-blinded, randomized clinical trial. Clin Oral Investig 2016; 20(2): 291-300.
26. Arezoobakhsh A, Shayegh SS, Jamali GA, Hakimaneh SMR. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit zirconia frameworks fabricated with CAD-CAM technology using direct and indirect digital scans. J Prosthet Dent 2020; 123(1): 105-12.
27. Rai R, Kumar SA, Prabhu R, Govindan RT, Tanveer FM. Evaluation of marginal and internal gaps of metal ceramic crowns obtained from conventional impressions and casting techniques with those obtained from digital techniques. Indian J Dent Res 2017; 28(3): 291-7.
28. Praca L, Pekam FC, Rego RO, Radermacher K, Wolfart S, Marotti J. Accuracy of single crowns fabricated from ultrasound digital impressions. Dent Mater 2018; 34(11): e280-8.
29. Guth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayr M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. Clin Oral Investig 2017; 21(5): 1445-55.
30. Nedelcu R, Olsson P, Nystrom I, Ryden J, Thor A. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. J Dent 2018; 69: 110-8.
31. Carbajal Mejia JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. J Prosthet Dent 2017; 118(3): 392-9.
32. Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013; 144(3): 471-8.
33. Keul C, Guth JF. Accuracy of full-arch digital impressions: an in vitro and in vivo comparison. Clin Oral Investig 2020; 24(2): 735-45.
34. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: A pilot study. J Prosthet Dent 2014; 111(3): 186-94.
35. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. J Prosthet Dent 2016; 115(3): 313-20.
36. Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. J Prosthodont Res 2015; 59(4): 236-42.
37. Vecsei B, Joos-Kovacs G, Borbely J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems - An in vitro study. J Prosthodont Res 2017; 61(2): 177-84.
38. Guth JF, Keul C, Stimmelmayr M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. Clin Oral Investig 2013; 17(4): 1201-8.
39. Albdour EA, Shaheen E, Vranckx M, Mangano FG, Politis C, Jacobs R. A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions. BMC Oral Health 2018; 18(1): 117.
40. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J 1971; 131(3): 107-11.