

مقایسه دقت دو روش دیجیتال و دستی در اندازه‌گیری‌های سفالومتری جانبی

زهره هدایتی*#، شعله شهیدی**، ساسان رسایی***

* دانشیار گروه ارتودانتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

** دانشیار گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

*** دستیار تخصصی گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

تاریخ ارائه مقاله: ۸۸/۹/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۲۵

Evaluation of Agreement between Digital and Analogue Lateral Cephalometric Measurements

Zohreh Hedayati*#, Shoaleh Shahidi**, Sasan Rasae***

* Associate Professor, Dept of Orthodontics, Dental School, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

** Associate Professor, Dept of Maxillofacial Radiology, Dental School, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

*** Postgraduate Student, Dept of Prosthodontics, Dental School, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Received: 10 December 2009; Accepted: 14 February 2010

Introduction: The purpose of this study was to evaluate the accuracy of cephalometric measurements obtained from digital tracing software compared with equivalent hand traced measurements to determine the more accurate and useful method.

Materials & Methods: Digital and analogue radiographic images of 30 orthodontic patients were obtained through Sandwich technique (a conventional radiographic film and a digital image are produced simultaneously). Fifteen cephalometric landmarks were identified and 10 linear and angular measurements calculated, both manually and with digital tracing software. Measurement errors were assessed for each method by duplicating measurements of 15 randomly selected radiographs using Pearson's correlation coefficient. A paired t- test was used to detect differences between the manual and digital methods.

Results: Differences between the two methods for SNA, U_1-L_1 and Wit's appraisal were statistically significant ($P < 0.05$). In error measurements, an overall greater variability in the digital cephalometric measurements was found.

Conclusion: The two tracing methods provided similar clinical results; therefore, efficient digital cephalometric software could be reliably chosen as a routine diagnostic tool due to its advantages (lower exposure to X-ray, image development bypass, image quality enhancement through computer).

Key words: Digital cephalometry, sandwich technique, manual tracing, lateral cephalometry.

Corresponding Author: hedayatz@yahoo.com

J Mash Dent Sch 2010; 34(1): 81-94.

چکیده

مقدمه: در سالیان اخیر ارتودنسی به سمت استفاده از تکنولوژی دیجیتال حرکت کرده است. هدف مطالعه حاضر، ارزیابی دقت اندازه‌گیری‌های سفالومتری یک بدست آمده با نرم‌افزار تریسینگ سفالومتری در مقایسه با روش تریسینگ دستی جهت تعیین روش دقیق تر و مفیدتر بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی-تحلیلی نمونه‌های مورد استفاده شامل تصاویر رادیوگرافی سفالومتری جانبی دیجیتال و معمولی ۳۰ بیمار بود که با روش Sandwich تهیه شدند. در این روش برای هر بیمار یک فیلم رادیوگرافی و یک تصویر دیجیتال همزمان به دست می‌آید. ۱۵ لندمارک سفالومتری و ۱۰ اندازه‌گیری زاویه‌ای و خطی در هر دو روش دیجیتال و دستی محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفتند. خطای اندازه‌گیری برای هر روش با تکرار تریسینگ ۱۵ سفالومتری از بین ۳۰ سفالومتری اولیه، با استفاده از ضریب همبستگی Pearson محاسبه شد. برای مقایسه دو روش از Paired t test استفاده گردید.

مولف مسؤول، آدرس: شیراز، قم آباد، خیابان قصردشت، دانشکده دندانپزشکی، گروه ارتودانتیکس، تلفن: ۰۷۱۱-۶۲۸۹۹۱۳، ۰۹۱۷۱۱۷۱۶۴۳

E-mail: hedayatz@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج بدست آمده نشان دادند که اختلاف بین دو روش برای اندازه‌گیری SNA و U_1-L_1 و Wit's از لحاظ آماری معنی‌دار بودند ($P < 0/05$). در محاسبه خطا، تغییرات در اندازه‌گیری‌های دیجیتال اندکی بیشتر از روش دستی بود.

نتیجه‌گیری: بطور کلی هر دو روش نتایج کلینیکی مشابهی را در اختیار ما قرار می‌دهند. بنابراین سفالومتری دیجیتال می‌تواند انتخاب قابل اعتمادتری به عنوان یک وسیله تشخیصی متداول به دلیل مزایایی که نسبت به تصاویر معمولی از قبیل کاهش اشعه دریافتی بیمار، حذف مراحل ظهور و ثبوت و مواد شیمیایی و نیز ذخیره، پردازش و ارتقاء کیفیت تصاویر دیجیتال توسط کامپیوتر را دارد باشد.

واژه‌های کلیدی: سفالومتری دیجیتال، روش ساندویچ، تریسینگ دستی، سفالومتری جانبی.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۸۹ دوره ۳۴ / شماره ۱: ۹۴-۸۱.

مقدمه

اختلاف قابل توجهی بین دو سیستم تصویربرداری مشاهده نکردند ($P > 0/05$). مطالعه نشان داد کیفیت تصویر دیجیتال قابل مقایسه با تصویر سفالومتری معمولی با وجود کاهش اشعه است.

Hageman و همکاران^(۳) در تحقیقی در سال ۱۹۹۹، میانگین قابلیت تکرار (Reproducibility) لندمارک‌های سفالومتری در تصاویر دیجیتال را به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر یافتند. بعلاوه اینکه اشعه به میزان ۲۳/۷٪ کاهش داده شده بود.

در تحقیق منتشر شده توسط Chen^(۴) قابلیت تشخیص لندمارک‌ها در دو نوع سفالومتری آنالوگ و دیجیتال مقایسه شده بود. در مقایسه بین محاسبه خطای افراد، خطای بالاتری برای رادیوگرافی دیجیتال در ۱۶ مورد از ۱۹ لندمارک پیدا شد. به طور کلی اختلاف موقعیت لندمارک‌ها بین دو نوع رادیوگرافی از لحاظ آماری معنی‌دار بود و قابلیت اعتماد تشخیص لندمارک‌ها در نوع دیجیتال قابل مقایسه با نوع معمولی بود.

Turner و همکاران^(۵) قابلیت تکرار Reproducibility تشخیص لندمارک‌ها در تصاویر سفالومتری اسکن شده با اسکنر را ارزیابی نمودند. تصاویر روی نمایشگر نمایش داده شدند و سپس آنالیز سفالومتری با نرم‌افزار Screen ceph صورت گرفت. میزان متوسط اختلاف بین دو روش ۰/۵ درجه و ۰/۲ mm بود. مطالعات آنها نشان

در سالیان اخیر ارتدنیسی به سمت استفاده از تکنولوژی دیجیتال حرکت کرده است، تمام جنبه‌های ارتدنیسی از دستگاه‌های رادیوگرافی دیجیتال سفالومتری و پانورامیک تا نرم‌افزارهای تصویربرداری و سیستم‌های مدیریتی، تحت تاثیر این پیشرفت قرار گرفته است. در حال حاضر می‌توان سفالوگرام‌ها را به صورت دیجیتال رسم^۱ کرد و شاخص‌ها را به دقت اندازه‌گیری کرد. ترسیم^۲ دیجیتال زمان کمتری نسبت به ترسیم دستی لازم دارد.^(۱)

قبل از اینکه سفالومتری معمولی جای خود را به نوع دیجیتال دهد می‌بایست دقیق بودن روش تعیین لندمارک‌ها به طریقه دیجیتال ارزیابی شود.

شاید مهمترین نقش در ایجاد خطا در تعیین موقعیت لندمارک‌ها به کیفیت تصویر مرتبط باشد. تصویر با کیفیت پایین با وجود تجربه و آموزش اپراتور از تعیین دقیق موقعیت آنها ممانعت می‌کند. با تهیه سفالومتری به روش دیجیتال می‌توان کیفیت تصاویر را بهبود داد.^(۱)

در سال ۱۹۹۷، lim و همکاران^(۲) قابلیت اطمینان (Reliability) تعیین لندمارک‌ها در رادیوگرافی دیجیتال و معمولی را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند به طور کلی

1. Trace
2. Tracing

Santoro و همکارانش^(۹) در تحقیقی دقت اندازه‌گیری‌های سفالومتری دیجیتال و آنالوگ تهیه شده با تکنیک ساندویچ را ارزیابی کردند. این اولین بار بود که هر دو رادیوگرافی با یک تابش اشعه تهیه می‌شد. در این تکنیک (ساندویچ) یک PSP^۱ و یک فیلم رادیوگرافی معمولی در کاست یکسان قرار داده شده و به طور همزمان به آنها اشعه تابیده می‌شود. این روش خطاهای موقعیتی (Positioning) و اختلافات بالقوه وابسته به تابش‌های متعدد که مطالعات قبلی را تحت تاثیر قرار داده بود را حذف می‌کند. تمرکز این مطالعه بر اندازه‌گیری‌های سفالومتری بجای لندمارک‌ها به منظور بدست آوردن اطلاعات برای کاربردهای کلینیکی بود.

اختلاف اندازه‌گیری بین دو روش بطور کلی کم بود و دو روش نتایج کلینیکی یکسانی را فراهم می‌کردند. بنابراین نرم‌افزار آنالیز سفالومتری موثر می‌تواند انتخاب قابل اطمینانی به عنوان وسیله تشخیصی متداول باشد، ضمن اینکه تکنیک ساندویچ دارای سهولت یک انتخاب موثر برای ارتباط اپراتورهاست و تابش اشعه به بیمار را نیز کاهش می‌دهد.

Sayinsu و همکاران^(۱۰) خطاهای اندازه‌گیری‌های سفالومتری را در دو نوع رادیوگرافی مورد بررسی قرار دادند رادیوگرافی‌ها توسط اسکنر با فرمت 300DPI اسکن شدند و سپس نوع دیجیتالی شده توسط نرم‌افزار Dolphin 9 آنالیز شدند.

برای هر دو نوع رادیوگرافی اختلاف اپراتورها همبستگی بالایی با هم داشت. نتایج نشان داد که کاربرد نرم‌افزار سفالومتری برای آنالیز تصاویر اسکن شده خطاهای اندازه‌گیری را در مقایسه با رادیوگراف‌هایی که

داد که به طور کلی روش Screen ceph دقت کافی را برای استفاده کلینیکی داراست اما هنوز به علت محدودیت‌های سخت‌افزاری برای پروژه‌های تحقیقاتی مطلوب نیست.

تحقیقات Ongkosuwito و همکاران^(۶) جهت تعیین قابلیت تکرارپذیری لندمارک‌ها در دو نوع رادیوگرافی دیجیتال و آنالوگ با سه روش انجام پذیرفت. روش اول: اندازه‌گیری‌های آنالوگ با دست صورت گرفت. روش دوم اندازه‌گیری‌های دیجیتال، بر روی رادیوگرافی‌های اسکن شده با کیفیت 300 DPI انجام شد. این رادیوگرافی‌ها توسط اسکنر اسکن شده بودند. روش سوم: اندازه‌گیری‌های دیجیتال بر روی رادیوگرافی‌های اسکن شده با وضوح 600 DPI بود. نوع دیجیتال توسط نرم‌افزار AO Ceph آنالیز شد.

به طور کلی قابلیت اطمینان هر دو روش معادل بود. در مقایسه نوع آنالوگ با 600 DPI تقریباً تمام اندازه‌گیری‌ها معادل بودند. این تحقیق نشان داد که اسکن تصاویر با رزولوشن بالاتر خطای اندازه‌گیری‌ها را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد، در مجموع نوع دیجیتال قابلیت تکرار بالاتری نسبت به نوع آنالوگ داشت و رزولوشن ۳۰۰ قابل مقایسه با ۶۰۰ بود.

تحقیق Chen و همکاران^(۷) نیز تحقیق سودمندی سفالومتری دیجیتال را در ارتباط با قابلیت اعتماد آنالیز سفالومتری ثابت کرد.

Bruntz و همکاران^(۸) سفالوگرام‌های جانبی اسکن شده را با نوع اولیه مقایسه کردند. جهت آنالیز سفالومتری دیجیتال از نرم‌افزار Dolphina استفاده شد. نتایج آنها مشخص کرد که برای کارهای کلینیکی ارتدنسی، سفالوگرام‌های اسکن شده قابل استفاده هستند ولی هنگام تعیین Porion و Orbitale باید توجه کافی لحاظ شود.

1. Photo Stimulated Phosphor

با دست رسم شده‌اند افزایش نمی دهد.

از آنجایی که اخیراً در ایران و شیراز گیرنده‌های رادیوگرافی دیجیتال از جمله رادیوگرافی سفالومتری مورد استفاده قرار می‌گیرند و با توجه به ضرورت استفاده از تکنولوژی دیجیتال در ارتدنیسی همگام با علم روز دنیا و نظر به پیشرفت‌های تکنولوژیک این تحقیق با هدف کلی ارزیابی میزان توافق و مقایسه دقت تعیین لندمارک‌ها و اندازه‌گیری‌های معمول در دو نوع تکنیک معمولی و دیجیتال (تهیه شده با روش ساندویچ)، و با استفاده از نرم‌افزار جدید Dolphin10 صورت گرفت. هدف این طرح تعیین میزان توافق اندازه‌گیری‌های زاویه‌ای و طولی در دو روش تریسینگ دیجیتال و دستی بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه مقطعی تعداد ۳۰ نفر از بیماران متقاضی درمان ارتدنیسی (۱۰ پسر و ۲۰ دختر) در گروه سنی ۱۵-۱۲ سال انتخاب گردیدند.

تصاویر سفالومتری جانبی دیجیتال و معمولی از هر بیمار با یک تابش (Single radiographic exposure) تهیه شد. (در مجموع ۶۰ سفالومتری جانبی بدست آمد که ۳۰ تای آنها دیجیتال و ۳۰ تای آنها به صورت فیلم بود). از فیلم اکفا و PSP (Soredex) که به صورت Hybrid (Sandwich technique) در یک کاست (۲۴×۳۰ cm) قرار داده شده بود استفاده گردید. در این روش فیلم و گیرنده PSP هر دو در مقابل اسکرین قرار می‌گیرند. از دستگاه رادیوگرافی خارج دهانی Plan Mega-CC-Proline2000 جهت تهیه رادیوگرافی‌ها استفاده شد. اصولاً هر گونه رادیوگرافی سفالومتری جانبی مربوط به هر نوع مال‌اکلوژن یا با هر مشکل آناتومیکی باشد قابلیت استفاده در این طرح را دارد چرا که هر دو رادیوگرافی با شرایط کاملاً یکسان و در یک زمان تهیه می‌شود و هر مشکل یا

خطایی وجود داشته باشد برای هر دو نوع رادیوگرافی بطور یکسان رخ خواهد داد

در این روش (Sandwich technique)، خطاهای ناشی از احتمال تغییر هرچند اندک موقعیت سر هنگام تهیه جداگانه رادیوگرافی‌های دیجیتال و معمولی و نیز نیاز به تابش‌های متعدد حذف می‌گردد.

شرایط تابش برای هر بیمار با توجه به سن و وزن بیمار انتخاب گردید به گونه‌ای که تصاویر اولیه به دست آمده (دیجیتال و معمولی) از کیفیت تشخیصی مناسبی برخوردار باشند.

گیرنده PSP در اسکنر لیزری (-Digora-Soredex) Class1 laser product type DXR بلافاصله بعد از تابش، Process شد. جهت ظهور و ثبوت فیلم اکفا از Processor اتوماتیک متداول (Conventional) استفاده شد. تصاویر دیجیتال در کامپیوتر به فرمت JPEG-100 ذخیره و سپس جهت ترسیم به نرم‌افزار Dolphin10 منتقل شدند و پردازش تصویر و آنالیز سفالومتری در یک کامپیوتر Pentium 4 صورت گرفت لازم به ذکر است که این ویرایش نرم‌افزار دلفین جدیدترین نسخه آن می‌باشد و تاکنون تحقیقی در این زمینه با استفاده از آن انجام نگرفته است.

همه رادیوگرافی‌های دیجیتال و معمولی توسط یک متخصص ارتدنیسی به دقت رسم شدند و ۱۵ لندمارک آناتومیک و ۱۰ اندازه‌گیری سفالومتری برای ارزیابی دقت دو نوع سفالوگرام مورد استفاده قرار گرفتند.

رادیوگرافی‌های معمولی به صورت دستی روی یک نگاتوسکوپ در یک اتاق تاریک بوسیله مداد و نقاله رسم شدند. برای کاهش خطاهای مربوط به خستگی اپراتور در یک جلسه بیشتر از ۱۰ رادیوگرافی رسم نشد.

تصاویر دیجیتال روی یک نمایشگر 1280-1024 pixel

یافته‌ها

بر روی اندازه‌گیری‌های بدست آمده از ۳۰ تصویر آنالوگ و دیجیتال آنالیز آماری صورت گرفت و نتایج در جداول مربوطه تنظیم گردید.

بر اساس جدول ۱ نتایج بدست آمده بیانگر این نکته هستند که فقط اندازه‌گیری‌های U_1-L_1 و Wit's بزرگی اختلاف بیشتر از 1 واحد (درجه، mm یا درصد) داشتند. اختلاف‌های چشمگیر برای SNA و U_1-L_1 و Wit's نیز بدست آمدند ($P < 0/05$).

برای اندازه‌گیری‌های SNB، GoGn-SN، U_1-SN ، Jarabac index، SN-SGn، IMPA؛ P-value بالای 0/05 بدست آمد اگرچه در مورد IMPA این مقدار ($P = 0/059$) بود.

قابل اعتماد بودن تکرار اندازه‌گیری‌ها توسط یک اپراتور برای دو روش در جدول ۲ آورده شده است.

بطور کلی تفاوت اندازه‌گیری‌ها در دو روش تقریباً مشابه می‌باشد. تفاوت بین ترسیم‌های اول و دوم برای روش دیجیتال از 0/06 تا 0/73 واحد (mm، درجه، درصد) و برای روش آنالوگ بین 0/06 تا 0/6 واحد متغیر بود که بسیار ناچیز و قابل اغماض می‌باشد. تنوع اندازه‌گیری‌ها در ضرایب همبستگی انعکاس داده شدند.

برای رادیوگرافی معمولی ضریب همبستگی (r^2) در خیلی از متغیرها بالای 0/95 بود (همبستگی بالا نشانه قابلیت تکرار خوب است) به استثناء Wit's (0/92) و ANB (0/93).

در روش دیجیتال ضریب همبستگی 4 اندازه‌گیری زیر 0/95 بدست آمد ولی مقادیر به طور عمده در یک خطای استاندارد قرار داشتند. ضریب همبستگی برای Wit's (0/91)، IMPA (0/92)، U_1-L_1 (0/91) و U_1-SN (0/94) بود که کمترین ضریب همبستگی را

نمایش داده شدند و لندمارک‌ها توسط یک نشانگر که با موس کنترل می‌شود و به نرم‌افزار متصل است مشخص شدند.

کالیبراسیون تصاویر دیجیتال (اندازه حقیقی تصاویر به میلی متر وقتی که روی نمایشگر دیده می‌شوند) بر اساس اندازه‌گیری فاصله بین دو نقطه مشخص روی رادیوگرافی در سمت راست و بالای تصاویر صورت گرفت. تمام لندمارک‌های لازم جهت آنالیزهای مختلف سفالومتری برای نرم‌افزار دلفین تعریف شده‌اند، اندازه‌گیری‌های مورد نیاز به طور اتوماتیک توسط نرم‌افزار دلفین پس از مشخص نمودن لندمارک‌های تعیین شده روی رادیوگرافی با تقریب 0/1mm یا 1 درجه محاسبه و گرد شدند. پس از ترسیم، تمام اطلاعات موجود ذخیره گردید.

برای محاسبه خطای اپراتور 15 رادیوگرافی از بین 30 رادیوگرافی انتخاب و به هر دو صورت دیجیتال و دستی دوباره ترسیم شدند.

برای هر شاخص میانگین و انحراف معیار در هر روش محاسبه و مقایسه شدند. همچنین ضریب همبستگی برای هر شاخص در دو روش نیز محاسبه و مشخص گردید.

خطای اپراتور در دو روش با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون به عنوان یک مقدار Covariance استاندارد شده ارزیابی شد.

خطای‌های سیستماتیک اختلاف بین اندازه‌گیری‌های مرتبط با روش‌های مورد بررسی، با مقایسه دو به دو اندازه‌گیری‌ها در 30 ترسیم به روش دیجیتال و دستی با استفاده از Paired t-test محاسبه شدند و $P < 0/05$ به عنوان حداقل سطح قابل توجه آماری به کار برده شد (جداول ۱ و ۲).

تصویر ۱ و ۲ و ۳ نمونه ترسیم‌های انجام شده در مطالعه را نشان می‌دهد.

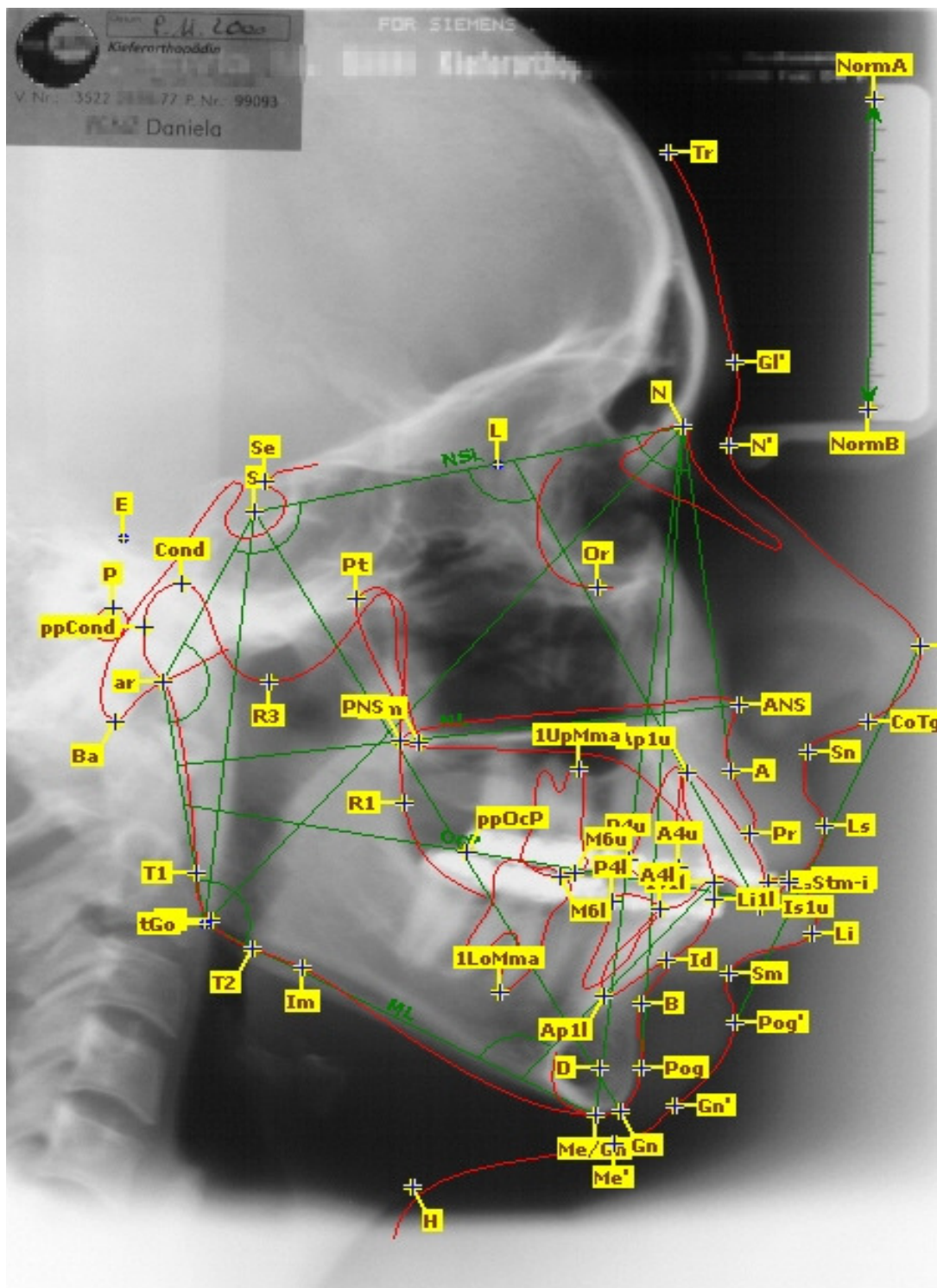
داشتند. بطور کلی مقایسه بین مقادیر ضریب همبستگی نشان دهنده قابلیت تکرار خوب و اشتباهات اندک اپراتور بود.

جدول ۱: میانگین انحراف معیار و ضریب همبستگی اندازه‌گیری‌ها در دو روش آنالوگ و دیجیتال

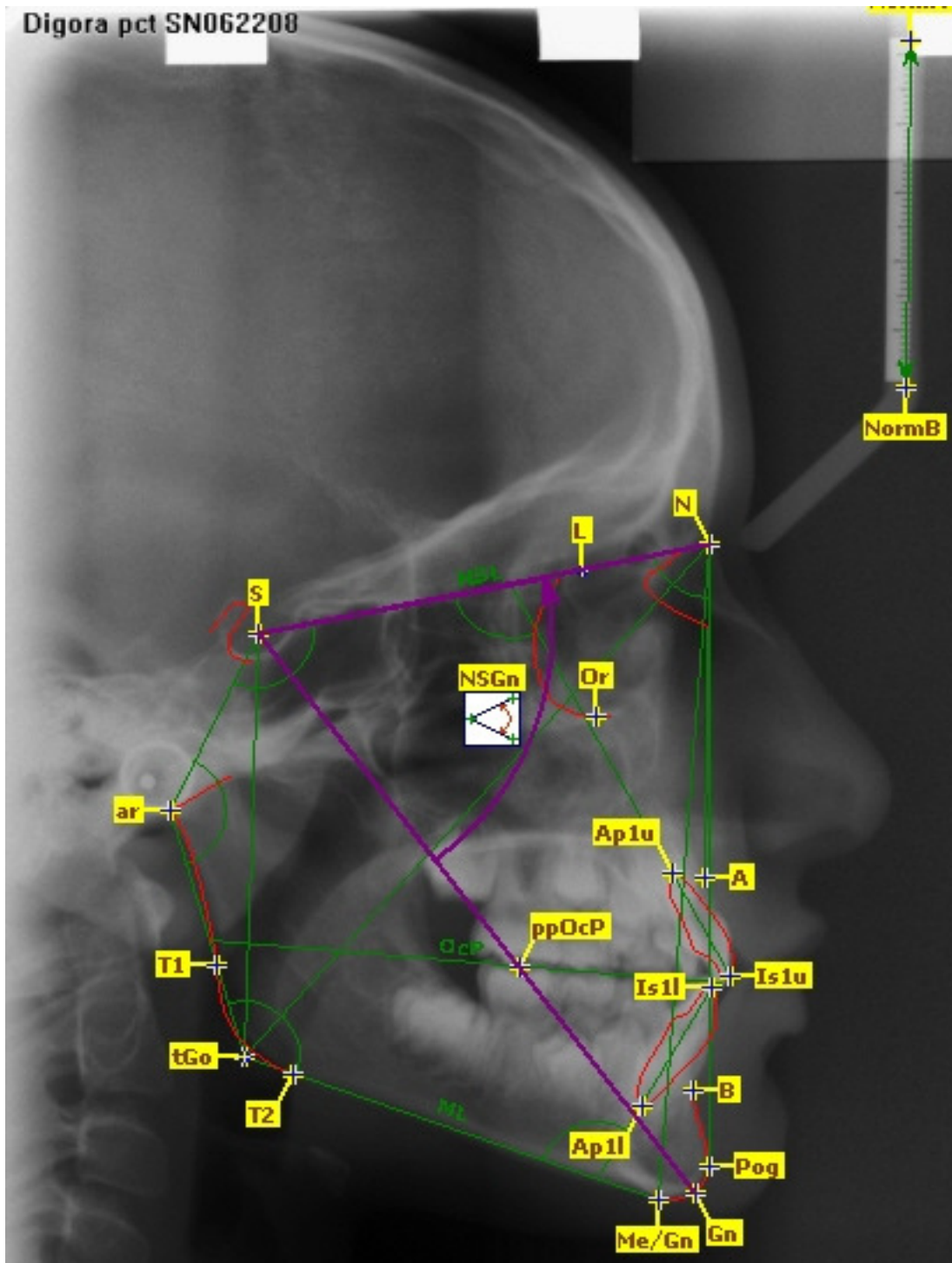
اندازه‌گیری‌ها	میانگین	انحراف معیار	نتیجه آزمون t زوجی	ضریب همبستگی
SNA_A	۸۱/۱۰	۳/۶۸۹	*۰/۰۱۰	۰/۹۸۸
SNA_D	۸۰/۸۰	۳/۸۰۰		
SNB_A	۷۶/۶۷	۳/۴۹۷	۰/۰۸۳	۰/۹۸۵
SNB_D	۷۶/۴۷	۳/۴۹۱		
ANB_A	۴/۴۳	۲/۵۲۸	۰/۴۴۸	۰/۹۶۲
ANB_D	۴/۳۳	۲/۶۰۴		
SN- GoGn_A	۳۲/۴۳	۵/۰۵۶	۰/۷۱	۰/۹۴۵
SN- GoGn_D	۳۱/۸۷	۴/۸۸۳		
SN_SGn_A	۶۹/۴۷	۴/۱۷۵	۰/۰۹۶	۰/۹۳۳
SN_SGn_D	۶۹/۳۰	۴/۳۱۶		
JAR_A	۶۴/۹۳٪	۳/۹۶۵	۰/۲۲۷	۰/۹۷۵
JAR_D	۶۵/۱۳٪	۳/۷۷۶		
U1_SN_A	۱۰۳/۹۷	۸/۲۲۳	۰/۸۲۱	۰/۹۸۱
U1_SN_D	۱۰۴/۰۳	۷/۹۳۳		
U1_L1_A	۱۲۳/۹۷	۱۱/۲۷۲	*۰/۰۰۳	۰/۹۲۳
U1_L1_D	۱۲۱/۳۳	۱۰/۸۸۰		
IMPA_A	۱۰۱/۱۷	۸/۵۱۸	۰/۰۵۹	۰/۹۸۱
IMPA_D	۱۰۰/۵۷	۸/۵۸۱		
WIT'S_A	۰/۹۳mm	۳/۹۳۰	*۰/۰۰۰	۰/۹۶۷
WIT'S_D	۱/۸۰mm	۳/۸۹۹		

N=30, *=Significant

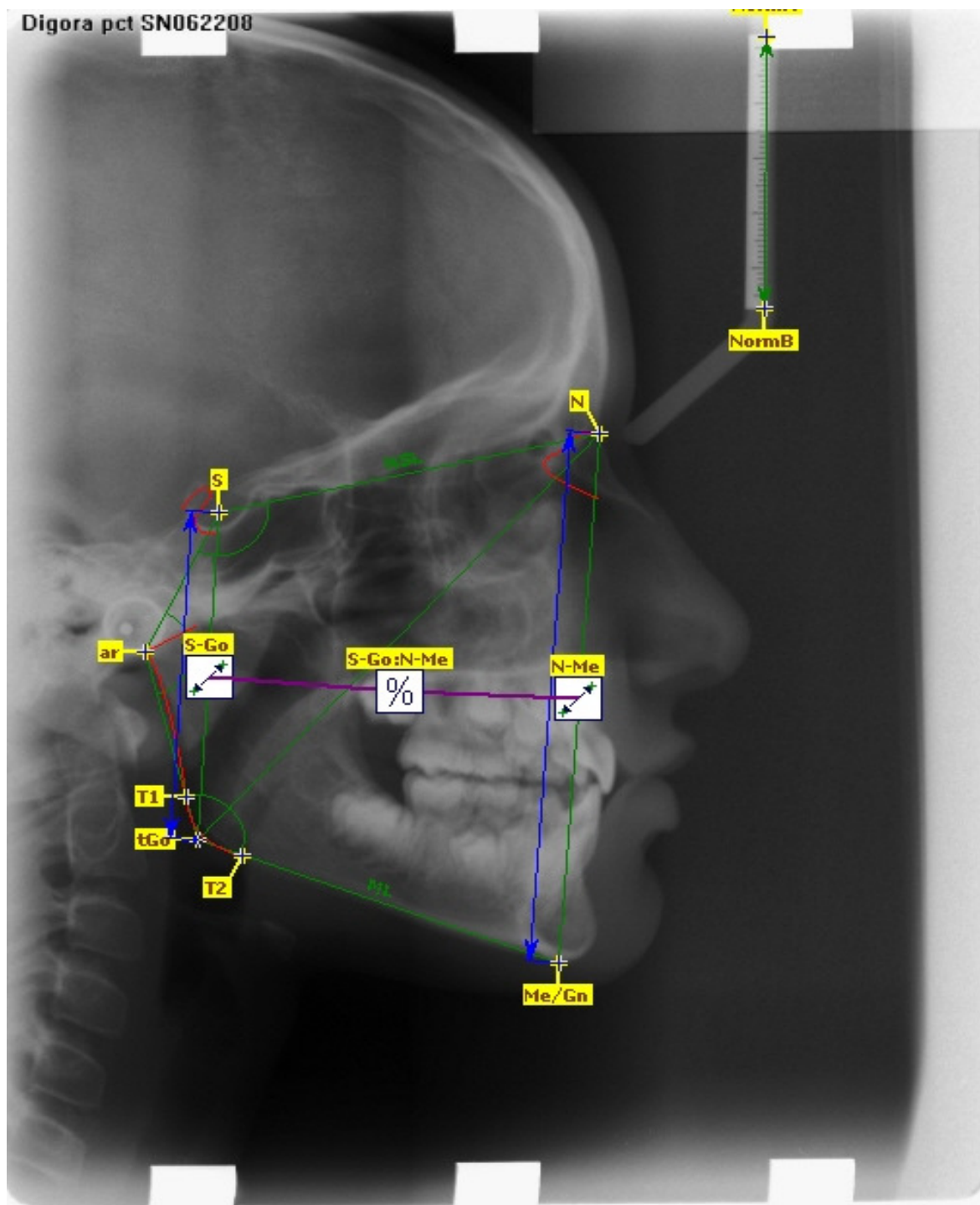
A=Analogue, D=Digital



تصویر ۱: نمونه تریسینگ کامل با نرم افزار دلفین



تصویر ۲: نمونه تریسینگ انجام شده با نرم افزار دلفین که در آن متغیرهای زاویه‌ای اندازه‌گیری شده است.



تصویر ۳: نمونه تریسینگ انجام شده با نرم افزار دلفین که در آن متغیرهای خطی اندازه گیری شده است.

جدول ۲: آنالیز خطای اپراتور

اندازه گیری ها	میانگین	انحراف معیار	نتیجه آزمون t زوجی	ضریب همبستگی
SNA_A	۸۱/۱۳	۳/۴۶۱	۰/۶۱۰	۰/۹۵۹
ESNA_A	۸۱/۰۰	۴۲۳/۳		
SNA_D	۸۱/۰۰	۰/۷۶۱	۰/۲۰۷	۰/۹۶۷
ESNA_D	۸۰/۶۷	۳/۸۱۱		
SNB_A	۷۶/۴۷	۳/۵۶۳	۰/۶۷۰	۰/۹۸۷
ESNB_A	۷۶/۵۳	۳/۶۸۱		
SNB_D	۷۶/۴۷	۳/۹۲۳	*۰/۰۴۸	۰/۹۷۴
ESNB_D	۷۶/۰۰	۳/۶۴۵		
ANB_A	۴/۶۷	۲/۴۱۰	۰/۳۸۴	۰/۹۳۴
EANB_A	۴/۴۷	۲/۲۹۵		
ANB_D	۴/۵۳	۲/۳۵۶	۰/۶۷۰	۰/۹۷۲
EANB_D	۴/۶۰	۰/۵۰۱		
SN_GoGn_A	۳۳/۰۰	۵/۱۲۷	۰/۶۳۴	۰/۹۷۹
ESN_GoGn_A	۳۳/۱۳	۵/۱۲۵		
SN_GoGn_D	۳۱/۸۰	۴/۷۶۹	*۰/۰۲۳	۰/۹۸۲
ESN_GoGn_D	۳۲/۴۰	۴/۸۳۷		
SN_SGn_A	۷۰/۰۰	۴/۱۵۸	۰/۱۵۰	۰/۹۶۱
ESN_SGn_A	۷۰/۴۷	۳/۶۸۱		
SN_SGn_D	۶۹/۶۷	۴/۲۲۰	۰/۲۰۷	۰/۹۷۳
ESN_SGn_D	۷۰/۰۰	۳/۹۸۲		
JAR_A	۶۴/۸۰٪	۴/۴۴۳	۰/۶۹۸	۰/۹۶۰
EJAR_A	۶۴/۶۷٪	۳/۸۸۵		
JAR_D	۶۵/۱۳٪	۴/۰۸۶	۰/۱۱۰	۰/۹۶۷
EJAR_D	۶۴/۶۷٪	۴/۱۵۲		
U1_SN_A	۱۰۳/۶۷	۷/۲۹۶	۰/۱۴۳	۰/۹۶۸
EU1_SN_A	۱۰۲/۹۳	۶/۹۹۵		
U1_SN_D	۱۰۳/۹۳	۶/۶۳۸	۰/۵۷۱	۰/۹۴۵
EU1_SN_D	۱۰۴/۲۷	۶/۷۲۴		
U1_L1_A	۱۲۱/۰۷	۸/۶۹۷	۰/۲۷۲	۰/۹۷۸
EU1_L1_A	۱۲۰/۵۳	۸/۲۸۸		
U1_L1_D	۱۱۹/۱۳	۸/۸۰۶	۰/۵۳۶	۰/۹۱۰
EU1_L1_D	۱۱۸/۵۳	۸/۳۷۴		
IMPA_A	۱۰۳/۱۳	۷/۷۸۲	۰/۵۱۰	۰/۹۵۸
EIMPA_A	۱۰۲/۷۳	۶/۹۴۳		
IMPA_D	۱۰۲/۴۰	۷/۵۴۸	۰/۳۹۵	۰/۹۲۱
EIMPA_D	۱۰۳/۰۷	۷/۰۱۵		
WIT'S_A	۱/۰۰mm	۳/۴۰۲	۰/۸۴۹	۰/۹۲۶
EWIT'S_A	۱/۰۷mm	۳/۵۱۵		
WIT'S_D	۱/۴۰mm	۳/۳۱۲	۰/۲۷۱	۰/۹۱۵
EWIT'S_D	۱/۸۰mm	۳/۲۵۶		

N=15, *=Significant

A=Analogue, D=Digital, E=Error

بحث

تکنیک Sandwich که تنها با یک تابش انجام می‌گیرد روش ساده‌ای است که نیاز به مراحل اضافه جهت برگرداندن و تبدیل فیلم آنالوگ به دیجیتال را حذف می‌کند و در عین حال تابش اشعه را افزایش نمی‌دهد.

در این تکنیک، فیلم نزدیک‌تر به منبع اشعه قرار داده می‌شود. در حالی که کاست صفحه فسفری زیر آن قرار داده می‌شود نکته‌ای که در ابتدا در این تکنیک مشخص نبود این بود که آیا مقدار اشعه فیلتر شده توسط فیلم می‌تواند برای تولید رادیوگرافی با کیفیت خوب و واضح، کافی باشد، که با توجه به کیفیت مطلوب تصاویر به دست آمده مشخص گردید که اشکالی از این نظر وجود ندارد.^(۹)

همچنان که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در مطالعه، نتایج مقایسه از طریق Paired *t*-test بین دو روش دیجیتال و دستی تفاوت‌های آماری قابل توجهی برای SNA، U_1-L_1 و Wit's نشان می‌دهد. مشکلات ایجاد شده در تشخیص زاویه SNA را می‌توان به مشکل بودن در تعیین موقعیت نقطه A نسبت داد این نقطه با یک طرح کلی نامشخص در ارتباط با ساختارهای آناتومیک مرتبط است و اغلب به صورت یک تصویر محو روی فیلم مشاهده می‌شود.^(۱۰و۹)

گزارشات متعددی پیرامون مشکلات در تعیین موقعیت دندان‌های ثنایا و تغییرات اندازه‌گیری‌های زاویه‌ای آنها بین روش‌های در مقالات در دسترس است،^(۱۱و۱۲و۹) بنابراین تعجبی ندارد که ما نیز تفاوت نسبتاً زیادی بین زاویه U_1-L_1 در روش دستی و دیجیتال پیدا کردیم. تعیین موقعیت دقیق آپکس ریشه ثنایای فک بالا و پایین مشکل است.

در ارتباط با اندازه‌گیری Wit's مشکلات ایجاد شده را

می‌توان به سختی در تعیین موقعیت پلن اکلوزال و نقطه A نسبت داد، تصاویر سطح اکلوزال دندان‌های خلفی به صورت دوگانه یا روی هم افتاده در بعضی رادیوگراف‌ها دیده می‌شوند که تعیین موقعیت دقیق این پلن را مشکل می‌سازد.^(۱۰و۹)

آنالیز خطا (ضریب همبستگی در جدول ۳) در رادیوگرافی معمولی همبستگی بالایی را در اندازه‌گیری‌های تکرار شده نشان داد به این معنی که اپراتور در تعیین دوباره اندازه‌گیری‌ها بطور دقیق با فیلم‌های معمولی مشکلی نداشت و لندمارک‌ها به سهولت قابل شناسایی بودند.

ارزیابی عینی کیفیت تصاویر می‌تواند قابلیت اعتماد موقعیت لندمارک‌ها را پیش‌بینی کند. به این معنی که کیفیت بالای تصاویر تهیه شده سبب سهولت و کاهش اشتباه در تعیین نقاط و لندمارک‌ها می‌گردد.

برای نمونه‌های دیجیتال ضریب همبستگی ۰/۹۱ برای U_1-L_1 و Wit's به دست آمد که معنی‌دار بود ولی برای نمونه‌های آنالوگ ضریب همبستگی تنها در مورد اندازه Wit's (۰/۹۲) چشم‌گیر بود در حالی که در مورد U_1-L_1 این ضریب معنی‌دار نبود که این مقادیر نشان‌دهنده بالا بودن میزان خطا در مورد اندازه Wit's در هر دو روش می‌باشد ولی در مقایسه نوع دیجیتال ضریب خطا کمی بیشتر است. اطلاعات اینگونه نشان می‌دهند که مشکلات قابلیت تکرار لندمارک‌ها به طور ذاتی به نوع اندازه‌گیری وابسته است (ترکیب زاویه‌ها و خط‌های ساختارهای مرجع) تا اینکه به تکنیک مربوط باشند.^(۱۳و۹)

اصولاً اندازه‌گیری Wit's به علت ایجاد تصویر دوگانه سطوح اکلوزال دندان‌ها که سبب ایجاد اشکال در تعیین دقیق پلن اکلوزال و همچنین به علت مقدار مطلق کوچک آن، که آن را به اختلاف بین ثبت‌های تکرار شده بیشتر

ترسیم فراهم نمی‌کنند.^(۱۳و۹)

با در نظر گرفتن اندازه‌گیری‌های دیجیتال در مطالعه، قابلیت تکرار به طور کلی رضایت‌بخش بود تنها مقادیر Wit's و U_1-L_1 اختلاف قابل ملاحظه داشتند، در حالی که در نوع دستی Wit's و ANB اندازه‌هایی بودند که اختلاف آماری زیادی نشان دادند.

نتایج ما نشان می‌دهند که قابلیت اعتماد و تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها به میزان بسیار اندکی با رادیوگرافی‌های معمولی نسبت به تصاویر نمایش داده با نمایشگر و نرم‌افزار ترسیم (در تأیید مطالعات قبلی) بهتر است.

برای مثال Greelen^(۱۵) ۳ روش معمولی، دیجیتال (تصاویر نمایش داده روی نمایشگر که توسط PSP تهیه شده‌اند) و هاردکپی‌های چاپ شده را مقایسه کردند که بیشترین اختلاف موقعیت لندمارک‌ها در نوع دیجیتال پیدا شد.

همچنین Chen^(۱۴) سازگاری موقعیت لندمارک‌های ۱۰ فیلم معمولی و دیجیتال اسکن شده که به وسیله ۷ اپراتور مختلف Trace شده بودند را مقایسه کردند و خطای بیشتری در قابلیت تکرار لندمارک‌ها با تصاویر نمایش داده شده روی نمایشگر و ترسیم دیجیتال گزارش کردند. آنها نتیجه گرفتند که چون اختلاف بین دو روش خیلی اندک است (در تصدیق مطالعه ما) اختلافات دارای اهمیت کلینیکال پایینی است.

یک منبع بزرگ خطا در تعیین موقعیت لندمارک‌ها کیفیت تصاویر است.^(۱) نرم‌افزار دلفین توانایی بهبود تصاویر بخصوص برای تعیین دقیق‌تر لندمارک‌های بافت نرم را داراست. براساس تحقیق Gleelen کیفیت تصویر آنالوگ تحت تاثیر میزان اکسپوزر اشعه و نحوه پروسس کردن تصاویر می‌باشد.^(۱۵)

از دست رفتن جزئیات تصاویر دیجیتال هنگام تبدیل

حساس می‌کند معمولاً بیشتر از بقیه اندازه‌گیری‌های سفالومتری دچار خطا می‌گردد.^(۹و۱۰)

در مطالعه انجام شده توسط Santoro و همکاران^(۹) که نسبت به سایر مطالعات مشابهت بیشتری با تحقیق ما دارد و از نرم‌افزار دلفین ۹ برای انجام آن استفاده شده است نتایج مشابه ولی اختلاف اندکی گزارش شده است این ضریب در مورد Wit's در تکنیک دیجیتال (۰/۸۱) و در رادیوگرافی آنالوگ (۰/۸۲) بوده است.

شناسایی لندمارک به طور زیادی تحت تاثیر تجربه اپراتور می‌باشد که ممکن است به اندازه روش ترسیم اهمیت داشته باشد.^(۱۶)

برای زوایای U_1-L_1 , IMPA, U_1-SN که زوایای مربوط به دندان‌ها می‌باشند هم می‌توان علت قابلیت تکرار نسبتاً ضعیف آنها را در هر دو تکنیک به مشکلات مربوط به سختی تعیین موقعیت دندان‌های ثنایای فک بالا و پایین نسبت داد.

اطلاعات ما در قابلیت تکرار اندازه‌گیری‌های ترسیم دستی شبیه اندازه‌گیری‌های بدست آمده از سایر مطالعات بود که کیفیت قابل قبول فیلم‌های گرفته شده با Double film exposure بدون افزایش سطح اشعه را تصدیق می‌کند.^(۱۵و۱۴و۱۱)

اگر چه گفته می‌شود قابلیت تکرار نقطه A ضعیف می‌باشد^(۹) در اندازه‌گیری زاویه SNA ما مشکلات قابلیت تکرار زیادی وجود نداشت (۰/۹۶) در نوع دستی و (۰/۹۸۷) در نوع دیجیتال).

اختلافات در موقعیت لندمارک‌های استفاده شده در ترکیب ممکن است همدیگر را خنثی کنند یا اختلافات دیسکروپانسی را افزایش دهند اگر چه مطالعاتی که اطلاعات راجع به لندمارک‌های واحد ارائه می‌دهند ضرورتاً اطلاعات کلینیکی مفیدی را برای نتیجه نهایی

(درجه، mm، یا درصد) است به استثناء اندازه‌گیری لندمارک‌هایی که تعیین موقعیتشان مشکل است. در مقایسه با روش معمولی (Conventional) تغییرات بیشتری در اندازه‌گیری‌های سفالومتریکی دیجیتال شناسایی شدند هر چند تفاوت‌ها از لحاظ کلینیکی مهم نبودند چون برای اغلب مقادیر SE اپراتور در محدود ۱ واحد استاندارد قرار دارد و تفاوت بین میانگین‌ها حداقل است. بنابراین روش Digital همانند روش معمولی می‌تواند به طور مطمئن و قابل اعتماد مورد استفاده قرار گیرد. روش ساندریج علاوه بر اینکه فواید مربوط به محدود کردن خطاهای موقعیت سر را دارد مزیت‌هایی دیگری شامل کاهش اشعه به بیمار و حذف مراحل ظهور و ثبوت و مواد شیمیایی، ذخیره و پردازش و بهبود آسان تصاویر (Enhancement) با استفاده از کامپیوتر و محاسبه آسان تر اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار ترسیم نسبت به روش متداول Conventional را داراست.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز به دلیل تصویب و حمایت مالی از این تحقیق طرح پژوهشی سپاسگزاری می‌نمایند.

به فرمت JPEG روی کیفیت تشخیصی تصاویر تاثیر قابل توجهی ندارد. بهر حال تصاویری که از اسکن رادیوگرافی‌های معمولی بدست می‌آیند تحت تاثیر کیفیت رادیوگرافی اولیه هستند که خود منبعی مهم برای ایجاد خطا در نظر گرفته می‌شود. در تحقیق ما تصاویر به طور مستقیم از صفحات فسفری به کامپیوتر منتقل شده‌اند و از نوع معمولی جهت تهیه تصاویر دیجیتال استفاده نشده است، که حسن بزرگ این روش مورد استفاده ما می‌باشد و میزان خطا را در انتقال تصاویر به حداقل ممکن می‌رساند و تنها مطالعه‌ای که در آن از این روش استفاده شده است تحقیق Santoro و همکاران^(۹) می‌باشند که نتایج آن نیز بسیار مشابه نتایج ما بوده است ولی نرم‌افزار مورد استفاده آنها دلفین ۹ بوده است.

نتیجه‌گیری

داده‌ها بیان می‌کنند که رادیوگراف‌های دیجیتال و معمولی که به طور همزمان با سیستم PSP بدست آمده‌اند نتایج مشابهی ارائه می‌دهند. هنگامی که دو نوع رادیوگرافی آنالوگ و دیجیتال تهیه شده با روش Sandwich با هم مقایسه می‌شوند تفاوت بین میانگین‌ها در اندازه‌گیری‌ها بندرت بالاتر از ۱ واحد

منابع

- Jacobson A, Jacobson RL. Radiographic Cephalometry From Basic to 3-d imaging. 2nd ed. London: Quintessence Publishing; 2006. P. 53-63.
- Lim KF, Foong KW. Phosphor-stimulated computed cephalometry: Reliability of landmark identification. Br J Orthod 1997; 24(4): 301-8.
- Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral head films. J Orofac Orthop 2000; 61(2): 91-9.
- Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. Angle Orthod 2000; 70(5): 387-92.
- Turner PJ, Weerakone S. An evaluation of the reproducibility of landmark identification using scanned cephalometric images. J Orthod 2001; 28(3): 221-9.

6. Ongkosuwito EM, Katsaros C, van 't Hof MA, Bodegom JC, Kuijpers-Jagtman AM. The reproducibility of cephalometric measurements: A comparison of analogue and digital methods. *Eur J Orthod* 2002; 24(6): 655-65.
7. Chen YJ, Chen SK, Yao JC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod* 2004; 74(2): 155-61.
8. Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130(3): 340-8.
9. Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(3): 345-51.
10. Sayinsu K, Isik F, Traklyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod* 2007; 29(1): 105-8.
11. Gravely JF, Benzie PM. The clinical significance of tracing error in cephalometry. *Br J Orthod* 1974; 1(3): 95-101.
12. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod* 1971; 60(5): 505-17.
13. Proffit WR, Fields Jr HW. *Contemporary Orthodontics*. 4th ed. Missouri: Mosby Co; 2007. P. 170,40.
14. Chen YJ, Cheng SK, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod* 2004; 74(2): 155-61.
15. Geelen W, Wenzel A, Gotfredsen E, Kruger M, Hansson LG. Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. *Eur J Orthod* 1998; 20(3): 331-40.