

بررسی مقایسه‌ای دقت اندازه‌گیری‌های خطی در تصاویر cone beam computed tomography و لترال سفالومتری دیجیتال

دکتر مژده مهدیزاده^{*}، الهام فقیهیان^۱

چکیده

مقدمه: تصاویر دو بعدی سفالومتری در ارزیابی اندازه‌ها در سه بعد فضا محدودیت‌هایی دارند. در سال‌های اخیر به دست آوردن اطلاعات برای بیماران به صورت سه بعدی ممکن شده است. هدف از این پژوهش، مقایسه بین اندازه‌گیری‌های خطی در جمجمه و (cone beam computed tomography) CBCT و لترال سفالومتری دیجیتال با دو دستگاه تازه کاربرد Galileos و Planmeca بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی-مقطعی بدون جهت، بر روی ۷ جمجمه خشک انسان، ۷ لندمارک آناتومیکی مشخص گردید. اندازه‌گیری خطی مستقیم به وسیله کولیس دیجیتال انجام شد و رادیوگرافی لترال سفالومتری دیجیتال و تصاویر CBCT تهیه شد. داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ شد و محاسبه ضریب پایایی درون گروهی و همچنین مقایسه میانگین قدر مطلق تفاضل‌ها انجام شد.

یافته‌ها: میانگین قدر مطلق تفاضل‌ها بین اندازه‌گیری CBCT و جمجمه خشک برای ۴۲ درصد از متغیرها کمتر از ۱ میلی‌متر و برای ۴۲ درصد دیگر کمتر از ۲ میلی‌متر و برای ۱۶ درصد از متغیرها ۳ میلی‌متر اختلاف داشتند. همین میانگین بین اندازه‌گیری لترال سفالومتری و جمجمه خشک در ۴۲ درصد از متغیرها کمتر از ۵ میلی‌متر و در ۴۲ درصد مابقی بین ۱۰-۱۶ میلی‌متر اختلاف داشتند. میانگین ضریب پایایی درون گروهی در تکنیک CBCT از ارزش بالاتری برخوردار بود.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه دقت اندازه‌گیری در تکنیک CBCT بسیار بیشتر از تکنیک لترال سفالومتری دیجیتال به دست آمد. بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی جهت‌داری در تکنیک CBCT مشاهده نگردید.

کلید واژه‌ها: تصویر برداری سه بعدی، سفالومتری، cone beam computed tomography

* دانشیار، عضو مرکز تحقیقات دندان پزشکی ترابی‌نژاد، گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (مؤلف مسؤل)
mehdizadeh@dnt.mui.ac.ir

۱: دانشجوی دندان پزشکی، عضو کمیته پژوهش‌های دانشجویی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

این مقاله حاصل پایان‌نامه عمومی در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به شماره ۳۹۰۲۷۵ می باشد.

این مقاله در تاریخ ۹۱/۷/۲۳ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۹۱/۹/۲۷ اصلاح شده و در تاریخ ۹۱/۱۰/۱۹ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان
۱۳۹۱: (۶) ۵۶۷ تا ۵۷۵

مقدمه

از زمانی که Broadbent [۱] رادیوگرافی سفالومتری را معرفی نمود، بیش از هفت دهه می‌گذرد، و این رادیوگرافی یکی از مهم‌ترین ابزارهای تشخیصی در ارتودنسی به شمار می‌رود.

سفالومتری از طریق تعیین لندمارک‌ها و اندازه‌گیری زوایا و معیارهای خطی برای توصیف مورفولوژی ساختارهای فکی-صورتی، پیش‌بینی رشد، ارایه طرح درمان، ارزیابی نتایج درمان و نیز تحقیقات به کار می‌رود [۲-۴].

با وجود کاربردهای گسترده سفالومتری، معایبی نیز در این تکنیک نهفته می‌باشد. این تکنیک با فاکتورهای مخدوش‌گر داخلی و خارجی روبه‌رو می‌باشد بیشتر اندازه‌گیری‌های سفالومتری نیازمند شناسایی لندمارک‌های اختصاصی و محاسبه زوایای مختلف و اندازه‌های خطی است که اشکالاتی را از جمله بزرگ‌نمایی، انحراف و نیز خطاهای تشخیصی در تعیین لندمارک‌ها ایجاد می‌نماید. علاوه بر این، ارایه یک تصویر دو بعدی از یک جسم سه بعدی خود موجب از دست رفتن بخشی از اطلاعات می‌گردد [۵-۱۲].

همچنین مشکلات زیادی در بازسازی کرانیوفاشیال، با استفاده از سفالومتری موجود است [۱۳].

این مشکلات به این دلیل است که فرم مجسمه ترکیبی از سایز و شکل می‌باشد و جدا کردن سایز از شکل پیچیده است. در آنالیز سفالومتری از لندمارک‌ها استفاده می‌شود و لندمارک‌ها فرم شیء را مشخص نمی‌کنند. لندمارک‌ها اطلاعات مربوط به مکان را مشخص می‌کنند و هیچ اطلاعاتی مربوط به اینترلندمارک‌ها فراهم نمی‌آورند. به خصوص این که لندمارک‌ها نمی‌توانند نواحی خمیده را مشخص نمایند [۱۷-۱۴].

در سال‌های اخیر با پیشرفت تکنولوژی تصویربرداری برای بیماران به صورت سه بعدی ممکن شده است و 3D CBCT (3-Dimensional cone beam computed tomography)

به طور وسیعی گسترش یافته است [۲۰-۱۸].

ارزش سیستم CBCT در تشخیص و مدیریت بیماران ثابت شده است. 3D CBCT اطلاعات مفیدی را در آنومالی‌های کرانیوفاشیال مانند شکاف کام و میکروزومی همی فاشیال و چروبیسم فراهم می‌آورد [۲۳-۲۱]. اما بیشترین موارد استفاده از این روش در ارتودنسی و جراحی‌های فکی-صورتی عنوان شده

است که تشخیص غیر قرینگی، شیفت‌های فانکشنال و پلن اکلوزال شیب‌دار از جمله آن موارد است. همچنین در این شیوه، روند درمان بیماران کرانیوفاشیالی که به وسیله جراحی درمان شده‌اند قابل مشاهده است [۲۵، ۲۴].

در پزشکی قانونی، تصاویر سه‌بعدی به وسیله بازسازی چهره روی مجسمه به تعیین هویت جسد کمک می‌کنند [۲۵]. همچنین در جراحی‌های ارتودنسی برای حرکت فک‌ها سی‌تی‌اسکن‌های سه بعدی می‌توانند مکان مورد نیاز تغییر را مشخص کنند [۲۶، ۲۷]. امروزه استفاده از روش تصویربرداری سه بعدی به حدی ضرورت یافته است که بعضی از مقالات ارتودنسی، سفالومتری را منسوخ خوانده‌اند. استفاده از آن را بدون تکنیک‌های سه بعدی همراه، روشی ابتدایی می‌دانند [۲۹، ۲۸]. در سال‌های اخیر تکنولوژی جدید 3D CBCT توسط Richtsmeier و همکاران [۳۰] ارایه شده است [۳۱]. در مقایسه CBCT با سفالومتری دارای مزایا و برتری‌هایی از جمله فراهم آوردن اطلاعاتی از بافت سخت و نرم در سه بعد، حداقل بزرگ‌نمایی یا انحراف تصویر به خاطر قرار گرفتن سر در مرکز، دسترسی کافی به استخوان و لندمارک‌های بافت نرم و در نهایت امکان استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری که اندازه‌گیری سریع و دقیق‌تری را انجام می‌دهند، می‌باشد [۳۷-۳۲].

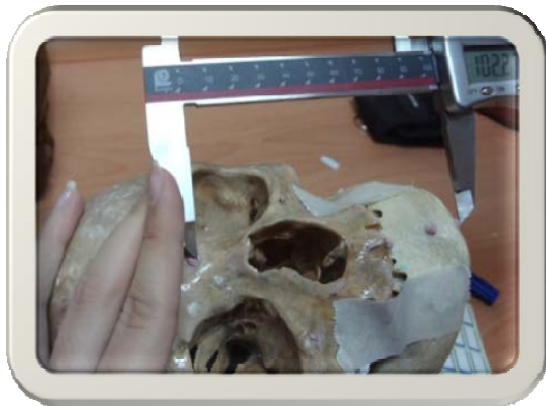
بسیاری از محققان درباره صحت اطلاعات سی‌تی‌اسکن سه بعدی در ناحیه مجسمه تحقیق نموده‌اند، آن‌ها ساختارهای دو فک را اندازه‌گیری نموده و بعد از بازسازی سی‌تی‌اسکن به صورت سه بعدی، داده‌ها را مقایسه نمودند و مشاهده کردند که داده‌ها بسیار به هم نزدیک هستند [۳۹، ۳۸]. هدف این تحقیق، بررسی دقت اندازه‌گیری CBCT و استفاده از آن در تشخیص ارتودنسی در مقایسه با گرافی لترال سفالومتری دیجیتال با دو دستگاه تازه کاربرد Galileos و Planmeca بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک مطالعه توصیفی-مقطعی و بدون جهت از نوع *in vitro* است. نمونه‌های مورد مطالعه شامل ۷ عدد مجسمه سالم با تعداد دندان کافی بودند و دندان‌های خلفی حداقل در سه نقطه با هم تماس داشتند. رادیوگرافی‌های دیجیتال و CBCT‌های با کیفیت که نقاط آناتومیک مورد نظر

خارجی قرار گرفته شد ثابت نگه داشته شدند. پلان فرانکفورت موازی سطح افق تنظیم گردید. پلان ساجیتال هم قائم بر تیوب اشعه X قرار داشت. و سمت راست جمجمه نزدیک به گیرنده تصویر و اشعه مرکزی مستقیم بر کانال گوش خارجی سمت چپ تابید. تصویربرداری دیجیتال صورت گرفت و تصاویر به نرم‌افزار Digora (Sorodex, Finland) انتقال داده شد و کالیبره گردید. ضریب بزرگ‌نمایی در نرم‌افزار رایانه برابر واحد در نظر گرفته شد. همه پارامترها توسط نرم‌افزار سه مرتبه اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری‌ها به فواصل یک هفته انجام شد و میانگین آن‌ها ذکر گردید.



شکل ۱. اندازه‌گیری فاصله خطی بین دو نقطه آناتومیک Na-Me توسط کولیس دیجیتال

جمع‌آوری داده‌های CBCT

۷ جمجمه بر روی پایه عکاسی ثابت گردیدند و درون دستگاه CBCT Galileos (Simense, Germany) قرار گرفتند، پلان فرانکفورت در جمجمه‌ها موازی سطح افق قرار گرفت و گرافی‌ها تهیه شد. سپس داده‌ها به نرم‌افزار انتقال یافت و بازسازی سه بعدی تصاویر انجام شد (شکل ۲). اندازه‌گیری ۷ پارامتر ذکر شده به وسیله همان فرد سه مرتبه، به فاصله یک هفته انجام گردید و میانگین آن مقادیر ذکر شد.

سپس داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری مستقیم جمجمه و اندازه‌گیری‌های خطی بین لندهارک‌ها در لترال سفالومتری و CBCT وارد نرم‌افزار استاندارد SPSS نسخه

در آن‌ها به وضوح مشاهده می‌شد، در نظر گرفته شد. جمجمه‌های آسیب دیده و رادیوگرافی‌های معیوب از مطالعه خارج شدند.

در ابتدا تعداد ۷ عدد جمجمه خشک انسان از گروه آناتومی دانشکده پزشکی جمع‌آوری گردید، نقاط مورد مطالعه کاملاً بررسی گردید و عدم آسیب دیدگی آن‌ها تأیید شد. سپس از شماره ۱ تا ۷ شماره‌گذاری شده و در همه جمجمه‌ها دندان کافی جایگذاری گردید تا فاصله عمودی آن‌ها ثابت بماند. سپس ۶ لندهارک بر روی این جمجمه‌ها مشخص گردید.

۱- کندیلیون (Condylion: Co)؛ ۲- نازیون (Nasion: Na)؛ ۳- ANS (Anterior nasal spine)؛ ۴- گونیون (Gonion: Go)؛ ۵- پوگونیون (Pogonion: pog)؛ ۶- منتون (Menton: me) سپس گوتای شماره ۳۵ به اندازه ۲ میلی‌متر در نقاط ذکر شده گذاشته شد. کندیل در گلوئیڈ فوسا ثابت گردید و مندیبل هم با نوار چسبی کاغذی به جمجمه ثابت گردید.

اندازه‌گیری بین این نقاط آناتومیک در ۲ پلان اندازه‌گیری شد.

۴ اندازه‌گیری در محور Z انجام شد: Co-pog (سمت چپ)، Co-pog (سمت راست)، Go-pog (سمت چپ) Go-pog (سمت راست).

۳ اندازه‌گیری در محور Y انجام شد: ANS-Me/ Na- ANS/ Na- Me

اندازه‌گیری‌های مستقیم بر روی جمجمه: اندازه‌گیری مستقیم بر روی جمجمه توسط کولیس دیجیتال دقیق (0-200mm, Guanglu, China) با دقت صدم میلی‌متر انجام گرفت (شکل ۱). کولیس بعد از هر بار استفاده کالیبره گردید و دوباره به نقطه صفر تنظیم شد. هر اندازه‌گیری سه مرتبه انجام گرفت و میانگین اندازه‌گیری‌ها محاسبه گردید.

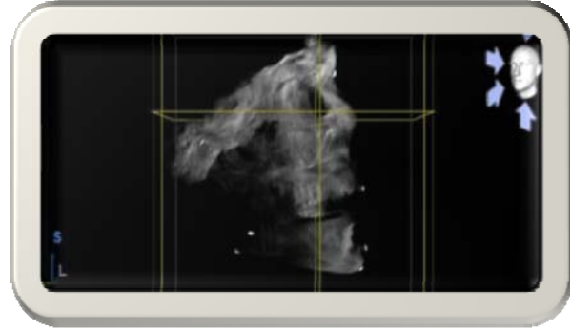
اندازه‌گیری داده‌های سفالومتری

سفالومتری‌های دیجیتال توسط دستگاه Planmeca, Helsinki, Finland انجام گرفت.

جمجمه‌ها بر روی پایه عکاسی ثابت گردیدند، به شکلی که فاصله پلان میدساجیتال تا منبع اشعه X ۱/۵ متر باشد. مشخصات تابش ۶۰ KVp، ۴ mA و زمان ۰/۲ ثانیه لحاظ گردید. جمجمه‌ها به وسیله ۲ عدد Earrod که در کانال گوش

جمجمه و همچنین CBCT ارایه شده است. مقایسه ضریب پایایی درون گروهی (ICC) و همچنین میانگین قدر مطلق تفاضل‌ها برای داده‌ها محاسبه گردید. میانگین قدر مطلق تفاضل داده‌ها در مقایسه بین CBCT و جمجمه ۱/۲۲ میلی‌متر محاسبه گردید و این مقدار در مقایسه بین لترال سفالومتری و جمجمه ۱۳/۰۰ میلی‌متر محاسبه شد که دقت بالاتر CBCT را نشان می‌دهد. میانگین ضریب پایایی درون گروهی در همه اندازه‌گیری‌ها بین CBCT و جمجمه خشک ۰/۹۱ محاسبه گردید. این امر بیانگر ارزش بالایی بین اندازه‌گیری‌های CBCT و جمجمه خشک می‌باشد. ارزش‌گذاری این روش از صفر تا یک است به گونه‌ای که اعداد نزدیک به صفر دارای اطمینان کمتر و اعداد نزدیک به یک از قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار هستند. میانگین ضریب پایایی درون گروهی، در همه اندازه‌گیری‌ها بین لترال سفالومتری دیجیتال و جمجمه خشک ۰/۴۰ محاسبه گردید که بیانگر ارزش کمتری در مقایسه با CBCT و جمجمه خشک می‌باشد. در نتیجه تکنیک لترال سفالومتری از دقت اندازه‌گیری کمتری برخوردار است.

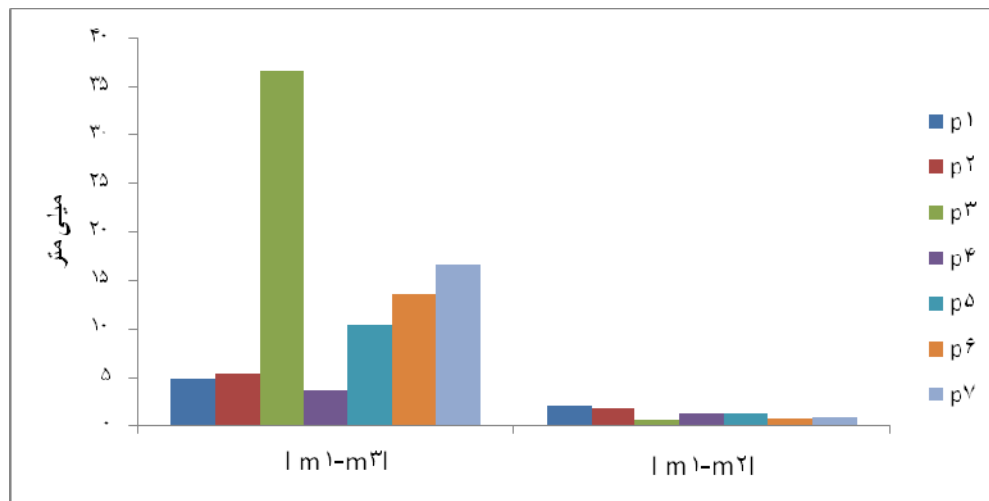
۱۱/۵ (version 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL) گردید و ضریب پایایی درون گروهی (Interclass Correlation Coefficient یا ICC) و میانگین قدر مطلق تفاضل‌ها بین هر تکنیک و جمجمه خشک محاسبه شد.



شکل ۲. نمونه‌ای از رادیوگرافی CBCT تهیه شده به صورت سه بعدی در نرم‌افزار Galileos

یافته‌ها

در نمودار ۱ و ۲ به ترتیب مقایسه بین قدر مطلق تفاضل‌ها و میانگین اندازه‌گیری‌ها در اندازه‌گیری‌های لترال سفالومتری و



نمودار ۱. مقایسه بین قدر مطلق تفاضل‌ها در اندازه‌گیری‌های جمجمه، لترال سفالومتری و CBCT

(m ۲) اندازه‌گیری خطی بر روی CBCT.

(p ۱) فاصله کندیلیون تا پوگونینون سمت چپ.

(p ۳) فاصله گونینون تا پوگونینون سمت چپ.

(p ۵) فاصله نازیون تا ANS.

(p ۷) فاصله نازیون تا منتون.

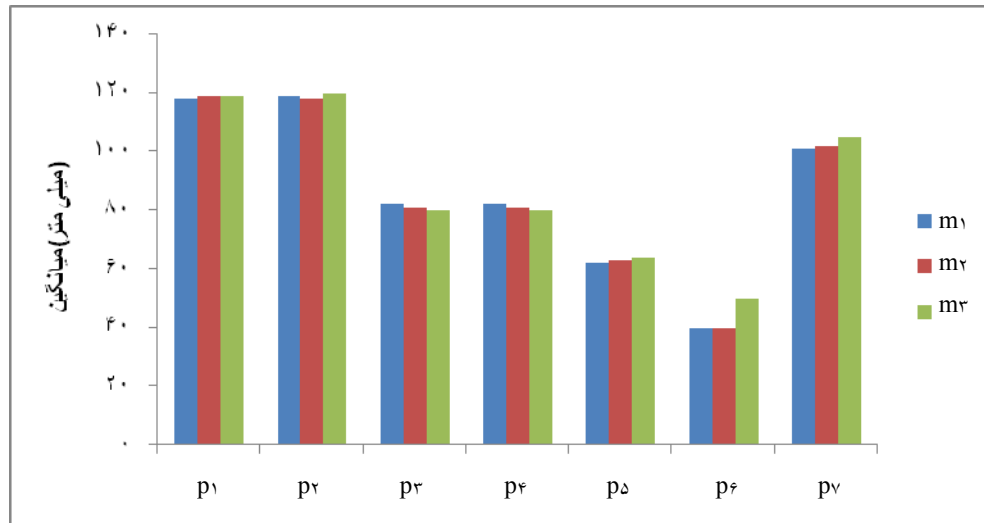
(m ۱) اندازه‌گیری مستقیم بر روی جمجمه خشک.

(m ۳) اندازه‌گیری خطی بر روی لترال سفالومتری دیجیتال.

(p ۲) فاصله کندیلیون تا پوگونینون سمت راست.

(p ۴) فاصله گونینون تا پوگونینون سمت راست.

(p ۶) فاصله ANS تا منتون.



نمودار ۲. مقایسه میانگین گروه‌ها بین حجمه، لترال سفالومتری و CBCT

(m ۱) اندازه‌گیری مستقیم بر روی حجمه خشک،	(m ۲) اندازه‌گیری خطی بر روی CBCT.
(m ۳) اندازه‌گیری خطی بر روی لترال سفالومتری دیجیتال،	(p ۱) فاصله کندیلیون تا پوگونیون سمت چپ،
(p ۲) فاصله کندیلیون تا پوگونیون سمت راست،	(p ۳) فاصله گونیون تا پوگونیون سمت چپ،
(p ۴) فاصله گونیون تا پوگونیون سمت راست،	(p ۵) فاصله نازیون تا ANS،
(p ۶) فاصله ANS تا منتون،	(p ۷) فاصله نازیون تا منتون

بحث

هدف این پژوهش، بررسی دقت اندازه‌گیری CBCT و استفاده از آن در تشخیص ارتودنسی در مقایسه با گرافی لترال سفالومتری دیجیتال با دو دستگاه تازه کاربرد Galileos و Planmeca بود. همچنین به منظور دستیابی به روشی با دقت بالاتر و تابش کمتر در مقایسه با تهیه همزمان گرافی‌های پانورامیک و سفالومتری ارزیابی و مقایسه دقت دو روش سفالومتری و CBCT در دو دستگاه ذکر شده ضروری به نظر می‌رسد [۹].

در این مطالعه پس از جمع‌آوری داده‌ها میانگین قدر مطلق تفاضل‌ها بین اندازه‌گیری‌های CBCT و حجمه خشک انجام گردید و برای سه متغیر P₃، P₆ و P₇ زیر ۱ میلی‌متر و برای P₂ و P₄ و P₅ زیر ۲ میلی‌متر و برای P₁، ۳ میلی‌متر اختلاف را نشان داد. که نتایج، تفاوت معنی‌داری را نسبت به تفکیک پلان‌های Y و Z نشان نداد. در اندازه‌گیری میانگین قدر مطلق تفاضل‌ها، بین تکنیک لترال سفالومتری دیجیتال و حجمه خشک در P₁ و P₂ و P₄ اختلاف زیر ۵ میلی‌متر بود، در حالی‌که در P₅، P₆ و P₇ اختلاف بسیار بیشتر و بین ۱۰-۱۶ میلی‌متر مشاهده گردید که بیانگر دقت اندازه‌گیری

کمتر در اندازه‌های واقع در پلان میدساجیتال (z-axis) می‌باشد. P₃ حدود ۳۶ میلی‌متر اختلاف را گزارش نمود. لازم به ذکر است که در این اندازه‌گیری‌ها در هیچ یک از داده‌های P₁ تا P₇ الگوی استاندارد در جهت بزرگ‌تر بودن یا کوچک‌تر بودن اندازه‌ها نسبت به حجمه خشک وجود نداشت. به همین دلیل مقایسه قدر مطلق تفاضل‌ها بین هر دو تکنیک، به تفکیک انجام گرفت.

بر طبق یک مطالعه مرور سیستماتیک قبل از سال ۲۰۰۷ تنها ۱۴ مقاله مرتبط با CBCT انتشار یافته است [۴۰]. Kumar و همکاران [۴۱] مقایسه‌ای بین اندازه‌گیری‌های لترال سفالومتری معمولی و CBCT بر روی حجمه خشک انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که CBCT از دقت بالاتری به خصوص برای اندازه‌گیری‌های مید ساجیتال برخوردار است. علت همه این اختلافات بین CBCT و لترال سفالومتری، بزرگ‌نمایی لترال سفالومتری در بازه ۱۲-۷ درصد می‌باشد [۴۲]. در این تحقیق بزرگ‌نمایی لترال سفالومتری دیجیتال برابر یک بود، پس می‌توان اختلاف را فقط به تفاوت تکنیکی نسبت داد.

مستقیم بر روی جمجمه خشک مشاهده نشد. حداکثر تفاوت ۰/۱ میلی‌متر گزارش شد، این در حالی است که میانگین تفاوت اندازه‌گیری‌های لترال سفالومتری معمولی با جمجمه خشک ۵ میلی‌متر اعلام شده است. در مطالعه مذکور، اندازه‌گیری‌های میدساجیتال به طور یکسان بزرگ‌تر از حد طبیعی نشان داده شد. که این جهت‌داری در مطالعه حاضر مشاهده نشد. در ضمن تفاوت میانگین اندازه‌های CBCT نیز در مطالعه حاضر بیشتر از مطالعه مذکور به دست آمد.

در پاسخ به چرایی تفاوت اندازه‌ها در CBCT و لترال سفالومتری دیجیتال می‌توان به تفاوت تکنیکی این دو گرافی اشاره نمود. منبع اشعه X در لترال سفالومتری دیجیتال در فاصله ۱/۵۲۴ متری پلان میدساجیتال قرار دارد و فیلم در ۱۳ سانتی‌متری این پلان قرار دارد، حال آن‌که در روش CBCT منبع تابش در یک فاصله ثابت نسبت به نقطه میانی سر قرار دارد [۴۶].

خطای نرم‌افزار مورد استفاده در این پژوهش در اندازه‌گیری تصاویر سه بعدی ساخته شده از تصاویر دو بعدی در برخی موارد قابل توجه بود. از این رو پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از نرم‌افزار مناسب دیگری استفاده شود.

پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی با تعداد نمونه بیشتر برای اندازه‌گیری‌های بین رادیوگرافی پانورامیک و CBCT انجام گیرد تا برای مسأله ایمپلنت‌گذاری و همچنین ضایعات فکین هم جایگزینی این تکنیک صورت گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی با تعداد نمونه بیشتر برای اندازه‌گیری‌های انگولار و مقایسه آن بین CBCT و لترال سفالومتری دیجیتال صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر اندازه‌گیری‌های خطی بین لندمارک‌ها که توسط دستگاه CBCT انجام گرفت، قابل مقایسه با اندازه‌گیری در جمجمه خشک می‌باشد. این گفته در هر دو پلان Y و Z صدق می‌نماید. این اندازه‌گیری‌ها نسبت به لترال سفالومتری دیجیتال از اعتماد و صحت بیشتری برخوردار است، چون اندازه‌گیری‌ها در لترال سفالومتری دیجیتال تفاوت بیشتری را با جمجمه خشک دارا است.

Lascala و همکاران [۳۳]، اندازه‌گیری مستقیمی به وسیله کولیس معمولی روی ۸ عدد جمجمه انجام دادند و آن را در مقایسه با CBCT که تصاویر Multiple plane reforming در هر برش آگزیکال، ساژیتال و کروئال تهیه می‌کند، قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که اندازه‌های حاصل از تصاویر CBCT به طور کلی کوچک‌تر از اندازه‌های حقیقی هستند، البته این تفاوت‌ها از نظر کلینیکی و آماری قابل قبول نبوده است. شاید علت این تفاوت این باشد که این تحقیق به وسیله یکی از اولین CBCT‌های موجود به نام Newtom (QR DVT 9000, Marburg, Germany) انجام گرفته است که از رزولوشن بسیار پایین و ضخامت برش حداقل ۲ میلی‌متر برخوردار است.

Periago و همکاران [۴۳] تحقیقی را به وسیله ۲۳ عدد جمجمه خشک طراحی نمودند و از نرم‌افزار سه بعدی Dolphin (Dolphin imaging, chats worth, Calif) استفاده نمودند. آنان به این نتیجه رسیدند که بیشتر اندازه‌گیری‌ها تفاوت بیشتر از ۲ میلی‌متر و ۱۰ درصد از آن‌ها تفاوت بیشتر از ۳ میلی‌متر را نشان می‌دهد. محققین بیان داشتند که این تفاوت، از لحاظ کلینیکی قابل توجه نمی‌باشد. همچنین به این نتیجه رسیدند که داده‌های CBCT برای آنالیز کرانیوفاشیال مناسب هستند. در تحقیق کنونی، ۴۲ درصد از اندازه‌گیری‌ها تفاوت زیر ۱ میلی‌متر و ۴۲ درصد تفاوت زیر ۲ میلی‌متر و فقط ۱۶ درصد از اندازه‌گیری‌ها اختلاف ۳ میلی‌متری را با جمجمه خشک نشان دادند که بیانگر دقت بالاتر نرم‌افزار Galileos نسبت به Dolphin می‌باشد.

Baumgaertel و همکاران [۴۴] تحقیقی بر روی CBCT و مقایسه آن با جمجمه خشک به انجام رساندند. ایشان از معیار به خصوص و ثابتی برای مشخص کردن لندمارک‌ها استفاده نمودند، که این خود یک منبع اشتباه برای داده‌ها محسوب می‌گردد. نتیجه قابل استناد نبوده است و دقت CBCT نزدیک به جمجمه خشک در برخی از اندازه‌گیری‌ها به دست آمد.

Gribel و همکاران [۴۵] تحقیقی برای مقایسه دقت اندازه‌گیری‌های جمجمه‌ای در لترال سفالومتری معمولی و CBCT به انجام رساندند. نتایج جالب و قابل توجه بودند. هیچ تفاوت بارزی بین اندازه‌گیری‌های CBCT و اندازه‌گیری‌های

تشکر و قدردانی

از مساعدت جناب آقای دکتر دشتی، عضو محترم هیأت علمی گروه آناتومی دانشکده پزشکی به جهت همکاری در جمع‌آوری

نمونه‌ها و دستیاران رادیولوژی سرکار خانم‌ها دکتر جعفری، خرمی، فرهادی و آقای دکتر قربانزاده به خاطر همکاری صمیمانه در تهیه نمونه‌ها سپاسگزاری می‌گردد.

References

1. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *The Angle orthodontist* 1981; 51(2): 93-114.
2. Wegener H. Whole body computed tomography. 2nd ed. Boston, MA: Wiley-Blackwell; 1992.
3. Seeram E. Computed tomography: physical principles, clinical applications, and quality control. 2nd ed. Philadelphia, WB: Saunders; 2001.
4. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 1971; 60(2): 111-27.
5. Baumrind SH. Integrated three-dimensional craniofacial mapping: Background, principles, and perspectives. *Seminars in Orthodontics* 2001; 7(4): 223-32.
6. Adams JW. Correction of error in cephalometric roentgenograms. *The Angle Orthodontist* 1940; 10(1): 3-13.
7. Salzmann JA. Limitations of roentgenographic cephalometrics. *American Journal of Orthodontics* 1964; 50(3): 169-88.
8. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE, Jr., Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126(4): 397-409.
9. Bjork A, Solow B. Measurement on radiographs. *J Dent Res* 1962; 41: 672-83.
10. Chen SY, Lestrel PE, Kerr WJ, McColl JH. Describing shape changes in the human mandible using elliptical Fourier functions. *Eur J Orthod* 2000; 22(3): 205-16.
11. Sprent P. The mathematics of size and shape. *Biometrics* 1972; 28(1): 23-37.
12. Hennessy RJ, Moss JP. Facial growth: separating shape from size. *Eur J Orthod* 2001; 23(3): 275-85.
13. Moyers RE, Bookstein FL. The inappropriateness of conventional cephalometrics. *Am J Orthod* 1979; 75(6): 599-617.
14. Lavelle CL. Statistical methodology applied to facial studies. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1989; 9(1): 93-105.
15. Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. Applications of 3D imaging in orthodontics: part II. *J Orthod* 2004; 31(2): 154-62.
16. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127(5): 627-37.
17. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19(2): 228-31.
18. Moss JP, James DR. An investigation of a group of 35 consecutive patients with a first arch syndrome. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1984; 22(3): 157-69.
19. Moss JP, Linney AD, James DR. The three dimensional analysis and treatment of patients with Hemifacial Microsomia. *Transactions Nederlandse Vereniging voor Orthodontische Studie*. 1990; 8: 262-75.
20. Moss JP, Goodwin PM, Linney AD. The use of three dimensional techniques in the monitoring of the growth of facial anomalies. Padova: Opus Honorarium, Benito Miotti, Edizioni Libreria Progetto. 1996: 205-14.
21. Moss JP, Linney AD, Grindrod SR, Arridge SR, Clifton JS. Three-dimensional visualization of the face and skull using computerized tomography and laser scanning techniques. *Eur J Orthod* 1987; 9(4): 247-53.
22. Moss JP, McCance AM, Fright WR, Linney AD, James DR. A three-dimensional soft tissue analysis of fifteen patients with Class II, Division 1 malocclusions after bimaxillary surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105(5): 430-7.
23. Vanezis P, Blowes RW, Linney AD, Tan AC, Richards R, Neave R. Application of 3-D computer graphics for facial reconstruction and comparison with sculpting techniques. *Forensic Sci Int* 1989; 42(1-2): 69-84.
24. McCance AM, Moss JP, Fright WR, James DR, Linney AD. A three-dimensional analysis of bone and soft tissue to bone ratio of movements in 17 Skeletal II patients following orthognathic surgery. *Eur J Orthod* 1993; 15(2): 97-106.
25. Swennen GRJ, Schutyser FAC, Hausamen JE. Three-dimensional cephalometry: a color atlas and manual. Berlin, Germany: Springer; 2005.

26. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol* 1973; 46(552): 1016-22.
27. Chidiac JJ, Shofer FS, Al-Kutoub A, Laster LL, Ghafari J. Comparison of CT scanograms and cephalometric radiographs in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2002; 5(2): 104-13.
28. Cavalcanti MG, Vannier MW. Quantitative analysis of spiral computed tomography for craniofacial clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27(6): 344-50.
29. Kragsskov J, Bosch C, Gyldensted C, Sindet-Pedersen S. Comparison of the reliability of craniofacial anatomic landmarks based on cephalometric radiographs and three-dimensional CT scans. *Cleft Palate Craniofac J* 1997; 34(2): 111-6.
30. Richtsmeier JT, Paik CH, Elfert PC, Cole TM, III, Dahlman HR. Precision, repeatability, and validation of the localization of cranial landmarks using computed tomography scans. *Cleft Palate Craniofac J* 1995; 32(3): 217-27.
31. Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(3): 460-70.
32. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128(6): 803-11.
33. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33(5): 291-4.
34. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology - E-Book: Principles and Interpretation*. 6th ed. Mosby, NY: Elsevier Health Sciences; 2008.
35. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod* 2009; 79(1): 150-7.
36. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevidanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod* 2008; 78(5): 873-9.
37. Hassan B, van der Stelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. *Eur J Orthod* 2009; 31(2): 129-34.
38. Leonardi RM, Giordano D, Maiorana F, Greco M. Accuracy of cephalometric landmarks on monitor-displayed radiographs with and without image emboss enhancement. *Eur J Orthod* 2010; 32(3): 242-7.
39. Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield JK, Roberts WE, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography in vivo. *Dentomaxillofac Radiol* 2009; 38(5): 262-73.
40. De VW, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38(6): 609-25.
41. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol* 2007; 36(5): 263-9.
42. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(4): 550-60.
43. Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod* 2008; 78(3): 387-95.
44. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(1): 19-25.
45. Gribel BF, Gribel MN, Frazao DC, McNamara JA, Jr., Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod* 2011; 81(1): 26-35.
46. Berco M, Rigali PH, Jr., Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(1): 17-9.

Comparison of linear measurement accuracy on cone beam computed tomography images and digital lateral cephalometric radiographs

Mozhdeh Mehdizadeh*, Elham Faghihian

Abstract

Introduction: Two-dimensional (2D) imaging has limitations in the evaluation of three-dimensional (3D) structures. In recent years, it has become possible to acquire 3D data of patients. This study sought to evaluate the accuracy of linear measurements of the skull made by cone beam computed tomography (CBCT) technique and digital lateral cephalometry by two newly introduced Galileos and Planmeca machines.

Materials and Methods: In this random descriptive/cross-sectional study, seven anatomical landmarks were determined on seven dry human skulls. Direct measurements on the skulls were made with a digital caliper. Then digital cephalometric radiographs and CBCT radiographs were taken. SPSS Ver. 11.5 software was used for the data analysis. ICC (Intraclass Correlations Coefficients) test and mean percentage differences was calculated.

Results: The mean percentage differences between CBCT technique measurements and those made on dry skulls were less than 1 mm, less than 2 mm and 3 mm in 42%, 42% and 12% of variables. These mean differences between measurements lateral cephalometric images and those on dry skulls were less than 5 mm in 42% of cases and 10–16 mm in the remaining 42%. The mean ICC values were more valuable in the CBCT technique than those in the digital lateral cephalometry technique.

Conclusion: The accuracy of CBCT was much higher than digital lateral cephalometry. No directional magnification or minifying was observed in the CBCT technique.

Key words: cone beam computed tomography, 3-Dimensional imaging, Cephalometry

Received: 14 Oct, 2012

Accepted: 8 Jan, 2013

Address: Associate Professor, Torabinejad Dental Research Center, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Email: mehdizadeh@dnt.mui.ac.ir

Citation: Mehdizadeh M, Faghihian E. **Comparison of linear measurement accuracy on cone-beam computed tomography images and digital lateral cephalometric radiographs.** J Isfahan Dent Sch 2013; 8(6): 567-575.