

بررسی اثر تعداد نقاط مرجع بالینی بر دقت ترسیم منحنی قوس دندانی به روش سه بعدی

دکتر مهتاب نوری^۱ - دکتر آرش فرزانه^۲ - دکتر سید محمدرضا صفوی^۳ - دکتر علیرضا اکبرزاده باغبان^۴

۱- دانشیار مرکز تحقیقات ناهنجاریهای دندانی فکی و گروه آموزشی ارتودنسی دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی

۲- دستیار تخصصی گروه آموزشی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- عضو مرکز تحقیقات علوم دندانپزشکی پژوهشکده دندانپزشکی و دانشیار گروه آموزشی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۴- استادیار گروه آمار زیستی دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

زمینه و هدف: حصول یک منحنی دقیق منطبق بر قوس دندانی بیماران گامی مهم در طرح درمان ارتودنسی است. هدف از این مطالعه مقایسه میزان انطباق دو منحنی رسم شده برای قوسهای دندانی با استفاده از تعدادی متفاوت از نقاط اتصال کلینیکی براکت (CBP) *Clinical Bracket Point* در تابع چند جمله‌ای درجه چهار می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تشخیصی فرمول ریاضی مرتبط با توابع چند جمله‌ای برای رسم منحنی قوسهای دندانی هجده فرد بالغ با اکلوزن نرمال به کار گرفته شد. CBPها روی هر یک از دندانهای حاضر در قوسهای دندانی شامل دندانهای مولر دوم تا مولر دوم مدلهای گچی فک بالا و پایین مشخص شد. یک CMM برای ثبت مختصات فضایی نقاط به کار رفت، سپس یک نرم افزار انطباق منحنی برای به دست آوردن بهترین منحنی چند جمله‌ای درجه چهار منطبق بر ۱۴، CBP به کار رفت. برای هر مدل یک منحنی درجه چهار دیگر با استفاده از تنها CBPهای روی دندانهای ساترئال، کانین و مولرهای دوم به روش اشاره شده رسم شد. منحنیهای مربوط به هر مدل با استفاده از معیارهای آماری توصیفی، *Root Mean Square (RMS)* و *Intraclass Correlation Coefficient* مقایسه شدند یافته‌ها: منحنیهای مربوط به هر مدل دندانی فاقد اختلاف معنادار آماری بودند. همچنین اختلافی در این زمینه بین مدل‌های فک بالا و پایین مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: استفاده از شش CBP برای تطبیق یک منحنی چند جمله‌ای درجه چهار بر قوسهای دندانی فک بالا و پایین با دقت مناسب، کفایت می‌کند.

کلیدواژه‌ها: تشخیص با کامپیوتر - تصویربرداری سه بعدی - ارتودنسی - تصمیم‌گیری به کمک کامپیوتر - آرک دندانی

وصول مقاله: ۱۳۹۰/۲/۷ اصلاح نهایی: ۱۳۹۰/۵/۵ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۲۰

نویسنده مسئول: دکتر آرش فرزانه، گروه آموزشی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

e.mail: dr.arash.farzan@gmail.com

مقدمه

فرم قوس فکی به صورت نیمه بیضی (۴)، سهمی وار (۵)، منحنی زنجیری (۶) و بیضی سه کانونی (۷) بوده‌اند. در سالهای اخیر نیز فرمول‌های ریاضی Cubic spline (۸)، برشهای مخروطی (۹)، تابع بتا (۱۰) و تابع چند جمله‌ای (۱۱) جهت پیش‌بینی و توصیف فرم قوسهای دندانی به کار رفته‌اند. گذشته از تلاشهای صورت گرفته جهت یک توصیف دقیق، چالش دیگر در تعیین فرم قوس به دست آوردن

یکی از عوامل مهم و پایه‌ای جهت طرح‌ریزی درمان در ارتودنسی تعیین فرم قوس دندانی بیماران است. (۱-۲)، تعیین فرم مناسب قوس دندانی جهت نیل به اهداف اصلی درمان ارتودنسی - زیبایی، اکلوزن فانکشنال و با ثبات - از دیرباز مطرح بوده است. اولین بار فرم قوس فکی به صورت یک سه گوش برای فک پایین توصیف و وجود این فرم برای فانکشن مناسب لازم دانسته شد. (۳)، توصیفهای بعدی از

با استفاده از نوک ظریف یک لاک طراحی ناخن سفید رنگ
(NAIL DESIGN POLISH, VICTORIA, TAIWAN, TAIWAN) علامت‌گذاری شدند. (شکل ۱)



شکل ۱: یک سری کست ارتودنتیک پس از رنگ آمیزی و مشخص کردن نقاط اتصال کلینیکی براکت

مختصات فضایی این نقاط در سه بعد (X, Y, Z) توسط یک دستگاه اندازه‌گیری مختصات (Coordinate Measuring Machine, Mora, Aschaffenburg, Germany) با دقت اندازه‌گیری 10 ± 0.01 میکرومتر به صورت دیجیتال در فایل‌هایی با فرمت TXT ذخیره شدند. (شکل ۲)، یک نرم‌افزار تطبیق منحنی (Curve expert professional, version 1.01) برای تطبیق بهترین چندجمله‌ای درجه چهار $(f = Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E)$ به هر سری مختصات مرتبط با کست‌ها به کار رفت. برای ترسیم فرم قوس دندانی مختصات Z همه نقاط صفر در نظر گرفته شد. (۱۰)

این نرم افزار از روش کمترین مربعات (The least square technique) برای یافتن بهترین منحنی منطبق بر یک سری از نقاط استفاده می‌کند. این روش یک راه دقیق برای تطبیق منحنی بر نقاط با مختصات معلوم است. (۲۰)، شکل منحنی رسم شده، ضریب همبستگی نقاط با تابع ایجاد شده، مجموع مربعات باقیمانده ها و خطای استاندارد توسط نرم افزار اشاره شده محاسبه و ذخیره گردید.

در مرحله بعد در فایل TXT اولیه، مختصات مربوط به دندان های لترال، پره مولرهای اول و دوم و مولرهای اول و دوم حذف گردید و نتیجه به صورت یک فایل TXT جدید حاوی مختصات دندانهای انتخابی شامل سانترال‌ها، کانین‌ها و مولرهای دوم ذخیره شد. سپس همه عملیات انجام

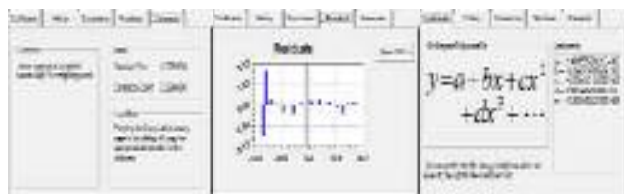
مجموعه نقاطی مناسب جهت ترسیم قوس است. در برخی مطالعات نقاط مرکز لبه انسیزال و نوک کاسپ‌های باکال دندانها برای ترسیم قوس مورد استفاده قرار گرفته‌اند. (۱۲-۱۳)، از آنجا که هدف اصلی از تعیین فرم قوس ایجاد راهنمایی برای قرار دادن براکت‌ها و انتخاب سیم مناسب می‌باشد، در تعدادی از مطالعات به برتری استفاده از نقاط سطوح صورتی دندانها و نقاط اتصال کلینیکی براکت تاکید شده است. (۱۴-۱۷)

ابزارهای به کار رفته برای ثبت دیجیتال مختصات نقاط مورد اشاره شامل دستگاه رادیوگرافی (۱۴)، دستگاه فتوکپی (۱۸)، اسکنر دو بعدی (۱۶) و دستگاه اندازه‌گیری مختصات (Coordinate Measuring Machine, CMM) (۱۰) بوده است. CMM یک دستگاه ثبت مختصات فضایی بسیار دقیق است و در صنایع و پروژه‌های پژوهشی برای ثبت مختصات قطعات گوناگون، مهندسی معکوس سازه‌ها، صنایع نظامی و از این قبیل کاربردهای وسیعی دارد. مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر کاهش تعداد نقاط اتصال کلینیکی براکت در دقت ترسیم منحنی قوس دندانی (آرک فرم) با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری مختصات یا Coordinate Measuring Machine (CMM) صورت پذیرفت.

روش بررسی

این مطالعه تجربی تشخیصی بر روی کست‌های ارتودنتیک ۱۸ فرد بالغ با اکلوژن نرمال CII شامل دندانهای دائمی مولر دوم تا مولر دوم انجام گرفت. کلیه کست‌های انتخاب شده واجد کلیه دندانهای مورد اشاره به صورت کاملاً رویش یافته و فاقد مشکلاتی از قبیل سایش، شکستگی، رویش نا به جا، شلوغی و انحراف میدلاین بودند.

به منظور ایجاد حداکثر کنتراست رنگ مطلوب جهت تشخیص بصری، کلیه مدل‌ها با استفاده از رنگ محلول در آب پوستر (کارخانه پارس، تهران، ایران) و قلم مو به رنگ سیاه در آمدند. سپس نقاط اتصال کلینیکی براکت با توجه به راهنمای قراردادی براکت برای اپالینس‌های از پیش تنظیم شده (۱۹) و با استفاده از گیج ارتودنسی (Unitek, USA) روی هر دندان



شکل ۴: خصوصیات ریاضی منحنی ۱۴ نقطه‌ای مثال شکل ۳ را نمایش می‌دهد

یافته‌ها

نتایج حاصل از صحت عملکرد دستگاه و اپراتور که شامل ده بار اندازه‌گیری قطر یک صفحه معیار (Reference master) (gauge disc, mitutoyo, osaka, JAPAN) با قطر معلوم ۶۹/۹۹۴ میلی‌متر در دمای بیست درجه سلسیوس محیط توسط اپراتور بود نشان داد میانگین اندازه‌های ثبت شده برابر با ۶۹/۹۸۷۴۰ میلی‌متر و دامنه تغییرات برابر با ۰/۰۰۴ میلی‌متر و انحراف معیار برابر با ۰/۰۱۶ و اختلاف میانگین اندازه‌گیریها از اندازه حقیقی ۰/۰۰۶۶- میلی‌متر می‌باشد. شاخصهای توصیفی آماری به صورت جداگانه برای دو فک در جدول ۱ آمده است. متوسط ضریب همبستگی بین ۱۴ نقطه و منحنی تطبیق شده بر آنها برای مجموع نمونه‌ها برابر با ۰/۹۹۶ با انحراف معیار ۰/۰۰۶ بود. متوسط ضریب همبستگی بین ۱۴ نقطه و منحنی تطبیق شده بر شش نقطه انتخابی برای مجموع نمونه‌ها ۰/۹۹۵ و انحراف معیار برابر با ۰/۰۰۴ بود. متوسط RMS برای مجموع نمونه‌ها در منحنی به دست آمده از ۱۴ نقطه برابر با ۰/۸۸۵ و برای منحنی به دست آمده از شش نقطه پس از تطبیق ۱۴ نقطه مربوط برابر با ۰/۹۶۲۹ به دست آمد. ICC برای RMS منحنیهای به دست آمده از ۱۴ نقطه و شش نقطه در مندیل برابر با ۰/۹۴۶ و برای فک بالا، ۰/۹۸۳ و برای مجموع نمونه‌ها ۰/۹۶۹ بود.

بحث

در مطالعه حاضر متوسط ضریب همبستگی ۱۴ نقطه اتصال کلینیکی براکت و منحنی به دست آمده از شش نقطه انتخابی

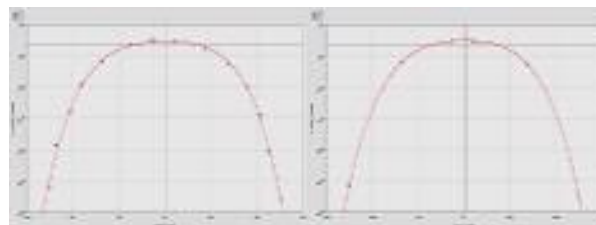


شکل ۲: راست: CMM-چپ: کست در دستگاه ثابت شده است

گرفته برای فایل اولیه حاوی هر ۱۴ نقطه، روی این فایل جدید نیز انجام شد و نتایج ذخیره گردید.

در گام بعد در نرم افزار برای هر کست با استفاده از ضرایب تابع به دست آمده از مختصات نقاط انتخابی در مرحله قبلی، یک تابع سفارشی تعریف شد. سپس مختصات فایل TXT اولیه مربوط به هر کست شامل هر ۱۴ نقطه اتصال کلینیکی براکت‌ها در تابع سفارشی آن کست وارد شد و ضریب همبستگی، مجموع مربعات باقیمانده‌ها و خطای استاندارد محاسبه و ذخیره گردید. (شکل ۳ و ۴)

محاسبات آماری توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، مقادیر کمینه و بیشینه برای کست‌های مربوط به فک پایین و فک بالا به صورت جداگانه و کلی صورت گرفت. برای مقایسه منحنیها در دو حالت، از Root Mean Square (RMS) استفاده شد. این معیار یک روش ریاضی استاندارد برای ارزیابی میزان تشابه دو منحنی است. هرچه RMS مقدار کوچکتری داشته باشد، تشابه مدل حقیقی و مدل پیشنهادی بیشتر خواهد بود. همچنین برای ارزیابی پایایی داده‌های حاصل از دو روش از Intra-class Correlation Coefficient (ICC) استفاده گردید. کلیه آنالیزهای مورد اشاره با نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ انجام شد.



شکل ۳: راست: منحنی حاصل از ۱۴ نقطه- چپ: منحنی حاصل از شش نقطه هر دو منحنی مربوط به یک کست می‌باشند

جدول ۱: ضریب همبستگی تطابق نقاط بالینی باکایی یا منحنی منطبق شده بر ۱۴ نقطه و شش نقطه باکالی در فک بالا و پایین و توان دوم میانگین باقیمانده نقاط از روی منحنی ترسیمی نقاط بر روی سطوح باکال دندانها در هر دو فک

شماره نمونه‌ها	RMS* ۱۴ نقطه‌ای فک پایین	ضریب همبستگی ۱۴ نقطه‌ای فک پایین	RMS شش نقطه‌ای فک پایین	ضریب همبستگی شش نقطه‌ای فک پایین	RMS ۱۴ نقطه‌ای فک بالا	ضریب همبستگی ۱۴ نقطه‌ای فک بالا	RMS شش نقطه‌ای فک بالا	ضریب همبستگی شش نقطه‌ای فک بالا
۱	۰/۸۷۴۰۰	۰/۹۹۷۷۲	۰/۸۸۱۱۰	۰/۹۸۸۶۶	۱/۷۷۷۰۰	۰/۹۶۷۹۵	۱/۸۱۴۲۰	۰/۹۹۰۱۹
۲	۱/۴۱۰۰۰	۰/۹۹۳۴۷	۱/۴۳۰۰۰	۰/۹۹۱۷۷	۱/۰۳۷۰۰	۰/۹۹۵۰۵	۱/۰۴۵۲۰	۰/۹۹۱۲۹
۳	۱/۰۲۰۰۰	۰/۹۹۶۶۹	۱/۰۶۶۰۰	۰/۹۹۱۰۰	۲/۲۵۰۰۰	۰/۹۸۶۹۴	۲/۳۰۸۸۰	۰/۹۸۲۵۵
۴	۰/۹۵۳۹۰	۰/۹۹۷۳۳	۰/۹۵۹۵۰	۰/۹۹۴۸۵	۱/۶۳۰۷۰	۰/۹۹۲۹۹	۱/۸۲۳۶۰	۰/۹۸۸۷۶
۵	۱/۳۰۲۱۰	۰/۹۹۵۱۲	۱/۶۳۴۲۰	۰/۹۹۱۶۴	۱/۳۰۱۰۰	۰/۹۹۵۱۲	۱/۶۲۳۲۰	۰/۹۹۱۹۰
۶	۰/۹۱۸۰۰	۰/۹۹۷۵۸	۰/۹۲۰۰۰	۰/۹۹۵۱۷	۱/۶۴۶۰۰	۰/۹۹۲۸۹	۱/۶۶۶۴۰	۰/۹۹۱۱۵
۷	۰/۵۱۹۶۰	۰/۹۹۸۷۸	۰/۵۲۲۰۰	۰/۹۹۸۲۰	۰/۴۶۷۲۰	۰/۹۹۹۲۲	۰/۴۸۷۷۰	۰/۹۹۸۰۸
۸	۰/۸۹۳۲۰	۰/۹۹۶۹۹	۱/۳۰۰۸۰	۰/۹۹۶۹۹	۰/۴۸۷۳۰	۰/۹۹۹۱۱	۰/۴۹۲۰۰	۰/۹۹۷۸۵
۹	۰/۸۴۲۱۰	۰/۹۹۶۴۴	۰/۷۹۱۰۰	۰/۹۹۷۸۹	۰/۵۹۲۳۰	۰/۹۹۸۷۲	۰/۶۳۱۳۰	۰/۹۹۸۱۹
۱۰	۱/۱۴۰۱۰	۰/۹۹۶۲۰	۱/۳۰۵۲۰	۰/۹۹۴۸۹	۰/۷۵۵۰۰	۰/۹۹۶۱۶	۰/۹۵۸۷۰	۰/۹۹۶۹۰
۱۱	۱/۱۵۲۹۰	۰/۹۹۵۹۰	۱/۳۰۱۳۰	۰/۹۹۵۱۲	۰/۶۲۸۴۰	۰/۹۹۸۹۲	۰/۷۸۶۹۰	۰/۹۹۶۰۴
۱۲	۱/۸۱۳۲۰	۰/۹۹۰۲۰	۱/۹۱۰۲۰	۰/۹۸۲۸۱	۰/۵۸۵۹۰	۰/۹۹۸۴۸	۰/۷۲۷۵۰	۰/۹۹۷۰۱
۱۳	۰/۷۲۰۶۱	۰/۹۹۷۷۴	۰/۷۸۲۸۰	۰/۹۹۴۹۰	۰/۳۹۷۳۰	۰/۹۹۹۳۹	۰/۴۵۷۴۰	۰/۹۹۸۰۵
۱۴	۰/۴۲۸۴۰	۰/۹۹۹۲۰	۰/۴۴۷۲۰	۰/۹۹۹۰۱	۰/۳۳۴۸۰	۰/۹۹۹۵۷	۰/۴۰۰۰۰	۰/۹۹۹۱۰
۱۵	۰/۴۴۴۰۰	۰/۹۹۹۱۳	۰/۵۰۱۴۰	۰/۹۹۹۴۹	۰/۴۲۹۲۰	۰/۹۹۹۳۴	۰/۴۹۷۸۰	۰/۹۹۹۳۰
۱۶	۰/۳۵۱۵۰	۰/۹۹۹۴۷	۰/۳۶۵۴۰	۰/۹۹۷۰۴	۰/۵۰۱۴۰	۰/۹۹۹۰۸	۰/۵۴۱۸۰	۰/۹۹۸۴۷
۱۷	۰/۴۲۴۲۰	۰/۹۹۹۱۰	۰/۴۴۲۳۰	۰/۹۹۹۶۰	۰/۷۸۵۱۰	۰/۹۹۷۵۸	۰/۷۹۶۸۰	۰/۹۹۶۸۰
۱۸	۰/۳۷۷۹۰	۰/۹۹۹۲۴	۰/۵۰۲۱۰	۰/۹۹۹۰۴	۰/۴۶۹۰۰	۰/۹۹۹۲۳	۰/۵۴۱۱۰	۰/۹۹۸۶۰
تعداد نمونه‌ها	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
میانگین	۰/۸۶۵۸۷۲۸	۰/۹۹۷۰۱۶۰	۰/۹۴۷۹۲۲۲	۰/۹۹۴۸۹۲۵	۰/۹۰۵۲۸۲۳	۰/۹۹۵۳۱۸۶	۰/۹۷۷۹۶۶۷	۰/۹۹۵۰۱۳۶
انحراف معیار	۰/۴۰۴۷۵۹۸۲	۰/۰۰۲۳۵۴۰۳	۰/۴۵۳۹۴۱۰۷	۰/۰۰۳۳۸۵۶۱	۰/۵۷۶۱۵۵۲۶	۰/۰۰۷۵۹۶۹۵	۰/۵۹۵۵۸۴۲۵	۰/۰۰۴۶۳۱۶۶
حداقل	۰/۳۵۱۵۰	۰/۹۹۰۲۰	۰/۳۶۵۴۰	۰/۹۸۲۸۱	۰/۳۳۴۸۰	۰/۹۶۷۹۵	۰/۴۰۰۰۰	۰/۹۸۲۵۵
حداکثر	۱/۸۱۳۲۰	۰/۹۹۹۴۷	۱/۹۱۰۲۰	۰/۹۹۹۶۰	۲/۲۵۰۰۰	۰/۹۹۹۵۷	۲/۳۰۸۸۰	۰/۹۹۹۳۰

* RMS= Residual Mean Square

الگوی پیش بینی فرم قوس با استفاده از عرض قوس بین کاسپ‌های دیستوباکال مولرهای دوم و عمق قوس تا خط واصل بین کاسپ‌های مذکور معرفی کردند. متوسط ضریب همبستگی نقاط شاخص ثبت شده و توابع تعریف شده ۰/۹۸ با انحراف معیار ۰/۰۲ به دست آمد که نسبت به مقادیر به دست آمده در مطالعه حاضر اندکی کمتر است.

Kageyama و همکاران در مطالعه خود (۲۲) اعلان کردند توابع بتا تمایل دارند عرض قوس در ناحیه اینترکانین را کمتر از توابع چند جمله‌ای درجه چهار ترسیم شده با کلیه نقاط شاخص دندان‌های پیش بینی نمایند. به این ترتیب آنها گزارش کردند چند جمله‌ایهای درجه چهار برای تعیین فرم قوس تطابق بهتری با واقعیت دارند. در مطالعه حاضر از آنجا که مختصات نقاط اتصال کلینیکی براکت روی دندان‌های کانین در گروه نقاط انتخابی قرار داشت و همچنین با توجه به اینکه منحنیهای به دست آمده از مدل‌های شش نقطه‌ای و ۱۴ نقطه‌ای اختلاف معنی‌داری در خطاهای استاندارد نداشتند و دارای پایایی بالایی بودند، عرض قوس در ناحیه اینترکانین با واقعیت تطابق خوبی داشت.

Noroozi و همکاران در مطالعه خود (۲۴) بیان کردند یک تابع به صورت چند جمله‌ای $Y = Ax^4 + Bx^2$ تطابق کافی با تابع بتای پیشنهاد شده توسط Braun و همکاران را دارا می‌باشد. آنها برای محاسبه ضرایب A و B عرض قوس بین کاسپ‌های دیستوباکال مولرهای دوم، عرض قوس بین نوک کاسپ‌های دندان‌های کانین، عمق قوس از نقطه مرکز لبه انسیزال تا خط واصل نوک کاسپ کانین‌ها و عمق قوس تا خط واصل نوک کاسپ‌های دیستوباکال مولرهای دوم را اندازه‌گیری کردند. سپس ضریب همبستگی ۱۸ نقطه روی هر کست دندان‌های CII نرمال شامل نقاط مرکزی لبه انسیزال و نوک کلیه کاسپ‌های باکال که توسط یک دستگاه فتوکپی و اسکنر و نرم افزار اتوکد دیجیتالی شده بودند با منحنی مربوط به هر کست اندازه گرفتند. میانگین ضریب همبستگی به دست آمده ۰/۹۸ و انحراف معیار ۰/۰۲ بود. همچنین کمترین RMS با استفاده فرمول مذکور به دست آمد و میانگین آن برای کل کست‌ها برابر با ۰/۶۰۵۸ بود (لذا

اتصال کلینیکی براکت (مشمتمل بر سانترال‌ها، کانین‌ها و مولرهای دوم) برابر با ۰/۹۹۵ با انحراف معیار ۰/۰۰۴ بود. در مقایسه با ضریب همبستگی ۱۴ نقطه اتصال کلینیکی براکت با منحنیهای اختصاصی آنها در هر کست که برابر با ۰/۹۹۶ با انحراف معیار ۰/۰۰۶ به دست آمد، روش فوق از دقت بسیار خوبی برخوردار است.

یک سؤال قابل طرح توسط خواننده در رابطه با مطالعه حاضر، جویا شدن علت استفاده از یک چند جمله‌ای درجه چهار می‌تواند باشد. به طور نظری هرچه تعداد جملات و به عبارت دیگر درجه تابع چند جمله‌ای بالاتر باشد، میزان تطبیق منحنی با نقاط بیشتر خواهد بود. اما واقعیتی که وجود دارد این است که با بالاتر رفتن درجه تابع از مقداری معین، منحنی به دست آمده علی‌رغم تطابق بهتر با نقاط دچار اعوجاجاتی می‌شود که استفاده کلینیکی از منحنی به دست آمده را محدود می‌کند. در تعدادی از مطالعه‌ها مانند آنچه در این مطالعه انجام گرفت، از چند جمله‌ایهای درجه چهار استفاده شده است. (۱۱ و ۲۲-۲۳)، عده‌ای از محققان نیز چند جمله‌ای درجه شش را به دلیل تطابق بهتر توصیه کرده‌اند. (۱۶)، با توجه به مشاهدات انجام شده، کاربرد چند جمله‌ای درجه شش در صورت استفاده از نقاط شاخص روی کلیه دندانها گاهی باعث ایجاد اعوجاجات مورد اشاره می‌شود. این موضوع در تطابق با یافته Kageyama و همکاران در مطالعه ایشان است. (۲۲)، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد کاربرد یک چند جمله‌ای درجه چهار برای تولید مدل با استفاده از نقاط پیشنهادی از دقت مناسبی برخوردار است و با توجه به تعداد کمتر جملات چند جمله‌ای درجه چهار نسبت به چند جمله‌ای درجه شش تولید مدل‌های سفارشی برای هر کست نیز از سهولت بیشتری برخوردار می‌باشد.

Braun و همکاران در مطالعه خود (۱۰) با استفاده از یک دستگاه اندازه‌گیری مختصات نقاط مرکز لبه انسیزال و نوک کاسپ‌های باکال دندان‌های افراد CI I، CI II و CI III انگل را به عنوان نقاط شاخص برای تولید فرمول‌های کلی برای فرم قوسهای دندان‌ها به کار بردند. آنها تابع بتا را به عنوان یک

آنها در نهایت ۲۳ فرم برای معرفی قوس دندانی فک پایین معرفی کردند. هدف ایشان از کاربرد گویچه‌ها، ایجاد امکان قرائت این نقاط در عکسهای دو بعدی حاصل از اسکنر و شبیه سازی قطر براکت‌ها بود. از آنجا که براکت‌ها در دندانهای مختلف قطرهای متفاوتی دارند، به نظر می‌رسد کاربرد گویچه‌هایی با قطر برابر تا حدی از دقت قوسهای تعریف شده می‌کاهد. در مطالعه حاضر با کمک استفاده از CMM و ثبت نقاط روی دندانها قوسهای به دست آمده با دقت بیشتری با واقعیت تطابق داشتند.

نتیجه‌گیری

۱- امکان تقلیل نقاط شاخص برای ترسیم قوس دندانی از ۱۴ نقطه اتصال کلینیکی براکت از مولر دوم تا مولر دوم به شش نقطه وجود دارد.

۲- شش نقطه انتخابی اتصال کلینیکی براکت جهت ترسیم قوسهای دندانی با دقتی بالا می‌تواند نقاط روی دندانهای سانترال، کانین‌ها و مولرهای دوم در هر قوس دندانی باشد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه، حاصل طرح مصوب مرکز تحقیقات علوم دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و برگرفته از پایان‌نامه دوره دکتری حرفه‌ای دکتر آرش فرزنان، به راهنمایی دکتر مهتاب نوری می‌باشد. بدین وسیله از حمایت‌های مرکز تحقیقات علوم دندانپزشکی و معاونت پژوهشی تشکر می‌گردد.

بیشترین هماهنگی با تابع بتا را چند جمله‌ای فوق داشت) مزیت تابع پیشنهاد شده در مطالعه ایشان عدم کاهش عرض اینترکانین در مقایسه با تابع بتا بود. (۲۴)، در مطالعه حاضر، نقاط انتخاب شده به عنوان شاخص برای تعیین قوس، همان نقاط اتصال کلینیکی براکت بودند؛ ضمناً روند دیجیتالی نمودن این نقاط با استفاده از CMM از دقت بالاتری نسبت به استفاده از دستگاه فتوکپی و اسکنر برخوردار است. همچنین ضریب همبستگی کل نقاط اتصال کلینیکی براکت با تابع به دست آمده از نقاط انتخابی، مقدار بیشتری داشت. علت این امر می‌تواند به چند مورد باز گردد، مورد اول اینکه نقاط انتخابی به کار رفته برای تولید مدل در این مطالعه نمونه‌ای از نقاطی بوده است که در انتها تطابقشان با مدل شش نقطه‌ای بررسی شد. نکته دیگر اینکه در مدل‌های چند جمله‌ای به کار رفته در این مطالعه ضریب هیچ یک از جملات چند جمله‌ای صفر نبوده است. از سوی دیگر متوسط RMS برای کل نمونه‌ها در مطالعه حاضر در تطبیق ۱۴ نقطه با منحنی منطبق شده و ۱۴ نقطه با منحنی حاصل از شش نقطه مقادیر بالاتری داشت. علت این امر مقایسه در هر دو حالت با یک تابع چند جمله‌ای و نه تابع بتا بود.

Trivino و همکاران در مطالعه خود (۱۶) نقاط مرکز سطح صورتی دندانها در کستهای فک پایین را با چسباندن گویچه‌های ۱/۵ میلی‌متری روی آنها علامت گذاری و با یک اسکنر از کست‌ها عکس برداری نمودند. هدف آنها طبقه بندی انواع فرم قوس دندانی در یک جامعه آماری برزیلی به کمک توابع چند جمله‌ای درجه شش و روش کمترین مربعات بود.

REFERENCES

1. Strang RHW. Factors associated with successful orthodontic treatment, Am J Orthod. 1952 Oct; 38(10):790-800.
2. Ricketts RM. A detailed consideration of line of occlusion. Angle Orthod. 1978Oct;48(4):274-82.
3. Bonwill WGA. Geometrical and mechanical laws of articulation, Trans Orthod. Soc Penn. 1885; 109-33.
4. Black GV. Descriptive anatomy of the human teeth. 5th ed. Philadelphia: White Dental Mfg. Co; 1902, 130-152.
5. Broomell IN. Anatomy and histology of the mouth and teeth. ed. 2nd. Philadelphia: P Blackiston's Son & Co; 1902, 99.

6. Stanton FL. Arch predetermination and a method of relating predetermined arch to the malocclusion to show the minimum tooth movement. *Int J Orthod.* 1922 Oct; 8(10):757-78.
7. Brader AC. Dental arch form related with intraoral forces: PR=C. *Am J Orthod.* 1972 Jun;61(6):541-61.
8. Beagle EA. Application of the cubic spline function in the description of dental arch form. *J Dent Res.* 1980 Sep; 59(9):1549-1556.
9. Sampson PD. Dental arch shape: A statistical analysis using conic sections. *Am J Orthod.* 1981 May;79(5):535-48.
10. Braun S, Hnat WP, Fender DE, Legan HL. The form of the human dental arch. *Angle Orthod.* 1998 Feb;68(1):29-36.
11. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Jr, Tartaglia G. Mathematical definition of the shape of dental arches in human permanent healthy dentitions. *Eur J Orthod.* 1994 Aug;16(4):287-94.
12. Ellen A, BeGole. A computer program for the analysis of dental arch form using the catenary curve. *Com Prog In Biomed.* 1981 March-Jun;13(1-2):93-99.
13. Taner TU, Ciger S, El H, Germec D, Es A. Evaluation of dental arch width and form changes after orthodontic treatment and retention with a new computerized method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Oct;126(4):464-75.
14. Currier JH. A computerized geometric analysis of human dental arch form. *Am J Orthod.* 1969 Aug;56(2):164-79.
15. Fujita K, Takada K, QianRong G, Shibata T. Patterning of human dental arch wire blanks using a vector quantization algorithm. *Angle Orthod.* 2002 Aug;72(4):285-94.
16. Trivino T, Siqueira DF, Scanavini MA. A new concept of mandibular dental arch forms with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jan;133(1):10 e5-22.
17. Ronay V, Miner RM, Will LA, Arai K. Mandibular arch form: the relationship between dental and basal anatomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Sep;134(3):430-8.
18. Nojima K, McLaughlin RP, Isshiki Y, Sinclair PM. A comparative study of Caucasian and Japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthod.* 2001 Jun;71(3):195-200.
19. McLaughlin RP, Bennett JC. Bracket placement with the preadjusted appliance. *J Clin Orthod.* 1995 May; 29(5): 302-11.
20. Wolborg J. *Data analysis using the least squares: Extracting the most information from experiments*, 1st ed. Berlin: Springer Co; 2005, 1-27.
21. Wakabayashi K, Sohmura T, Takahashi J, Kojima T, Akao T, Nakamura T, et al. Development of the computerized dental cast form analyzing system--three dimensional diagnosis of dental arch form and the investigation of measuring condition. *Dent Mat J.* 1997;16(2):180-90.
22. Kageyama T, Dominguez-Rodriguez GC, Vigorito JW, Deguchi T. A morphological study of the relationship between arch dimensions and craniofacial structures in adolescents with Class II Division 1 malocclusions and various facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Mar;129(3):368-75.
23. Nouri M, Padisar P, Edalat A, Valipoor B. Evaluation of dental size form changes in 12-16 years old normal occlusion Iranian adolescents (A 4 year longitudinal study, Qazvin city) *Journal of Dental School Shahid Beheshti University of Medical Sciences*, 21(4) :781-794.
24. Noroozi H, Nik TH, Saeeda R. The dental arch form revisited. *Angle Orthod.* 2001 Oct;71(5):386-9.