

تخمین سن با استفاده از نسبت پالپ به دندان توسط رادیوگرافی دیجیتال پانورامیک

دکتر شیرین سخدری^۱ - دکتر ساندرامهر علی زاده^۱ - دکتر مریم ذوالفقاری^۲ - دکتر مجید مددی^۲
 ۱- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران، تهران، ایران
 ۲- دندانپزشک

چکیده

زمینه و هدف: جهت تعیین سن در پزشکی قانونی در شرایطی که هیچ کدام از روشهای تعیین هویت رضایت بخش نباشد، از دندان استفاده می‌شود. این مطالعه در مراجعان به یک مرکز تصویربرداری به منظور تعیین سن از روی نسبت پالپ به دندان توسط رادیوگرافی دیجیتال پانورامیک انجام شد.

روش بررسی: مطالعه به روش تشخیصی و بر روی صد و بیست رادیوگرافی دیجیتال پانورامیک انجام گردید. سن بیماران در هنگام انجام رادیوگرافی محاسبه و سپس توسط نرم افزار اتوکد نسبت فضای پالپ به دندان کائین راست فک بالا (AR:pulp/tooth area ratio) تعیین و به کمک معادله رگرسیون سن بیمار برآورد شد. پس از آن بین سن تخمین زده شده با این روش و سن حقیقی مقایسه انجام گردید. نقش جنس با این نسبت مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: در جنس مذکر میانگین اختلاف بین سن واقعی و سن تخمینی ۰/۱۱ سال بود. ضریب همبستگی معادل ۰/۱۸۰- و از لحاظ آماری همبستگی میان سن و AR در جنس مذکر معنی‌دار نبود ($p=0/169$). میانگین اختلاف بین سن واقعی و سن تخمینی در جنس مؤنث ۰/۳۶ سال بود. ضریب همبستگی معادل ۰/۳۳۶- و همبستگی میان سن و AR در جنس مؤنث معنی‌دار بود ($p=0/004$). ضریب همبستگی منفی نشان داد که با افزایش سن نسبت پالپ به دندان، کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: نسبت پالپ به دندان (AR) به عنوان یک شاخص خالص نمی‌تواند به تنهایی در تعیین سن یک فرد به کار رود، بلکه از آن همراه با شاخصهای دیگر به عنوان شاخص ترکیبی در برآورد سن می‌توان استفاده کرد.

کلید واژه‌ها: رادیوگرافی، دیجیتال پانورامیک، تخمین سن، اتوکد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۷/۱۷

اصلاح نهایی: ۱۳۹۳/۵/۲۸

وصول مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۸

نویسنده مسئول: دکتر شیرین سخدری، گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران، تهران، ایران
 e.mail: sh_sakhdari@dentaliau.ac.ir

مقدمه

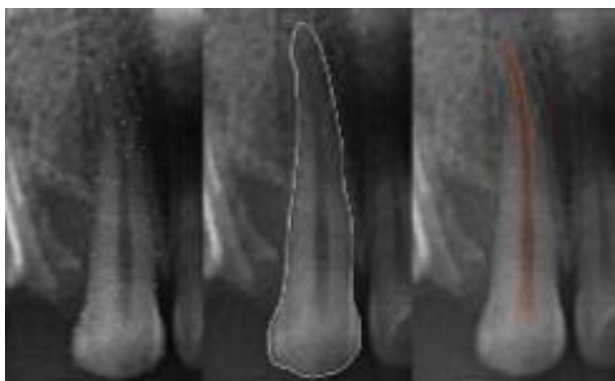
سال ۱۹۲۵ برای اولین بار Bodeckar بیان کرد که با بالا رفتن سن، تغییرات مشخصی در ساختمان دندانها ایجاد می‌شود که می‌توان در تخمین سن از آنها استفاده کرد. اولین روش مؤثر برای تخمین سن در اجساد توسط دندانها نیز در سال ۱۹۵۰ توسط Gustafson در اسکاندیناوی ارائه گردید. (۴)
 در سال ۱۹۹۵، Kvaal روشی را معرفی کرد، که در آن بر اساس مقدار عاج ثانویه قابل مشاهده در رادیوگرافی و میزان لوسنسی پالپ، سن دندان برآورد می‌شد (۵) و از آن زمان به بعد مطالعات زیادی در رابطه با تعیین سن از روی رادیوگرافی برای افراد زنده انجام شد. (۶)، روشهای مختلفی جهت تخمین سن ارائه گردیده است، که از آن میان می‌توان به استفاده از ساختمان دندان (سایش، جایگزینی سمان، ...،

تعیین سن از اهمیت زیادی در پزشکی قانونی برخوردار است، نه تنها برای شناسایی هویت افراد قربانی، بلکه در جرائم و تصادفات نیز از آن استفاده می‌شود. این امر در افراد زنده نیز برای مواردی چون ثبت نام در مدارس، استخدام، ازدواج و مسائل اجتماعی و غیره به کار برده می‌شود و اهمیت ویژه‌ای دارد. (۱)، دندانپزشکی قانونی عبارت است از استفاده از علم دندانپزشکی در جهت کاربری قانونی و یا به عبارت دیگر استفاده از مدارک دندانپزشکی به نفع اجرای عدالت. (۲)، امروزه در بعضی موارد، دادگاهها بر اساس شواهد دندانپزشکی رأی نهایی را صادر می‌کنند و در جایی که هیچ‌کدام از روشهای تعیین هویت به طور رضایت بخش مورد استفاده قرار نگیرد، از دندانها استفاده می‌شود. (۳)، در

کننده به یک کلینیک رادیولوژی فک و صورت مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی

در این مطالعه تشخیصی، با در نظر گرفتن میزان خطای ۱۰٪ از میزان واقعی در مقالات مشابه، ۵٪ سطح اطمینان و ۸۰٪ صحیح بودن نتیجه، صد و بیست رادیوگرافی دیجیتالی پانورامیک از افراد بالای ۱۲ سال مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به روش ارزیابی (مدل رگرسیونی) و با توجه به تعداد متغیرهای مستقل شصت نمونه از هر جنس مطالعه شد. ابتدا سن افراد در هنگام انجام رادیوگرافی محاسبه گردید، که این عدد با تفریق تاریخ انجام رادیوگرافی از تاریخ تولد بیمار (سال و ماه) بر حسب اعشار به دست آمد. تصاویر پانورامیک تهیه و پس از ذخیره جهت دارا بودن معیارهای ورود مورد بررسی قرار گرفتند. سپس تصاویر وارد نرم افزار AutoCad (2011) شد و بخشی که شامل دندان کانین راست فک بالا بود، جدا (Crop) شد. در این مطالعه فقط دندانهای کانین راست فک بالا که رویش یافته و سالم بودند، مورد بررسی قرار گرفتند و دندانهای دارای پُرکردگی ریشه، ترمیم، روکش و شکسته و یا دارای پوسیدگی و چرخیده در قوس فکی از مطالعه خارج شدند. پس از آن برای هر دندان حداقل بیست نقطه در محیط خود دندان و ده نقطه در محیط پالپ دندان علامت‌گذاری شد و توسط گزینه Area بر اساس اندازه‌های به دست آمده، نسبت فضای پالپ به دندان $AR:pulp/tooth\ area$ (ratio) در محیط برنامه، برآورد شد. (شکل ۱)



شکل ۱: مراحل اندازه‌گیری نسبت پالپ به دندان توسط نرم افزار اتوکد

مشاهده کلاژن‌دانی، استفاده از پارامترهای Gustafson (میزان و ترنس‌لوسنسی عاج ثانویه)، روش Lamendin و روشهای دیگری اشاره کرد که هر یک دارای محدودیتهایی می‌باشند. (۶-۷)، برخی فقط در بقایای دندان و یا در افراد مسن قابل استفاده می‌باشند. بعضی نیز پیچیده و مخرب بوده، گاهی نیاز به خارج کردن دندان وجود دارد (۸) و گاهی نیز تهیه برشهای میکروسکوپی از دندان ضروری است. (۹-۱۰)، استفاده از انواع رادیوگرافی و روشهایی که در آن آنالیز تصاویر رادیوگرافی امکان اندازه‌گیری و به دست آوردن اطلاع از جزئیات ساختار دندان را فراهم می‌کند ساده و عملی بوده و در افراد زنده نیز امکانپذیر است، اگرچه این روشها نیز محدودیتهایی دارند. (۱۱-۱۲)

Cameriere در سال ۲۰۰۴ جهت بررسی وضعیت عاج ثانویه، نسبت پالپ به دندان را در دندان کانین به وسیله تصویر دیجیتالی‌زده شده پانورامیک و پری اپیکال سنجید (۱۳). در مطالعات گذشته از میان ابعاد گوناگون پالپ، تاج و ریشه، نسبت فضای پالپ به کل دندان به عنوان تنها عاملی که ارتباط معنی‌داری با سن دارد، شناخته شده است. به همین دلیل، رابطه این نسبت با سن در دندانهای گوناگون مورد توجه بوده و حتی کارایی این روش در برخی ملیت‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. (۶)، یکی از تازه‌ترین گزارشها توسط Cameriere و همکارانش درباره تخمین سن بر اساس نسبت فضای پالپ به کل دندان در پره مولرهای پایین به وسیله رادیوگرافی پانورامیک بود. (۱۴)، در برخی مقالات محدودیتهایی نیز برای این روش بیان شده است که از جمله این محدودیتهای می‌توان به ماهیت تکنیک پانورامیک و دیستورشن ذاتی آن اشاره کرد. (۱۵)، رادیوگرافی پانورامیک دارای ویژگیهای منحصر به فردی است که آن را برای انجام بسیاری از مطالعات تأیید می‌کند (۱۶) و امروزه رادیوگرافی دیجیتالی پانورامیک، به عنوان یک انتخاب در کنار روشهای معمولی مطرح می‌گردد.

با توجه به تناقض در نتیجه مطالعاتی که در گذشته جهت تعیین سن به روش فوق انجام شده است و با توجه به اینکه تا کنون در ایران مطالعه مشابهی صورت نگرفته است، قرار شد تا به عنوان مطالعه پایه، میزان کارایی روش ارائه شده توسط Cameriere را در تخمین سن از روی نسبت فضای پالپ به دندان، در بیماران کاندید تهیه رادیوگرافی پانورامیک مراجعه

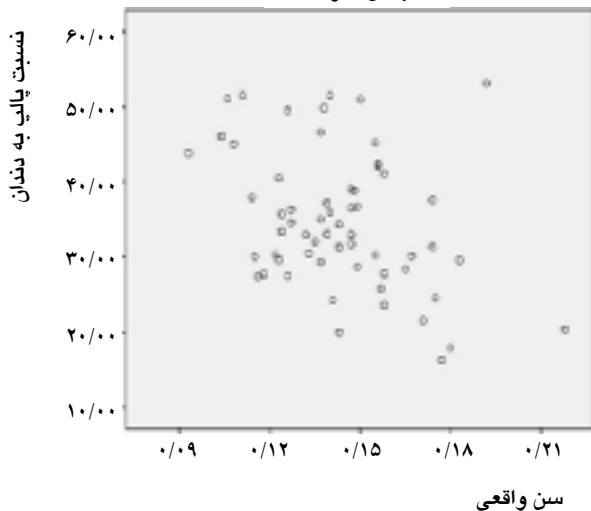
میانگین AR نیز 0.23 ± 0.143 برآورد شد. در شصت نمونه جنس مؤنث فرمول رگرسیون برای تخمین سن هر فرد به شکل زیر محاسبه شد:

$$\text{سن} = -144 \times \text{AR} + 55$$

ضریب همبستگی معادل -0.336 به دست آمد و همبستگی از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد ($p = 0.004$). (نمودار ۲). ضریب همبستگی منفی نشان داد که با افزایش سن نسبت پالپ به دندان، کاهش می‌یابد.

بعد از دو هفته از پایان کار، سی نمونه رادیوگرافی به طور تصادفی جدا شده و مجدداً مورد بررسی قرار گرفت. ضریب همبستگی ($ICC = 0.912$) محاسبه شد که به یک بسیار نزدیک می‌باشد و نشان دهنده تکرارپذیری زیاد مطالعه می‌باشد.

جنس: مؤنث



نمودار ۲: پراکندگی سن واقعی در مقابل نسبت پالپ به دندان (AR) در جنس مؤنث

بحث

مطالعه پارامترهای مورفولوژیک دندانها از روی کلیشه‌های رادیوگرافی برای تعیین سن نسبت به دیگر روشها از اعتبار بیشتری برخوردار می‌باشد. (۱۳)، عدم تغییر دندانها در طول رشد بدن و سهولت استفاده از آن برای تعیین سن، همچنین مزایای روشهای رادیولوژیک نسبت به سایر روشها سبب شده است که این امر مورد توجه قرار گیرد. (۱۷) اگر چه Soomer معتقد است روشهایی که در آن دندان جهت بررسی، برش خورده و یا اندازه‌گیری و مشاهدات بر روی دندان سالم صورت می‌گیرد دقیقتر از سایر روشها هستند (۷)

پس از جمع‌آوری اطلاعات، بر مبنای این نسبت و به کمک معادله رگرسیون لجستیک، سن بیماران تخمین زده شد. سپس بین سن تخمین زده شده با این روش و سن تقویمی (حقیقی) مقایسه‌ای صورت گرفت. همچنین نقش عوامل مرتبط (جنس) با این نسبت مورد بررسی قرار گرفت.

تمام اندازه‌گیریها توسط یک نفر متخصص رادیولوژی دهان فک و صورت انجام شد. بعد از دو هفته از پایان کار سی نمونه رادیوگرافی به طور تصادفی جدا شده و مجدداً جهت اطمینان از دقت اندازه‌گیریها، توسط همان مشاهده‌گر بررسی شد. در این مطالعه بیماران در دو گروه شصت نفری مؤنث و مذکر مورد بررسی قرار گرفتند.

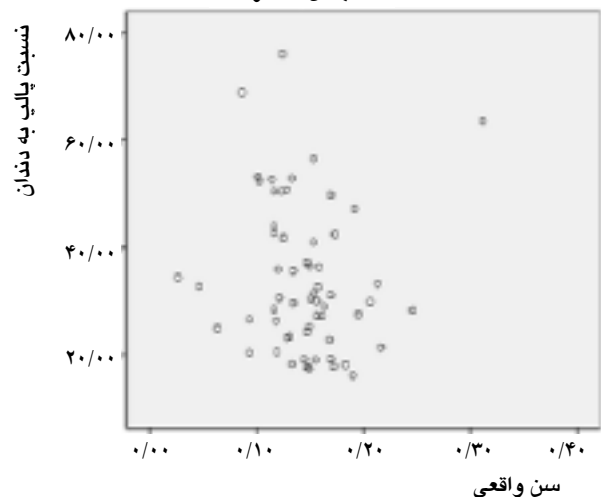
یافته‌ها

حداقل و حداکثر اختلاف بین سن واقعی و سن تخمینی در جنس مذکر به ترتیب 0.07 و $0.33/28$ سال بود. میانگین AR نیز 0.44 ± 0.144 محاسبه شد. در شصت نمونه جنس مذکر، فرمول رگرسیون برای تخمین سن هر فرد به ترتیب زیر محاسبه گردید:

$$\text{سن} = 24 \times \text{AR} + 37/7$$

ضریب همبستگی معادل -0.180 به دست آمد که از لحاظ آماری همبستگی بین AR و سن معنی‌دار نمی‌باشد ($p = 0.169$) (نمودار ۱)

جنس: مذکر



نمودار ۱: پراکندگی سن واقعی در مقابل نسبت پالپ به دندان (AR) در جنس مذکر

حداقل و حداکثر تفاوت بین سن واقعی و سن تخمینی به دست آمده در جنس مؤنث به ترتیب 0.36 و $17/15$ سال بود.

این یکی از دلایل اختلاف در نتایج دو مطالعه می‌باشد. همچنین در مطالعه فوق به تأثیر بعضی شرایط در محاسبات از جمله، اندازه دندان، زاویه بین فیلم و اشعه X و بزرگنمایی ذاتی رادیوگرافی اشاره شد (۱۳) که در مطالعه حاضر به این شرایط توجه گردید. به علاوه بر خلاف تحقیقات گذشته (۹ - ۱۳، ۱۵ و ۱۸)، جهت حذف مرحله اسکن تصاویر و در نتیجه کاهش وقت و افزایش دقت، از رادیوگرافی پانورامیک دیجیتال استفاده شد.

اگر چه مطالعات محدودی روش Kavval را نامناسب می‌دانند (۲۱-۲۲) اما تحقیقات جهت تأیید این روش ادامه یافت.

Cameriere در سال ۲۰۱۲ نیز، مطالعه‌ای بر روی پرمولرهای پایین انجام داد و معادله رگرسیونی برای محاسبه سن از روی نسبت پالپ به دندان به دست آورد. نتایج این مطالعه نشان داد وقتی تعداد دندان بیشتری وارد معادله می‌شود، اختلاف میان سن واقعی و تخمینی کاهش می‌یابد. به عقیده او استفاده از رادیوگرافی پری اپیکال دیجیتال به علت دقت و وضوح بیشتر می‌تواند در تخمین دقیقتر سن افراد مؤثر باشد. یکی از دلایل اصلی خطای اندازه‌گیری در رادیوگرافی پانورامیک مشکل بودن شناسایی نقاط مرجع بر روی این کلیشه و به تبع آن سختی در رسم خطوط اصلی برای اندازه‌گیری می‌باشد (۱۴) که در مطالعه حاضر تصاویر از وضوح کافی برخوردار بوده و محاسبه AR با دقت بالایی انجام گرفت. در مطالعه فوق حداکثر اختلاف بین میانگین سن واقعی و تخمینی در گروه‌های سنی حداکثر ۶/۰۲ سال محاسبه شد. در این مطالعه نیز این میزان در دو جنس بین ۰/۳۶ و ۰/۱۱ سال متغیر بود.

در مطالعه مشابهی که توسط Saxena در سال ۲۰۱۱ انجام شد، میانگین اختلاف بین سن واقعی و تخمینی در هر دو جنس و درون گروه‌های سنی معنی‌دار نبود. در مطالعه حاضر نیز اختلاف بین میانگین سن واقعی و سن تخمینی ناچیز بود. معادله رگرسیون به دست آمده در این مطالعه سن را با دقت خوبی برآورد کرد که در این مورد نتایج این مطالعه با یافته‌های فعلی متفاوت می‌باشد. در مطالعه فوق با تقسیم گروه‌های سنی و بررسی آنها به‌طور جداگانه نتایج مطلوبتری به دست آمد. (۱۵)، در این مطالعه رده بندی سنی انجام نشد و این می‌تواند یکی از دلایل اختلاف در نتایج دو مطالعه باشد.

در مطالعه Singaraju در سال ۲۰۰۹ نیز در گروه‌های سنی، اختلاف معنی‌داری بین میانگین سن محاسبه شده بر مبنای

ولی سهولت روش رادیوگرافیک و قابلیت انجام آن در افراد زنده این روش را منحصر به فرد می‌نماید.

روشهای متفاوتی جهت تعیین سن به کمک رادیوگرافی از دندانها معرفی شده است که در بیشتر آنها رشد و نمو دندانها مانند بسته شدن آپکس یا شکل‌گیری دندان مورد توجه قرار می‌گیرد. (۱۷-۱۸)

در روش متفاوتی، نسبت پالپ به دندان (AR) تخمین زده می‌شود و این نسبت به طور غیرمستقیم، رسوب عاج ثانویه را تعیین می‌کند. عاج ثانویه عاملی است که تحت تأثیر عوامل محیطی بر بقایای انسانی نمی‌باشد و بنابراین بسیار دقیق است. مطالعات اولیه نشان داده‌اند که میزان عاج ثانویه با سن تقویمی رابطه قرین دارد و به طور غیرمستقیم به وسیله رادیوگرافی قابل اندازه‌گیری می‌باشد. (۶)

Brkic در مطالعه خود به این نتیجه رسید که دندانهای هر دو فک برای بررسی سن قابل اطمینان هستند اما رابطه قویتری بین دندانهای فک بالا، با سن وجود دارد. (۱۹)، همچنین لایه‌های رشد در دندانهای فک بالا منظمتر و مشخصتر است. (۲۰)، اگرچه بر اساس مطالعه Paewinsky پهنای دندان لترال بالا رابطه معناداری با سن بیماران نشان داد (۱۱) ولی دندان کانین به دلیل دارا بودن پالپ بزرگ و ساییدگی کمتر و احتمال باقی ماندن طولانیتر در دهان مناسبترین دندان جهت مطالعه بوده و به همین دلیل در این بررسی جهت اندازه‌گیری دقیقتر و آسانتر از دندانهای کانین فک بالا استفاده شد. (۱۵)، Bosman و همکاران روش Kavval در تخمین سن را بر روی رادیوگرافی پانورامیک اجرا کردند و به این نتیجه رسیدند که این روش در تعیین سن دقت مناسبی دارد. (۱۲)

در همین سال Cameriere و همکاران، بر مبنای روش Kavval و با کمک رادیوگرافی پانورامیک بر روی دندانهای کانین بالا یک مطالعه اولیه انجام دادند و در این مطالعه معادله رگرسیونی برای تخمین سن برآورد شد. در مطالعه فوق مشخص گردید سن واقعی با نسبت پالپ به دندان (AR) به اضافه یک متغیر دیگر (نسبت پهنای پالپ به پهنای ریشه) همبستگی مناسبی دارد و این دو متغیر قادرند در ۸۵٪ نمونه‌ها، سن را به درستی تخمین بزنند. (۱۳)، در مطالعه حاضر، معادله رگرسیون سن را در جنس مذکر کمتر یا بیشتر از میزان واقعی نشان داد و در جنس مؤنث نیز این معادله در ۱۶٪ از موارد قادر به تخمین سن بود.

در این مطالعه به جز AR متغیر دیگری در نظر گرفته نشد و

دندان (AR) با سن حقیقی بیماران همبستگی ضعیفی را نشان داد و این موضوع بیانگر این امر است که AR نمی‌تواند معیار مناسبی برای تخمین سن افراد باشد. بنابراین اگر چه معادلات رگرسیون در خصوص ارتباط میانگین سنی با میانگین AR کمک کننده می‌باشند ولی برای برآورد سن افراد به طور خاص دچار خطا می‌شوند. عوامل مرتبط با مورفولوژی اسکلتال به میزان زیادی با نژاد، قومیت و حتی محیط در ارتباطند (۱۴) و در جمعیت‌های گوناگون نتایج متفاوتی از بررسی‌هایی که با روشهای مشابه صورت گرفته است یافت می‌شود. استفاده از تعداد بیشتری دندان به طور همزمان جهت برآورد سن ممکن نتایج این مطالعه را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین مطالعه بر روی نمونه‌های بیشتر می‌تواند با دقت بیشتری ارزش این نسبت (AR) را مورد بررسی قرار دهد.

نتیجه‌گیری

در جنس مذکر، معادله رگرسیون، سن را کمتر یا بیشتر از سن واقعی برآورد کرد. در جنس مؤنث نیز این معادله قادر بود در ۱۶٪ موارد سن را درست تخمین بزند. نسبت پالپ به دندان (AR) تنها به عنوان یک شاخص خالص نمی‌تواند در تعیین سن یک فرد به کار رود، بلکه از آن همراه با شاخصهای دیگر به عنوان شاخص ترکیبی در برآورد سن می‌توان استفاده کرد.

REFERENCES

1. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odontostomatol.* 2001 June;19(1):9-17.
2. Shahidi P. *Dentist And Law.* 1st ed. Tehran: Moalef Co; 1371 [Persian].
3. Kashyap V, Koteswara Rao N. A modified Gustafson method of age estimation from teeth. *Forensic Sci Int.* 1990 Oct;47(3):237-47.
4. Xiaohu X, Philipsen H, Jablonski N, Pang K, Jiazhen Z. Age estimation from the structure of adult human teeth: Review of the literature. *Forensic Sci Int.* 1992 Apr; 54 (1):23-8.
5. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int.* 1995 Apr;74(3):175-85.
6. Zaher JF, Fawzy IA, Habib SR, Ali MM. Age estimation from pulp/tooth area ratio in maxillary incisors

AR و سن واقعی بیماران وجود نداشت (۹) که از این نظر با مطالعه حاضر همسو است. همبستگی خوبی که بین سن حقیقی و تخمینی دیده شد، نشان داد که AR متغیر مناسبی برای تعیین سن در گروههای مختلف است. این درحالی است که در این مطالعه میان AR و سن حقیقی همبستگی خوبی وجود نداشت.

در مطالعه Zaher در سال ۲۰۱۱ نیز میزان AR در دندانهای لترال فک بالا به عنوان یک متغیر مناسب برای تخمین سن معرفی شد. در این مطالعه از فیلم‌های پری اپیکال برای بررسی استفاده شد و حداکثر اختلاف بین سن حقیقی و تخمینی ۵/۰۸ سال بود. (۶)، نتایج مطالعه فوق نیز با نتایج مطالعه حاضر همسو است.

در تمام مطالعات مشابه میانگین سن واقعی با میانگین سن تخمینی مقایسه و اختلاف معنی‌داری به دست نیامده است. در حقیقت رده‌بندی گروههای سنی باعث شده است که این اختلاف در همه گروههای مورد مطالعه ناچیز به نظر برسد. حتی در مطالعه حاضر که سن نمونه‌ها، در هر یک از گروههای مؤنث و مذکر، دامنه بسیار وسیعی داشت نیز این اختلاف کم بود، ولی تخمین سن بر اساس AR گاهی به ۳۳/۸ سال نیز می‌رسید که نشان‌دهنده عدم کفایت این متغیر برای تخمین سن افراد به طور خاص می‌باشد. در مطالعاتی که به کمک معادله رگرسیون لجستیک انجام می‌پذیرد میانگینهای عددی با یکدیگر مقایسه و معادل می‌شوند و به نظر می‌رسد این روش برای برآورد سن دقیق نیست. در این مطالعه نسبت پالپ به

- among Egyptians using dental radiographic images. *J Forensic Leg Med.* 2011 Jan;18(2):62-5.
7. Soomer H, Ranta H, Lincoln MJ, Penttila A, Leibur E. Reliability and validity of eight dental age estimation methods for adults. *J Forensic Sci.* 2003 Jan;48(1):149-52.
8. Kvaal S, Solheim T. A non-destructive dental method for age estimation. *J Forensic Odontostomatol.* 1994 June; 12(1):6-11.
9. Singaraju S, Sharada P. Age estimation using pulp/tooth area ratio: A digital image analysis. *J Forensic Dent Sci.* 2009 May;1(1):37.
10. Lamendin H, Baccino E, Humbert J, Tavernier J, Nossintchouk R, Zerilli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci.* 1992 Sept;37(5):1373-9.
11. Paewinsky E, Pfeiffer H, Brinkmann B. Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms-

- a contribution to forensic age estimation methods in adults. *Int J legal Med.* 2005 Nov; 119(1):27-30.
12. Bosmans N, Ann P, Aly M, Willems G. The application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. *Forensic Sci Int.* 2005 Nov; 153(2):208-12.
13. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: A preliminary study. *J Forensic Sci.* 2004 Mar;49(2):317-9.
14. Cameriere R, De Luca S, Alemán I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Sci Int.* 2012 Aug;214(1):105-12.
15. Saxena S. Age estimation of indian adults from orthopantomographs. *Braz Oral Res.* 2011 May-Jun; 25(3):225-9.
16. Lurie AG. Panoramic Imaging. In: White SC, Pharoah MJ editors. *Oral Radiology: Principles and interpretation.* 6th ed. St. Louis: Mosby; 2008.
17. Mirhashemi SAH, Jabbarian R. The use of dental radiography in age determination: Concepts and methods. *J Dent Med.* 2014 Sum;27(2):137-43.
18. Cameriere R, Ferrante L, Liversidge H, Prieto J, Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2008 Apr;176(2):173-7.
19. Brkic H, Milicevic M, Petrovecki M. Age estimation methods using anthropological parameters on human teeth-(A0736). *Forensic Sci Int.* 2006 Aug;162(1):13-6.
20. Fancy S. Preparation of mammalian teeth for age determination by cementum layers: A Rev. *Wild life Soc Bull.* 1980 Autumn:242-8.
21. Landa M, Garamendi P, Botella M, Alemán I. Application of the method of Kvaal et al. to digital orthopantomograms. *Int J legal Med.* 2009 Jul; 123(2): 123-8.
22. Meinel A, Tangl S, Pernicka E, Fenes C, Watzek G. On the applicability of secondary dentin formation to radiological age estimation in young adults. *J Forensic Sci.* 2007 Mar;52(2):438-41.